

Aus dem Medizinischen Zentrum für operative Medizin
der Philipps-Universität Marburg
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. P. Griss

Abteilung für Orthopädie und Rheumatologie
Direktor: Prof. Dr. med. P. Griss

**Das Wachstumsverhalten des coxalen Femurendes bei Epiphysiolysis capitis
femoris**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
dem Fachbereich Humanmedizin der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von
Stephanie Herberts, geb. Osterod
aus Frankfurt am Main
Marburg 2003

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg am 8.5.2003
gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. R. Arnold
Referent: Prof. Dr. T. Wirth
Korreferent: Prof. Dr. Klingmüller

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Diagnostik und Klassifizierung	1
1.2 Ursachen für das Auftreten der Erkrankung	6
1.3 Therapie	16
1.4 Komplikationen der Epiphysiolysis capitis femoris	21
2. Zielsetzung der Arbeit	26
3. Material und Methode	27
3.1 Auswertung der Patientenakten	27
3.1.1 Geschlechtsverteilung der Patienten	27
3.1.2 Art der Epiphysiolysis capitis femoris	27
3.1.3 Chronologisches Alter bei Erkrankungsbeginn	27
3.1.4 Körpergewicht	27
3.1.5 Familiäre Häufung der Erkrankung	28
3.1.6 Pubertätsentwicklung	28
3.1.7 Hormonelle Störungen	28
3.1.8 Therapie	28
3.1.9 Komplikationen	28
3.2 Klinische Untersuchung	29
3.3 Radiologische Untersuchung	35
3.3.1 Pin-joint ratio (B/A)	35
3.3.2 Pin-physis ratio (C/A)	35
3.3.3 Artikulo-trochantäre Distanz (ATD)	35
3.3.4 Centro-trochantäre Distanz (CTD)	36
3.3.5 Centrum-Collum-Diaphysenwinkel	36
3.3.6 Epiphysenwinkel (Epi)	37
3.3.7 Dorsale Abrutschdistanz nach Wirth (w3)	37
3.3.8 Mose Ringe	38

3.3.9	Epiphyseal quotient (EQ)	38
3.3.10	Joint surface quotient (JSQ)	39
3.3.11	Radius quotient (RQ)	39
3.3.12	Mosekriterien	39
3.3.13	Altersgruppen	40
3.3.14	Knochenaltersgruppen	41
3.3.15	Erkrankungsgruppen	41
3.3.16	Zeitgruppen	41
3.4	Vorversuch	42
4.	Ergebnisse	43
4.1	Ergebnisse der Aktenstudie	43
4.1.1	Geschlechtsverteilung der Patienten	43
4.1.2	Art der Epiphysiolysis capitis femoris	43
4.1.3	Chronologisches Alter bei Erkrankungsbeginn	43
4.1.4	Körpergewicht	44
4.1.5	Familiäre Häufung der Erkrankung	45
4.1.6	Pubertätsentwicklung	45
4.1.7	Hormonelle Störungen	45
4.1.8	Therapie	45
4.1.9	Komplikationen	46
4.2	Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung	51
4.2.1	Harris hip Score	51
4.2.2	Merle d'Aubigné Score	53
4.2.3	Familiäre Häufung der Erkrankung	54
4.2.4	Pubertätsentwicklung	54
4.2.5	Hormonelle Störungen	55
4.2.6	Beinlängendifferenz	55
4.3	Ergebnisse der radiologischen Untersuchung	56
4.3.1	Ergebnisse des Vorversuches	56

4.3.2	Ergebnisse der Untersuchung der Röntgenbilder von Patienten	58
4.3.2.1.	Beschreibung des radiologisch ausgewerteten Patientenkollektives	58
4.3.2.1.1	Geschlechtsverteilung	58
4.3.2.1.2	Schwere der Erkrankung	58
4.3.2.1.3	Chronologisches Alter	60
4.3.2.1.4	Knochenalter	60
4.3.2.1.5	Erkrankte Seite	62
4.3.2.2	Radiologisch ermittelte Meßdaten	63
4.3.2.2.1	Pin-joint ratio	63
4.3.2.2.2	Pin-physis ratio	67
4.3.2.2.3	Artikulo-trochantäre Distanz	70
4.3.2.2.4	Centro-trochantäre Distanz	73
4.3.2.2.5	CCD-Winkel	76
4.3.2.2.6	Dorsale Abrutschdistanz nach Wirth	79
4.3.2.2.7	Mose-Ringe	80
4.3.2.2.8	Mosekriterien	81
5.	Diskussion	84
5.1.	Diskussion der Patientenakten	84
5.1.1	Geschlechtsverteilung der Patienten	84
5.1.2	Form der Epiphysiolysis capitis femoris	85
5.1.3	Chronologisches Alter bei Erkrankungsbeginn	86
5.1.4	Körpergewicht	87
5.1.5	Therapie	88
5.1.6	Komplikationen	88
5.2	Diskussion der klinischen Untersuchung	95

5.2.1	Harris hip Score	95
5.2.2	Merle d'Aubigné Score	95
5.2.3	Familiäre Häufung der Erkrankung	98
5.2.4	Pubertätsentwicklung	99
5.2.5	Hormonelle Störungen	100
5.2.6	Beinlängendifferenz	100
5.3	Diskussion der radiologisch ermittelten Meßwerte	102
5.3.1	Diskussion des Vorversuches	102
5.3.2	Diskussion der radiologischen Meßwerte	104
5.3.2.1	Beschreibung des Patientenkollektives	104
5.3.2.1.1	Anzahl der radiologisch ausgewerteten Patienten	104
5.3.2.1.2	Geschlechtsverteilung	104
5.3.2.1.3	Schwere der Erkrankung anhand des Epiphysenwinkels	104
5.3.2.1.4	Chronologisches Alter der radiologisch ausgewerteten Patienten	106
5.3.2.1.5	Knochenalter der radiologisch ausgewerteten Patienten	106
5.3.2.1.6	Erkrankte Seite	108
5.3.2.2	Radiologische Meßwerte bei den untersuchten Patienten	110
5.3.2.2.1	Pin-joint ratio	110
5.3.2.2.2	Pin-physis ratio	113
5.3.2.2.3	Artikulo-trochantäre Distanz	116
5.3.2.2.4	Centro-trochantäre Distanz	118
5.3.2.2.5	CCD-Winkel	120
5.3.2.2.6	Dorsaler Abrutschwinkel nach Wirth	124

5.3.2.2.7 Mose-Ringe	125
5.3.2.2.8 Mosekriterien	126
6. Zusammenfassung	127
7. Literaturverzeichnis	129

1. Einleitung

1.1 Diagnostik und Klassifizierung

Die erstmals 1572 von Ambroise Paré¹¹¹ beschriebene Epiphysiolyse capitis femoris (= slipped capital femoral epiphysis = SCFE) stellt eine der häufigsten Hüfterkrankungen während der präpubertären Wachstumsphase dar. Ihre Inzidenz beträgt nach einer Untersuchung von Jerre⁶³ et al. 1 : 1756 für Mädchen bzw. 1 : 998 für Knaben und ist in dem von ihnen untersuchten Zeitraum (1946 - 1992) nahezu konstant geblieben. Vergleiche zwischen dem Erkrankungsalter machen deutlich, daß Mädchen im allgemeinen früher erkranken als Jungen (Mädchen $12,1 \pm 1$ Jahre gegenüber Knaben $14,4 \pm 1,3$ Jahre, mit einer Schwankung von 98 Monaten). Diese Schwankungsbreite wird jedoch, wie eine Untersuchung von Loder⁸⁸ et al. zeigt, verringert, wenn man anstelle des Lebensalters der Patienten das Knochenalter der Betroffenen vergleicht (Mädchen 13,3 Jahre bzw. Knaben 15,4 Jahre, mit einer Streuung von nur noch 50 Monaten). Je nach Dauer der Symptome unterscheidet man 3 Formen der Epiphysiolyse capitis femoris. Die Lenta-Form oder „chronic slip“, die Acuta-Form („acute slip“) und die dem chronischen Abrutsch aufgepfropfte akute Form („acute on chronic slip“). Nach Fahey/O'Brien³² unterscheidet man die Lenta- und Acuta-Form nach der Dauer der klinischen Symptomatik. Die Grenze wird hier bei einer Symptombdauer von drei Wochen gezogen. Kommt es im Verlauf einer sich langsam entwickelnden Symptomatik zu einer akuten Verschlechterung, so spricht man von einem acute on chronic slip. Durch den Einsatz der Sonographie wird diese Einteilung ergänzt. Betrachtet man das Ultraschallbild in Hinblick auf Ergußbildung und Remodellierungsphänomene, so spricht man nach Kallio⁶⁵ et al. von einer akuten Epiphysiolyse capitis femoris, wenn es zu einem nachweisbarem Erguß kommt, jedoch keine Remodellierungsphänomene zu beobachten sind. Bei einem chronischem Abrutschvorgang ist dies genau umgekehrt und bei einem acute on chronic slip sind sowohl Ergußbildung als auch Remodellierungsphänomene nachweisbar. Wenn man jedoch berücksichtigt, daß Remodellierungsphänomene, wie Resorption von Knochen am

kraniolateralen Anteil des Femurhalses und Apposition am medialen Anteil, im allgemeinen erst nach drei Wochen nachweisbar sind, kann die Ultraschalluntersuchung die Einteilung von Fahey/O'Brien durch ein morphologisches Korrelat (Erguß) präzisieren⁶⁵. Loder⁸⁷ et al. unterscheiden unabhängig von der Zeitdauer der Symptome zwei verschiedene Abrutschformen: den „stable slip“ einerseits und den „unstable slip“ andererseits. Der „unstable slip“ ist dadurch gekennzeichnet, daß die Patienten nicht in der Lage sind zu gehen oder die betroffene Hüfte zu belasten, bei einem „stable slip“ ist dies, ggf. unter Zuhilfenahme von Unterarmgehstützen, noch möglich.

In allen drei Fällen kommt es dabei meist zu einer Dislozierung des Schenkelhalses nach kranioventral und lateral. Die in der Pfanne liegende Hüftkopfkappe rutscht also demnach dorsal und medial ab. Diese Kalottendislokation wird nach Ansicht von Engelhardt³⁰ bei einer spontan verlaufenden Epiphysiolysis capitis femoris durch drei Faktoren limitiert. Es sind die Verknöcherung der Epiphysenfuge, das dorsale Andocken der Kopfkalotte am Schenkelhals und die Ossifikation des fibroartilaginären Bandes am Schenkelhals, welche ein weiteres Abgleiten unmöglich machen. Allerdings wird man heutzutage aufgrund der schlechten Langzeitergebnisse des Spontanverlaufs nicht abwarten bis sich ein spontaner Stillstand der Erkrankung eingestellt hat, sondern zuvor eine adäquate Therapie einleiten. Von besonderer Bedeutung ist auch die Tatsache, daß häufig ein beidseitiger Befall der Hüftgelenke auftritt (36 % Engelhardt²⁸, 41 % Klein⁷² et al., 42 % Jerre⁶⁴, 61 % Hägglund⁵¹ et al., 54 % Blanco¹¹ et al., 80 % Billing/Severin⁹, 82 % Beck⁷). Eine Untersuchung der z.T. beschwerdefreien Gegenseite ist somit immer dringend erforderlich, wenn die Diagnose einer Epiphysiolysis capitis femoris gestellt wird.

Die klinischen Symptome der chronischen Form der Erkrankung sind rasches Ermüden der Beine, Leistenschmerz, der in den Oberschenkel ausstrahlt und leichtes Hinken. Auch bei Schmerzen im Bereich des distalen Oberschenkels oder im Bereich des Knies sollte man differentialdiagnostisch an eine Epiphysiolysis capitis femoris denken⁹⁸. Im akuten Erkrankungsfall kann

das betroffene Bein nicht belastet werden. Außerdem findet sich häufig eine Einschränkung der Innenrotationsfähigkeit, in deren Folge das Bein in einer Außenrotationsstellung gehalten wird. Wegweisend für die klinische Diagnose einer Epiphysenlösung sind weiterhin der positive Drehmann-²³ und Trendelenburg-Test¹²². Komplettiert werden diese klinischen Untersuchungen durch die Sonographie und die Röntgendarstellung. In der Ultraschallaufnahme ist nach Untersuchungen von Kallio⁶⁶ et al. ein Abrutschvorgang zwischen Metaphyse und Epiphyse sowie eine Verkürzung des proximalen Femurs erkennbar. Die Anfertigung eines Röntgenbildes im anterior-posterioren (a.p.) Strahlengang und einer Lauenstein-Aufnahme (spezielle Aufnahmetechnik zur Darstellung des Hüftgelenkes im a.p. Strahlengang in Rückenlage des Patienten bei maximaler Beugung des Hüftgelenkes und Außenrotation des Unterschenkels¹²²) gehören zur Routinediagnostik. Auch wenn eine Lauenstein-Aufnahme zur Bestimmung des Abrutschwinkels unerlässlich ist, gibt es auch auf der a.p. Aufnahme einige Zeichen, welche das Vorliegen einer Epiphysiolysis capitis femoris wahrscheinlich machen und einer Abschätzung des Abrutschwinkels dienen können. Eines der ersten Zeichen ist eine erhöhte metaphysäre Dichte, das "metaphyseal blanch sign", welches nach Steel¹⁴⁶ Ausdruck eines Abgleitens des Hüftkopfes nach posterior ohne mediale Abweichung ist. Kommt es zu einer medialen Abweichung, so kann man dies anhand der Klein'schen Linie¹⁶⁴ erkennen. Hierunter versteht man eine am oberen Teil des Schenkelhalses angelegte Tangente, welche bei einer gesunden Hüfte den Femurkopf schneidet. Je nach Schweregrad der Epiphysiolysis capitis femoris ist dies dann nicht oder nur noch in geringerem Maße der Fall.

Nach Bloomberg¹² et al. weisen auch eine Erhöhung der Weite der Wachstumsfuge und eine Reduzierung der Höhe der Epiphyse auf eine Epiphysiolysis capitis femoris hin.

Als eines der wichtigsten radiologischen Zeichen für das Vorliegen einer SCFE dient die Messung des Epiphysenwinkels in der axialen Aufnahme. Hierunter versteht man den Winkel, welcher von der Schenkelhalshalierenden und der Verbindungslinie zwischen den beiden

Eckpunkten der Wachstumsfuge gebildet wird. Verringert sich dieser Winkel unterhalb der im Normalfall üblichen 85° , so spricht dies für eine Epiphysiolyse. Die Winkeländerung dient zur Abschätzung des Schweregrades der Erkrankung. In Korrelation hierzu unterscheidet man auch in der Sonographie (Kallio⁶⁶ et al.) zwischen einem nur mäßigen Abrutschen (< 7 mm Abrutsch zwischen Metaphyse und Epiphyse), stärkeren Abrutschen (7-11 mm) und starken Abrutschen (> 11 mm). Nach einer Faustregel von Konermann/de Pellegrin⁷⁴ entspricht eine Distanz von 1 mm einem Abrutschwinkel von 5° .

Die im folgenden dargestellten Röntgenbilder und Ultraschallaufnahmen einer Patientin verdeutlichen die oben beschriebenen Zeichen



Abb. 1: Das Röntgenbild einer 11 _ Jahre alten Patientin zeigt die pathologische Veränderung der Klein'schen Tangente.



Abb. 2 zeigt das Abgleiten des Femurkopfes (Abrutschwinkel 21°).

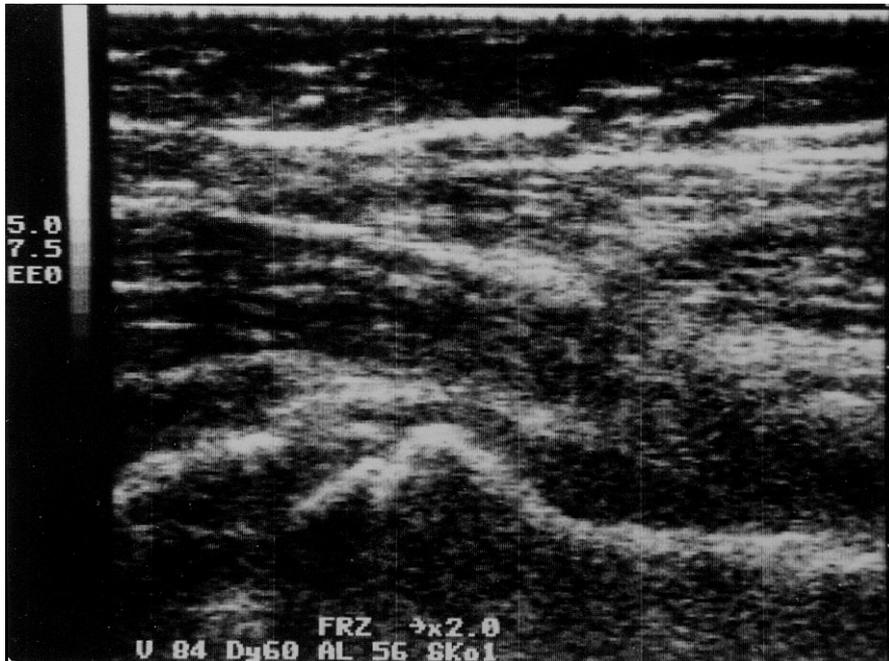


Abb. 3: In der Sonographie wird der Abrutsch zwischen Metaphyse und Epiphyse ebenfalls sehr deutlich.

Eine Skelettszintigraphie ist für die Diagnose einer SCFE nicht hilfreich¹⁴⁷, da sie keine Aussagen über den Schweregrad der Erkrankung oder über die Symptomdauer liefern kann. Sie kann aber bei Komplikationen, welche die Gefäßversorgung des Femurkopfes beeinflussen, von Nutzen sein und so die Gefahr einer Hüftkopfnekrose anzeigen.

1.2 Ursachen für das Auftreten der Erkrankung

Mechanische Faktoren

Durch Beschreibung der physiologischen Wachstumsvorgänge wird deutlich, daß alle Faktoren, welche Druckspannungen bzw. deren Verteilung an der Epiphysenfuge beeinflussen, auch an der Entstehung einer Epiphysiolysis capitis femoris beteiligt sein können. Die Pauwel'sche Hypothese besagt, daß der örtliche Längenzuwachs an der Epiphysenfuge der Größe der Druckspannungen an dieser Stelle proportional sei¹¹³. Somit ist ein gerades Längswachstum in Fortsetzung der Längsachse des Skelettelementes nur möglich, wenn es zu einer senkrechten Einstellung der Epiphysenfuge in Bezug zu dieser Achse kommt und die Epiphysenfuge somit von der beanspruchenden Kraft genau in ihrem Zentrum getroffen wird. Wenn eine Kraft exzentrisch auf die Epiphysenfuge trifft, so kommt es zu einer schiefen Spannungsverteilung, welche dazu führt, daß es zu einem größerem Längenzuwachs auf der Seite mit der höheren Spannung kommt. Die Achse der neu zugewachsenen Portion ist dann gegenüber der ursprünglichen Achse abgelenkt. Durch diesen Vorgang wird die Epiphysenfuge allmählich gegen die Wirklinie der beanspruchenden Kraft gekippt und zwar genau so lange, bis sie senkrecht zu dieser eingestellt ist. Wenn dies erreicht ist, greift die Kraft im Zentrum der Epiphysenfuge an und das weitere Wachstum erfolgt nunmehr in Richtung der zuletzt eingestellten Achse. Jedoch verlaufen die Achsenveränderung und der physiologische Verbrauch des Epiphysenknorpels in einem zeitlichen Wettstreit miteinander, so daß ein Schluß der Epiphysenfuge auftreten kann, ohne daß diese exakt rechtwinklig zu der auf sie einwirkenden Kraft steht (Kummer⁸⁰). Ebenso ist zu bedenken, daß nach dem Hueter-Volkmann-Gesetz (Mau⁹⁹) ein pathologischer Dauerdruck das Längswachstum hemmt und nach Ansicht von Mau ein erkrankter, nachgiebiger Knochen eine asymmetrische Druckbeanspruchung mit einer Verbiegung beantwortet.

Übergewicht

Die Adipositas stellt eine der am meisten in Verbindung mit der Epiphysiolysis capitis femoris beobachtete Erscheinung dar. So konnten Loder⁹⁰ et al. zeigen, daß 63,2 % der von ihnen betrachteten Kinder oberhalb der 90. Perzentile für das Körpergewicht lagen. Ebenso ist zu beobachten, daß schwerere Kinder im allgemeinen in einem früheren Alter erkranken als Kinder mit einem geringeren Körpergewicht. Mögliche Erklärungen sind die durch die Adipositas bedingte Erhöhung der am Hüftkopf angreifenden Scherkräfte und die bei Übergewichtigen häufigere Abnahme der Anteversion des Femurs³⁷. Nach Angaben von Pritchett/Perdue¹²¹ kann die Resistenz der Wachstumsplatte des proximalen Femurs allein durch die bei Adipositas erhöhten Scherkräfte um bis zu 20 % vermindert werden.

Chung²¹ et al. konnten eine zweidimensionale Kraftanalyse zur Berechnung der an der Wachstumsfuge angreifenden Scherkräfte erstellen. Sie fanden heraus, daß die Scherkräfte mit dem Alter des Patienten nach folgender Formel zunehmen: Scherkraft [kg/cm^2]= $6,56 + 0,55 \times (\text{Alter in Jahren})$. Die zum Hervorrufen eines Abrutschvorganges notwendigen Kräfte berechnen sich als Produkt der Scherkräfte und dem Querschnitt der Wachstumsfuge. Pritchett/Perdue konnten mit Hilfe dieser Formeln zeigen, daß bei Patienten mit Epiphysiolysis capitis femoris auf Grund der gegenüber gesunden Kindern veränderten anatomischen Gegebenheiten, die zum Auslösen eines Abgleitprozesses benötigten Scherkräfte um 15 % geringer sind. Wenn man davon ausgeht, daß sich durch veränderte körperliche Aktivität, wie z.B. Rennen, die Scherkräfte verändern ($5,1 \times \text{Körpergewicht}$), so könnte es hierbei bei allen der von Pritchett/Perdue betrachteten Patienten zu einem Abrutschvorgang kommen. Es ist somit anzunehmen, daß die Höhe und der Durchmesser der Wachstumsfuge sich bei den SCFE-Patienten nicht proportional mit ihrem Körpergewicht entwickeln. Somit käme es zu einer Verminderung der für den Abrutschvorgang benötigten Kräfte.

Litchman/Duffy⁸³ konnten eine 3-dimensionale Kraftanalyse zur Berechnung der Scherkräfte, welche an der Wachstumsplatte angreifen, erstellen. Ihrer Ansicht nach sind die an der Epiphysenfuge angreifenden Scherkräfte während einer alltäglichen Belastung nicht in der Lage, einen Abrutschvorgang auszulösen. Auch Veränderungen der Epiphysenfuge um bis zu 30° in der frontalen oder sagittalen Ebene können alleine keinen Abrutsch bedingen. Es müssen sich verschiedene Faktoren addieren, bevor es zu einer Epiphysiolyse capitis femoris kommen kann.

Retroversion

Cooperman²² et al. untersuchten 9 Skelette eines Museumskollektivs, die Hinweise für das Vorliegen einer unbehandelten SCFE aufwiesen. Hierbei konnten sie feststellen, daß bei 7 Hüften eine Retroversion zu erkennen war und fünf eine Varusdeformität aufwiesen.

Hinweise für eine Assoziation einer Retroversion mit der SCFE konnten auch Gelbermann³⁸ et al. in einer computertomographischen Untersuchung von 25 Patienten (39 von SCFE betroffene Hüften) finden. Nach ihren Berechnungen betrug die Anteversion in den betroffenen Hüften durchschnittlich $+1^\circ \pm 8,2^\circ$, wohingegen die gesunden Hüften $+6,3^\circ \pm 8,2^\circ$ Anteversion aufwiesen. Kordelle⁷⁶ et al. zeigten in einer drei-dimensionalen Analyse von Computertomographien von Epiphysiolyse capitis femoris-Patienten ebenfalls eine verminderte Anteversion ($7,0^\circ$ versus $12,7^\circ$ bei Gesunden). Terjesen¹⁵³ konnte in einer Ultraschalluntersuchung von 8 SCFE-Patienten eine verminderte Anteversion des Femurs feststellen.

Tönnis/Heinecke¹⁵⁴ konnten ebenso wie Jacquemier⁶¹ et al. und Stanitski¹⁴⁴ et al. darstellen, daß bei Epiphysiolyse capitis femoris-Patienten auch die scheinbar asymptotische Gegenseite eine Retrotorsion aufweist. Hingegen zeigt die Hüftkopfpfanne von SCFE-Patienten keine Veränderungen^{145 75}.

Familiäre Häufung der Erkrankung

Einige Studien legen die Vermutung nahe, daß es eine familiäre Häufung der Epiphysiolyse capitis femoris gibt. So konnten Montskó/de Jonge¹⁰²

anhand einer Familienstudie zeigen, daß sechs der insgesamt acht nahen Verwandten von der Erkrankung betroffen waren. Andere Untersuchungen zeigen eine familiäre Häufung in 5 % (Jerre⁶⁴ et al.) bzw. 14,5 % (Rennie¹²⁸) der Fälle. Dies veranlaßte Rennie bzw. Hägglund/Hansson⁴⁷ dazu, einen autosomal-dominanten Erbgang mit unterschiedlicher Penetranz zu postulieren. Moreira¹⁰³ et al. konnten diese Feststellung in ihrer Studie einer Familie mit drei betroffenen Kindern verdeutlichen.

In zwei Fallbeschreibungen von an SCFE erkrankten eineiigen Zwillingen konnte als gemeinsames Merkmal HLA-B12 entdeckt werden. Ob dies allerdings ein relevantes Ergebnis oder nur einen Zufallsbefund darstellt, bleibt noch zu klären^{2 36}. Da nach Untersuchungen von Stanburg¹⁴³ et al. HLA-B12 bei Weißen in 13,8 %, bei Schwarzen in 14 %, bei Japanern in 6,5 % und bei Amerikanern in 1,7 % der Bevölkerung vorkommt, könnte hierin vielleicht eine Ursache für die unterschiedliche Erkrankungshäufigkeit innerhalb der verschiedenen Rassen zu finden sein. Allerdings ist diese Verteilung für sich alleine nicht in der Lage, die im Vergleich mit der weißen Bevölkerung 2,2-fach höhere Prävalenz bei der schwarzen Bevölkerungsgruppe zu erklären.

Günel/Ates⁴³ konnten in einer Studie HLA- DR4 als gemeinsames Merkmal der von ihnen untersuchten Patienten finden. Aber auch hier ist die von ihnen untersuchte Patientenzahl sehr gering (sechs Patienten), so daß die weitere Bedeutung dieses Befundes noch belegt werden muß.

Rasse

In einer großen multizentrischen Studie mit 1600 an Epiphysiolysis capitis femoris betroffenen Kinder untersuchten Loder⁹⁰ et al. die Häufigkeit der Erkrankung in den einzelnen Rassen. Sie konnten feststellen, daß die polynesischen Kinder am häufigsten und die indo-mediterranen Kinder am seltensten von der Erkrankung betroffen sind. Loder et al. beschrieben auch die relativen Frequenzen der Erkrankung. Hierzu setzten sie die betroffenen Kinder in Relation zu den insgesamt in der jeweiligen Region lebenden Kindern. Sie fanden heraus, daß in Bezug zur weißen Rasse Polynesier 4,5

x, Schwarze 2,2 x, Amerindians 1,05 x, Indonesier-Malaien 0,5 x, Indo-Mediterraner 0,1 x so häufig erkranken. Sie unterstützen somit die von Kelsey^{67 69} gefundene Hypothese, daß die Erkrankung 2,27 mal häufiger unter der schwarzen Bevölkerung anzutreffen ist, als unter der weißen. Eine mögliche Erklärung für diese rassenabhängigen Prävalenzen, stellt das von Loder et al. gefundene Phänomen einer von der Rasse abhängigen Gewichtsverteilung dar. Die ebenfalls postulierten genetisch determinierten unterschiedlichen Größen der Epiphyse konnten durch einen Vergleich von adulten Femurkopfdurchmessern nicht bestätigt werden. Es konnte jedoch keine Gegenüberstellung dieser Parameter anhand von Femurköpfen von Adoleszenten unterschiedlicher Rassenzugehörigkeit vorgenommen werden. Allerdings zeigten der Wachstumsfugendurchmesser und andere Meßwerte keinen Unterschied zwischen erkrankten und gesunden Kindern.

Geschlecht

Zwar herrscht in der Literatur einhellig die Meinung, daß Jungen häufiger von einer Epiphysiolysis capitis femoris betroffen sind als Mädchen, aber die Geschlechterverteilung wird sehr unterschiedlich angegeben. Loder⁹⁰ et al. ermittelten ein Verhältnis der Knaben zu den Mädchen von 1,43 zu 1. Diese Geschlechterrelation hat sich allerdings, wie Hägglund⁴⁸ et al. zeigen konnten, in den letzten Jahren stark verändert. So waren bei den zwischen 1896 und 1909 Geborenen 7,47 mal häufiger Knaben betroffen, bei den zwischen 1940 und 1949 Geborenen allerdings nur noch 1,41 mal häufiger.

Pubertätsentwicklung

Bei Mädchen tritt die Erkrankung praktisch nur vor Einsetzen der Menarche auf¹³⁹. Nach Loders⁹⁰ Untersuchungen tritt die Epiphysiolysis capitis femoris 0,3 - 1,6 Jahre vor Beginn der Menstruationsblutung auf. Dies veranlaßte Burrows¹⁶ zu der Aussage: "a girl who menstruates is almost immune from slipping of the upper femoral epiphysis". Insgesamt wird deutlich, daß sich die meisten Abrutschvorgänge in einem Entwicklungsstadium nach Tanner¹⁵² PH 3, welches einer kräftigeren,

dunkleren, gekräuselten bis über die Symphyse ausgedehnten Schambehaarung entspricht, ereignen. Somit kann man also schlußfolgern, daß mit Beginn der Menstruation bzw. bei einem Knaben mit Erreichen des Tanner Stadiums PH 4, welches die Ausbildung der Schambehaarung ähnlich wie beim Erwachsenen, jedoch nicht auf den Oberschenkel übergehend, beinhaltet, die Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung einer Epiphysiolyse capitis femoris stark abnimmt.

Hormonelle Störungen

Die Tatsache, daß die Epiphysiolyse capitis femoris vor allem während der pubertären Wachstumsphase auftritt und daß einige der Patienten unter Übergewicht und einer verminderten sexuellen Entwicklung leiden, legte die Vermutung nahe, daß Hormonungleichgewichte an der Entstehung der Erkrankung beteiligt sein könnten.

Nachdem Harris⁵⁴ im Jahre 1950 in einer Versuchsreihe mit kastrierten Ratten zeigen konnte, daß Wachstumshormone zu einer Zunahme der Dicke der hypertrophischen Zellschicht der proximalen Wachstumsplatte der Tibia führen und Östrogene diese verringern und er daraus folgerte, daß ein Mißverhältnis zwischen dem Wachstumshormon und dem Östrogen-Level zu einem Abrutschvorgang prädisponiert, wurden zahlreiche Hormonanalysen bei Epiphysiolyse-Patienten durchgeführt. Insgesamt muß man allerdings sagen, daß über die Beteiligung von Hormonungleichgewichten in der Literatur keine einheitliche Meinung herrscht. So gibt es Untersuchungen die zeigen, daß die SCFE eine mögliche Komplikation bei der Behandlung eines partiellen GH-Defizits mit rekombiniertem GH ist (Prasad¹²⁰ et al., Schmid/ Hauffa¹³⁵). Hierbei muß man bedenken, daß die GH-Wirkung über die Somatomedine (Insulin like growth factor, IGF 1 und IGF 2) vermittelt wird. Diese Peptide, werden in vielen Geweben v. a. Leber und Niere, aber auch in Fibroblasten gebildet. Während der Pubertät kommt es zu einem Anstieg der Somatomedin C-Konzentration über die für Erwachsene üblichen Werte. Dieser Anstieg steht in Bezug zu einem

ebenfalls erhöhten Level von Geschlechtshormonen. Dies ist nach Rosenfield¹³⁰ et al. aufgrund einer Östrogen bedingten Stimulation, und nicht, wie Harris vermutete, aufgrund einer Östrogen bedingten Hemmung der Wachstumshormonsekretion zu erklären. Somit könne es nur iatrogen oder in seltenen Fällen bei bestimmten Hypophysen- oder gonadalen Erkrankungen zu einem Ungleichgewicht zwischen GH und Östrogen kommen. Wenn man die Patienten untersucht, welche unter einer endokrinen Störung und einer SCFE leiden, so konnten Loder⁸⁶ et al. zeigen, daß sich hiervon 40 % wegen einer Hypothyreose und 25 % wegen GH-Mangels in Behandlung befanden. Andere Untersuchungen zeigen einen Zusammenhang mit einem Hyperparathyreoidismus (Kinoshita⁷¹ et al.). Loder/Hensinger⁸⁴ untersuchten 31 Kinder, welche an einer Epiphysiolysis und einer Niereninsuffizienz erkrankt waren. Sie konnten hierbei zeigen, daß ein sekundärer Hyperparathyreoidismus bei allen untersuchten Patienten zu finden war. Hierbei fiel vor allem auf, daß die Erkrankung zu 95 % bilateral und in einem frühen Lebensalter auftrat ($11,4 \pm 4,4$ Jahre, Zeit zwischen Auftreten der Niereninsuffizienz und der Epiphysiolysis $3,9 \pm 4,3$ Jahre). Wells¹⁶³ et al. konnten anhand einer retrospektiven Untersuchung von 131 Patientenakten bei 9 (6,9 %) dieser Patienten eine Hypothyreose entdecken und fordern, daß bei allen Patienten, die sich aufgrund einer SCFE in Behandlung begeben, eine Untersuchung des T4- und des TSH-Serumspiegels vorgenommen werden sollte. Dies ist um so mehr von Bedeutung als die Reifungsvorgänge am Skelettsystem stark durch Thyroxin beeinflußt werden, welches bei der Hypertrophie von Knorpelzellen der Wachstumsfuge und der enchondralen Ossifikation eine Rolle spielt (Ray¹²⁶ et al., Smeets /Van Buul-Offers¹³⁸). Wilcox¹⁶⁵ et al. fanden sogar bei 25 % der von ihnen untersuchten 80 Patienten eine niedrigere T3-Konzentration. Brenkel^{14 15} et al. stellten einen Vergleich der T3-, T4-, TSH-, Testosteron-, 17-Oestradiol-, Somatomedin C-Konzentrationen im Serum sowie der Androsteron-, Aetiocholanolon- und Dihydroxyepiandrosteron-Konzentrationen, welche als Ausdruck einer Androgenproduktion in der Nebenniere gesehen werden, im Urin bei 15 Epiphysiolyse-Patienten und

einer altersentsprechenden Vergleichsgruppe an. Hier konnte kein signifikanter Unterschied gefunden werden. Allerdings zeigten 14 der betrachteten Epiphysiolyse-Patienten einen chronischen Abrutschvorgang mit einer mittleren Symptombdauer von 8,06 Monaten, so daß nicht ausgeschlossen werden kann, daß zu Beginn der Erkrankung die Hormonanalyse ein anderes Ergebnis ergeben hätte. Wilcox¹⁶⁵ et al. stellten hingegen bei 76 % der von ihnen untersuchten 64 Patienten eine erniedrigte Testosteronkonzentration und bei 87 % eine niedrige Wachstumshormonkonzentration fest.

Auch Mann⁹⁵ et al. konnten in einer prospektiven Studie mit 20 Epiphysiolyse-Patienten keine bemerkenswerten Veränderungen in Bezug auf die Plasmakonzentrationen von T3, T4, TSH, Cortisol, Testosteron, GH, Somatomedin C und Calcium, Phosphat, alkalische Phosphatase (als Parameter, die von der Parathormon-Konzentration beeinflußt werden) entdecken. Leider finden sich in der Literatur keine weitergehenden Untersuchungen des Kortisolspiegels bei Epiphysiolysis capitis femoris-Patienten, so daß seine Bedeutung noch nicht vollständig geklärt ist. Ein Hyperkortisolismus könnte auch durch die Ausbildung einer Adipositas⁹⁴ für die Entwicklung einer Epiphysiolysis capitis femoris wichtig sein.

Betroffene Seite

Betrachtet man die Häufigkeit, mit der es bei unilateraler Erkrankung zu einem Befall der linken Seite kommt, so stellt man fest, daß diese mit 62 % häufiger betroffen ist als die rechte Seite (Loder⁹⁰ et al.). Als mögliche Erklärung für dieses Phänomen könnte die vermehrte Belastung des linken Beines bei Rechtshändern dienen.

Die Angaben für ein bilaterales Vorkommen schwanken zwischen 18 - 80 % (Loder⁹⁰, Blanco¹¹ et al., Billing/Severin⁹). Hierbei wird häufig gleich bei Diagnosestellung eine bilaterale Erkrankung entdeckt (61 % bei Loder bzw. 48 % bei Wilson¹⁶⁶ et al.). Liegt anfangs eine unilaterale Erkrankung vor, so vergeht nach Angaben von Loder durchschnittlich 1 Jahr (1 Monat bis 4 Jahre 8 Monate) bis es zum Abrutschvorgang auf der zweiten Seite kommt.

Saisonal bedingte Häufung der Erkrankung

In einer Untersuchung von Loder⁹¹ et al. konnte festgestellt werden, daß in Gebieten oberhalb des 40. Breitengrades eine jahreszeitliche Häufung der Erkrankung zu verzeichnen ist. Er definierte den Beginn der SCFE als die Zeitdauer der Symptome subtrahiert vom Zeitpunkt der ersten Vorstellung beim Orthopäden. In Nord-Amerika (später Juni), Europa (später Juni) konnte er signifikante Unterschiede bezüglich des Erkrankungsbeginns feststellen. Dies war jedoch für Afrika, Asien, Australien/Neuseeland und Süd-Amerika nicht zu beobachten. Als eine mögliche Erklärung hierfür könnten die weniger deutlich ausgeprägten, jahreszeitlich bedingten klimatischen Veränderungen unterhalb des 40. Breitengrades dienen.

Andrén/Borgström³ fanden 1959 heraus, daß es in Schweden während der Sommermonate zu einer Zunahme der Erkrankungshäufigkeit kommt. Sie glaubten, daß dies dadurch zu erklären sei, daß die Kühe im Sommer vermehrt auf der Weide grasen und es durch den Verzehr von Wiesenkräutern zu einer Steigerung des Aminonitril-Gehaltes der Milch käme. Zwar waren in experimentellen Studien der SCFE ähnliche Veränderungen durch Aminonitrile ausgelöst worden (Ponseti¹¹⁷, Ponseti/Shephard¹¹⁸). Einen Beweis für das Vorliegen von Aminonitrilen in Nahrungsmitteln gibt es aber nicht (Strong¹⁴⁸).

Hägglund⁴⁸ et al. fanden eine saisonale Häufung der Erkrankung nur für Mädchen, nicht aber für Knaben. Es wurde postuliert, daß dies Ausdruck einer saisonal veränderten Wachstumsrate und einer dadurch bedingten unterschiedlichen Anfälligkeit der Wachstumsfuge gegenüber Abgleitvorgängen sei (Morscher¹⁰⁵). Eine andere mögliche Erklärung für diesen geschlechtsspezifischen Unterschied könnte sein, daß Knaben im allgemeinen sportlich aktiver sind als Mädchen und somit auch unabhängig von der Jahreszeit eine gegenüber Mädchen erhöhte Belastung der Epiphysenfuge durch mechanische Kräfte aufweisen (Ogden¹⁰⁸).

SCFE assoziiert mit einer Strahlentherapie

In einigen Fallbeschreibungen wird auf die Assoziation einer Epiphysiolyse capitis femoris mit einer Radiatio, sog. RTASCFE (radiation-therapy associated SCFE) hingewiesen. Loder⁸⁹ et al. verweisen auf eine Untersuchung von 32 Patienten, die im Alter von $4,3 \pm 3,1$ Jahren von einer malignen Erkrankung in der Beckenregion (z. B. Rhabdomyosarkom, Ewing Sarkom o. ä.) befallen wurden. Die Kinder wurden einer Strahlentherapie mit einer Dosis von durchschnittlich 4240 ± 1445 Rad zugeführt. Zum Teil folgte auch noch eine Chemotherapie. Im Alter von $10,4 \pm 3,2$ Jahren und damit im Durchschnitt jünger als die Patienten mit SCFE, präsentierten die meist schlanken Kinder - im Gegensatz zu den meist übergewichtigen SCFE-Patienten - eine RTASCFE. Loder et al. konnten einen linearen Zusammenhang zwischen dem Alter bei RTASCFE und dem Alter, in dem die maligne Erkrankung auftrat, erkennen. Zwischen der Strahlendosis und dem Alter, in dem die RTASCFE festzustellen war, bestand eine negative Korrelation.

SCFE als Komplikation einer septischen Arthritis

Marx/Wright⁹⁶ beschreiben in einer Falldarstellung das Auftreten einer Epiphysiolyse bei einem Patienten, welcher an einer erst spät erkannten septischen Arthritis erkrankt war. Zwei Wochen nach der Diagnose der Gelenkentzündung und einer entsprechenden Therapie mit Antibiotika und Inzision kam es bei dem Patienten zu einer Epiphysenlösung, in deren weiteren Verlauf sich eine avaskuläre Nekrose entwickelte.

1.3 Therapie

Früher bestand die Behandlung der SCFE in einer konservativen Therapie, welche eine Ruhigstellung des Beines und das Anlegen eines Kornährenverbandes beinhaltete. Auf Grund der schlechten Langzeitergebnisse wurde hiervon Abstand genommen (Engelhardt²⁹). Heutzutage werden verschiedene operative Therapieverfahren angewandt, deren Indikationsstellung je nach Abrutschwinkel und Art des Abgleitvorganges unterschiedlich ist. Auch wird in den meisten Fällen die nicht erkrankte Seite prophylaktisch mitbehandelt, weil es in einem hohem Prozentsatz der Fälle zu einem bilateralem Befall kommt.

Als Therapieverfahren kommt die in-situ-Fixierung zum Einsatz, welche nach einer Untersuchung von Rostoucher¹³¹ et al. die besten Ergebnisse bei einem Dislokationsgrad unter 60° zeigt. Die Therapie besteht in der Fixierung der Epiphyse mit Kirschner-Drähten, Schrauben oder Nägeln. Hierbei wird die Schraubenfixation v. a. bei älteren oder hochgewachsenen Jugendlichen angewandt, da sie im Gegensatz zur Fixierung mit Kirschner-Drähten zu einer Epiphyseodese führen kann (Reichelt¹²⁷). Die Wachstumsprozesse führen dazu, daß bei der Verwendung von Kirschner-Drähten häufig eine erneute Spickung erforderlich wird, da die Spitzen der Kirschner-Drähte die Epiphyse nicht mehr fassen. Jedoch konnte von Hackenbroch/Torwesten⁴⁶ gezeigt werden, daß es auch bei der Verwendung von Schrauben oder Dreilamellennägeln durchaus nicht zu einem Wachstumsstopp kommen muß. Allerdings wird auch auf die Gefahr von Frakturen im Einschlagsbereich der Dreilammellennägel hingewiesen (Hackenbroch/Bruns⁴⁵). Als weiterer Nachteil bestimmter Materialien (Hagie- oder Knowles-Nägel) ist deren schwierige Entfernung nach Abschluß der Behandlung zu nennen. Dies trifft dagegen für die Steinmann-Nägel nicht zu. König⁷³ et al. konnten zeigen, daß es bei geschraubten und insbesondere genagelten Epiphysiolyse signifikant häufiger zu einer Beinverkürzung auf der Abrutschseite kommt als bei einer Spickung mit Kirschner-Drähten. Die Häufigkeit von Komplikationen, wie avaskulären Nekrosen und Chondrolysen, wird oft mit der Anzahl der

verwendeten Metallimplantate in Verbindung gebracht. In einer Studie mit 80 Patienten konnten Stambough¹⁴² et al. zeigen, daß die Anzahl der Komplikationen mit der Anzahl der verwendeten Implantate zunimmt. Eine mehr nach inferior gelegene Position der Schrauben im proximalen Femur soll hierbei die geringsten Komplikationen zeigen. Blanco¹¹ et al. plädieren hingegen für eine mehr mediale Positionierung, konnten aber auch die von Stambough beschriebene Häufung von Komplikationen bei vermehrter Metallverwendung unterstreichen. Eine weitere Therapiemöglichkeit besteht in der Kombination dieser verschiedenen Fixierungstechniken mit einer Repositionstechnik, um so den Abrutschwinkel zu verkleinern und eine Situation herzustellen, welche derjenigen vor dem akuten Abrutschprozess gleicht. Dieses Behandlungsverfahren birgt jedoch die Gefahr einer Beeinträchtigung der Blutversorgung oder aber auch einer Überkorrektur. So konnten Rostoucher¹³¹ et al. nur in 10 von 16 Fällen ein befriedigendes Ergebnis erzielen. Als Komplikationen traten u. a. Chondrolysen, Nekrosen und komplette Versteifungen der Hüfte auf. Sie empfehlen dieses Vorgehen nur bei akuter SCFE mit einem Dislokationsgrad $> 60^\circ$, welche die posterosuperiore Vaskularisation der Epiphyse bedroht. Eine weitere Therapiemöglichkeit stellt die Howorth⁵⁸-Operation dar. Hierbei werden, von einer dreieckförmigen Fenestrierung des Schenkelhalses ausgehend, drei Knochenteile, die zuvor aus dem anterioren Ilium entfernt wurden, in Richtung der Epiphyse eingebracht. Hierdurch kann zwar in den meisten Fällen eine ausreichende Stabilisierung erreicht werden und es sind auch keine Zweitoperationen zwecks Metallentfernung notwendig, dennoch wird dieses Verfahren mehr und mehr von der in-situ-Fixation verdrängt (Rostoucher¹³¹ et al.). Gründe hierfür sind nach einer von Roa¹²⁴ et al. durchgeführten Untersuchung von 43 Patienten in der längeren Operationsdauer (122 ± 24 Min), in dem größeren Blutverlust (426 ± 238 ml), dem häufigeren Vorkommen von AVN (4 Patienten), Chondrolysen (3 Patienten), Infektionen (3 Patienten), verzögerten Wundheilungen (4 Patienten) und anterioren Hypästhesien (7 Patienten) zu sehen. Untersuchungen von Irani⁶⁰ et al. und Zahrawi¹⁶⁸ et al. unterstreichen die Vorteile der in-situ-Fixation. Bei

einem höhergradigen Abrutschvorgang reichen diese Therapieverfahren meist nicht aus, so daß eine dreidimensionale Korrekturosteotomie z. B. in der Technik nach Imhäuser⁵⁹ (1956) erfolgen muß. Hierbei wird intertrochantär oder subtrochantär osteotomiert und aus dem distalen Fragment ein Keil mit lateral-ventraler Basis entnommen. Durch gleichzeitige Innendrehung des distalen Fragmentes entstehen eine Innendrehung, Abduktion und Beugeabwinklung des distalen Fragmentes. Es wird somit valgisiert, flektiert und rotiert. Bei noch offenen Wachstumsfugen kombiniert man dieses Verfahren nach einem Vorschlag von Weber¹⁶² mit einer gleichzeitigen Schraubenfixation oder Kirschner-Drahtspickung der Kopfepiphyse.

Dunn²⁴ entwickelte 1964 eine cervikale Osteotomie, welche in der Lage sein soll, den Femurkopf zu repositionieren, ohne dabei die reticulären Blutgefäße zu beeinträchtigen. Hierfür gibt es zwei Verfahren. Der Schenkelhals kann einerseits durch einen Schnitt direkt unterhalb der Wachstumsfuge in rechtem Winkel zur Schenkelhalsachse verkürzt werden. Dieses Verfahren, bei dem ein mehr trapezförmiges Knochenstück entfernt wird, sollte nach Dunns Ansicht v. a. bei einem erst kürzlich stattgefundenem Abrutschvorgang angewendet werden. Die zweite Vorgehensweise, welche v. a. bei chronischen Vorgängen angewandt werden sollte, besteht darin, den Femurkopf und die Synovialmembran von der Hinterseite des Schenkelhalses zu entfernen, ohne dabei die Blutgefäße zu verletzen oder aus dem Femurkopf zu entfernen. Hiernach ist es möglich, den Femurkopf zu repositionieren. Die gesamte hintere Synovia umgibt den Schenkelhals dann ohne Spannung.

Bei einem sehr großem Dislokationsgrad (> 70) besteht die Möglichkeit zur Durchführung einer keilförmigen Osteotomie nach Fish³³. Bei Patienten mit noch offenen Wachstumsfugen besteht hierdurch die Möglichkeit, die anatomischen Verhältnisse am Femurkopf und -hals wiederherzustellen und eine komplette Korrektur zu erzielen. Hierbei wird vom oberen Rand des Schenkelhalses ein gebogenes Knochenstück entnommen. Die Größe dieses Knochenteiles richtet sich nach der Größe des Abrutschwinkels und der Lage der Epiphyse und ist um so größer zu wählen, je größer der Dislokationsgrad ist. Die beiden verbleibenden Knochenstücke werden einander genähert und

mit 3 - 4 Nägeln fixiert. Bei den von Fish untersuchten 42 Hüften kam es zu guten Behandlungsergebnissen. Insbesondere wird in keinem Fall von der Entwicklung einer Chondrolyse oder Wundinfektion berichtet. Allerdings traten in vielen Fällen Beinverkürzungen auf, welche sich jedoch meist zwischen 0,6 – 2 cm bewegten.

Bei der Southwick¹⁴⁰-Osteotomie ist es durch die Entnahme eines Knochenkeiles in Höhe des Trochanter minor möglich, eine Korrektur des Abrutschvorganges in der frontalen und lateralen Ebene vorzunehmen. Nach Southwicks Auffassung ist es nicht notwendig, eine Fixierung der Epiphysenfuge vorzunehmen. Er geht davon aus, daß es, sobald eine korrekte Stellung erreicht ist, zu einem Verschuß der Epiphysenfuge komme, während die Osteotomie heilt. Salvati¹³² et al. konnten dies bestätigen und fordern eine Fixierung mit Knowles-pins nur, wenn die Epiphysenfuge ungewöhnlich weit ist. Als Kontraindikation für eine Southwick-Osteotomie nennen Salvati et al. eine präoperative Bewegungseinschränkung mit Gelenkspaltverschmälerung. Als Nachteile der Southwick-Osteotomie sind eine lange Operationsdauer (2 Std. 10 Min. - 5 Std., durchschnittlich 3 Std. 2 Min.), ein großer Blutverlust (durchschnittlich 817 ml) und die Chondrolyse zu nennen. Letztere entwickelt sich nach Angaben von Southwick¹⁴⁰ in 11 % der Fälle. Frymoyer³⁵ stellte die Entwicklung einer Chondrolyse in 5 von 9 Hüften fest. Die Gefahr einer AVN ist aber nach Aussagen von Frymoyer, Salvati et al. und Southwick gering.

Bei der transtrochantären anterioren Rotationsosteotomie nach Sugioka¹⁴⁹ werden zwei Osteotomielinien gewählt. Die erste transtrochantäre Osteotomielinie wird ca. 10 mm distal des intertrochantären Scheitelpunktes rechtwinklig zur longitudinalen Achse des Schenkelhalses angelegt. In der Nähe der Basis des Trochanter minor wird rechtwinklig dazu eine zweite Osteotomielinie angelegt. Durch eine Neigung der ersten Osteotomielinie um 5° - 10° ist es möglich, eine Valgusstellung zu erreichen. Der Femurkopf kann nun zwischen 45° - 90° rotiert werden und in der gewünschten Position mit Schrauben fixiert werden. Mit dieser Osteotomietechnik, welche auch bei der Behandlung der idiopathischen Nekrose des Femurkopfes eingesetzt werden

kann, konnte Sugioka¹⁵⁰ gute Ergebnisse erzielen. Eine Korrektur der Deformität war auch bei Patienten mit einem Abrutschwinkel über 60° möglich. Bei Patienten mit einem Abrutschwinkel von über 75° kann es jedoch zu einer Valgusposition der Epiphyse kommen. Eine Nachuntersuchung von Masuda⁹⁷ et al. von 5 Patienten mit schwerer, chronischer Epiphysiolyse zeigte eine korrekte Stellung und das Fehlen einer Deformierung in der Trochanterregion. Allerdings kam es in einem Fall zu einer avaskulären Nekrose und in einem weiteren Fall zu einer posteromedialen Neigung.

Maßgebliche Therapiekriterien für die Behandlung der Epiphysiolysis capitis femoris in der Universitätsklinik Marburg bilden der Abrutschwinkel und die Form der SCFE¹⁶⁷. So wird bei einem Abrutschwinkel von bis zu 30° die beidseitige Kirschner-Drahtspickung durchgeführt. Bei einem Abrutschwinkel zwischen 30° - 50° wird bei einem chronischen Verlauf eine Kirschner-Drahtspickung mit einer Imhäuser-Operation kombiniert. Ein acute on chronic-Abrutsch wird mit einer geschlossenen oder, falls dies nicht möglich ist, mit einer blutigen Reposition und anschließender Kirschner-Drahtspickung behandelt. Bei einem akuten Verlauf erfolgt die geschlossene oder offene Reposition mit anschließender Kirschner-Drahtspickung. Bei allen akuten oder acute on chronic-Patienten wird das Hämarthros abpunktiert oder eine Kapselfensterung durchgeführt. In allen Fällen wird die nicht betroffene Seite prophylaktisch mit einer Kirschner-Drahtspickung behandelt. Eine Metallentfernung wird nur bei geschlossenen Epiphysenfugen durchgeführt. Der Fugenschluß am koxalen Femurende wird mit Hilfe von Röntgenaufnahmen ermittelt. Hierbei ist zu bedenken, daß der Fugenschluß, der normalerweise bei Mädchen im Alter von durchschnittlich 14,2 Jahren (11,0 bis 16,6 Jahre) und bei Knaben im Alter von durchschnittlich 16,3 Jahren (14,0 bis 19,0 Jahre) stattfindet⁵⁶, auf beiden Hüften nicht simultan erfolgen muß, sondern auf der erkrankten Seite verfrüht stattfinden kann³⁰. Sollte es durch Wachstumsprozesse zu einem Herausgleiten der Implantate aus der Epiphyse kommen, ist eine erneute operative Intervention, in der Regel eine Nachspickung, notwendig¹¹⁶.

1.4 Komplikationen der Epiphysiolysis capitis femoris

Avaskuläre Nekrose (AVN)

Die avaskuläre Nekrose entsteht durch Zerstörung der posterolateral aufsteigenden Blutgefäße. Die Veränderungen betreffen die komplette Epiphyse und werden meist innerhalb des ersten Jahres nach Behandlung der SCFE augenscheinlich. Klinisch äußert sich dies in zunehmender Steifheit der Hüfte mit Muskelspasmen, welche zu einer Flexions- und Adduktionskontraktur und in schweren Fällen auch zu einer fibrösen Ankylosierung führen können. Schmerzen werden vom Patienten in unterschiedlicher Art und Weise angegeben. Auf der Röntgenaufnahme fallen eine Verminderung des Gelenkspaltes, eine irreguläre Struktur und eine Osteoporose des Femurkopfes und des Acetabulums auf (Lowe⁹²). Die Ursachen hierfür sind einerseits in einem massiven Trauma, z. B. bei der akuten SCFE oder andererseits iatrogen, z. B. durch einen Repositionsversuch, zu finden. Canale¹⁸ unterschied in seiner Nachuntersuchung zwischen der geschlossenen, offenen und keiner Reposition. Er konnte zeigen, daß die Rate der AVN bei der offenen Reposition mit 27 % am größten war, gefolgt von der geschlossenen Reposition mit 20 %. Wenn keine Reposition vorgenommen wurde, kam es in 2 % der Fälle zum Auftreten einer AVN. Andererseits konnte Canale auch zeigen, daß Patienten, die keinerlei operative Therapie erhalten hatten, in bis zu 18 % der Fälle eine AVN entwickelten. Rattey¹²⁵ et al. vermuten, daß nur ein schwerer Abrutschvorgang, der in den meisten Fällen durch eine Reposition behandelt wird, und die akute Form der Epiphysiolysis capitis femoris zur Entstehung dieser Komplikation beitragen. Aber auch das Einbringen von Schrauben und anderen Metallimplantaten in der anterolateralen Position der Epiphyse, dem Ort der lateralen epiphysealen Arterien, ist mit einem erhöhten Risiko für die Entwicklung einer AVN verbunden. Ein Einbringen des Metalls in dem inferioren Teil der Epiphyse erscheint als bessere Methode, um mögliche Komplikationen zu vermeiden (Wenger/Rang¹⁶⁴). Krahn⁷⁷ et al. konnten in einem follow-up zeigen, daß 36

von 264 Epiphysiolyse-Patienten (dies entspricht 11 %) an einer AVN erkrankten. Hiervon kamen 22 Patienten (24 erkrankte Hüften) zu einer Nachuntersuchung nach durchschnittlich 31 Jahren (11 - 57 Jahre). Diese zeigte bei 37,5 % (entsprechend 9 Hüften) schlechte Resultate und die Patienten benötigten eine rekonstruktive Therapie. Die verbleibenden 15 Patienten hatten eine weitere Therapie abgelehnt, zeigten aber in ihren Röntgenbildern degenerative Zeichen und hatten eine schmerzhafteste Hüftbeweglichkeit.

Chondrolyse

Diese Komplikation der SCFE wurde erstmals 1930 von Waldenström¹⁵⁹ ¹⁶⁰ beschrieben. Die Inzidenz liegt nach Angaben von Tudisco¹⁵⁵ et al. bei 11,84 %.

Die Ätiologie der Chondrolyse ist die einer unspezifischen Arthritis. Zu Beginn der Chondrolyse kommt es zu Veränderungen der Synovia, welche in einer diffusen Infiltration von Lymphozyten, Plasmazellen und Histiozyten besteht. Im weiteren Verlauf kommt es zu zottenartigen Veränderungen und einer subsynovialen Fibrosierung. Mikroskopisch kann man unterschiedlich stark ausgeprägte Knorpelerosionen mit oberflächlich gelegenen Auffaserungen und anderen Oberflächenveränderungen erkennen. Desweiteren sterben Chondrozyten ab, wobei der Befall der tieferen Chondrozytenschichten unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Bei Fortbestehen der Erkrankung kommt es auch zu Veränderungen des subchondralen Knochens (Warner¹⁶¹ et al.). Hieraus resultieren eine Zerstörung des Gelenkknorpels und eine Verschmälerung des Gelenkspaltes. Es gibt viele Faktoren von denen angenommen wird, daß sie diesen Prozeß verstärken. Hierzu zählt die Tatsache, daß es während der Therapie mit Kirschner-Drähten oder speziellen Schrauben zu einem Vordringen dieser Metalle in den Gelenkspalt kommen kann, welches unter bestimmten Umständen noch nicht einmal bemerkt werden muß (silent pin penetration). Ob allerdings eine einzige Episode dieses Vorganges ausreicht, um eine Chondrolyse hervorzurufen, wird sehr kontrovers diskutiert (Stambourgh¹⁴²

et al., Vrettos/Hoffman¹⁵⁸, Emery²⁷ et al.). Zum Teil werden auch Autoimmunprozesse als Ursache angenommen (Tachdjian¹⁵¹). Eisenstein/Rothschild²⁶ konnten einen erhöhten Serumspiegel an Immunglobulinen und C3 bei Patienten mit SCFE nachweisen. Bei Patienten, welche eine Waldenströmnekrose entwickelten, zeigte sich eine erhöhte Immunglobulin Ig M Fraktion. Ebenso sind Schwarze häufiger von der Chondrolyse betroffen. Um einer Chondrolyse vorzubeugen, sollte versucht werden, die slipped capital femoral epiphysis- Patienten möglichst frühzeitig zu mobilisieren, denn eine durch Bewegungseinschränkung bedingte Minderproduktion synovialer Flüssigkeit wirkt sich negativ auf die Ernährung des Knorpels aus (Waldenström¹⁵⁹ 160) und vermindert so dessen Resistenzvermögen.

Coxarthrose

Wie bei vielen anderen Hüfterkrankungen auch, stellt die Coxarthrose eine der möglichen Spätfolgen der Epiphysiolysis capitis femoris dar. Harris⁵³ konnte anhand einer Untersuchung von 75 Patienten mit sogenannter idiopathischer Coxarthrose zeigen, daß 40 % in ihren Röntgenaufnahmen Anzeichen einer „pistol grip deformity“ aufwiesen, wie sie bei SCFE oder auch beim Morbus Perthes vorkommt. Die Gefahr, eine Coxarthrose zu entwickeln, ist sicherlich von dem Schweregrad der Erkrankung abhängig. Engelhardt²⁹ konnte in einer Untersuchung zeigen, daß die Ausbildung der Coxarthrose von dem Epiphysengleitwinkel und der Verlaufsdauer abhängig ist. So kommt es nach seinen Angaben bei einem Epiphysengleitwinkel von 40° im Verlauf von 30, 40 bzw. 50 Jahren in 14 %, 27 % bzw. 48 % der Fälle zu der Ausbildung einer Coxarthrose. Bei einem Epiphysengleitwinkel von 50° ist dies im gleichen zeitlichen Verlauf bei 18 %, 35 % bzw. 57 % der Patienten der Fall. Bei einem noch höhergradigen Abrutsch von 60° erhöht sich die Zahl der betroffenen Patienten im Verlauf der Jahre auf 25 %, 44 % bzw. 67 %. Allerdings können in allen Schweregraden der Erkrankung Remodellierungsphänomene sowie eine gezielte Therapie unter Umständen diesem degenerativen Prozeß entgegenwirken. So führte die früher

angewandte konservative Therapie, bestehend aus Bettruhe bis zur Ausbildung einer stabilen Fusion der Epiphyse, in einem hohen Maße zu einer späteren Coxarthrose (38 % schwere Coxarthrose, nur 17 % normale Hüften, Engelhardt²⁹ und Engelhardt²⁸). Andererseits kann dies, auch bei einer starken Ausprägung der Epiphysiolysis capitis femoris, durch eine rechtzeitig durchgeführte intertrochantäre Osteotomie verhindert werden. Nach Angaben von Schai¹³⁴ et al. zeigen nach durchschnittlich 24 Jahren 55 % der mit einer intertrochantären Osteotomie behandelten Patienten keine, 25 % leichte und 17 % starke radiologische oder klinische Zeichen einer Coxarthrose.

Frakturen des Femurs

Eine relativ seltene Komplikation bei der Behandlung der SCFE stellen subtrochantäre Frakturen dar. Nach Angaben von Canale²⁰ et al. kommt es bei 1,4 % der mit einer Schraubenosteotomie behandelten Patienten zu dieser Komplikation. Als Ursache werden nicht benutzte Bohrlöcher angenommen, aber auch andere Faktoren, wie thermische Einflüsse während der Operation, werden diskutiert. In einer Untersuchung von 10 Patienten, die mit mehreren Nägeln versorgt wurden und im Verlauf dieser Therapie eine subtrochantäre Fraktur erlitten, konnten Schmidt/Gregg¹³⁶ in fünf Fällen unbenutzte Bohrlöcher als Ursache identifizieren. Cameron¹⁷ et al. beschreiben fünf subtrochantäre Frakturen, welche bei Patienten auftraten, die unterschiedliche Therapieverfahren erhielten. All diesen Therapien war gemeinsam, daß sie einen niedrigen Eintrittspunkt des jeweiligen Materials in den lateralen Kortex aufwiesen und alle Patienten ein signifikantes Trauma, meist einen Sturz, erlitten hatten.

Eine noch seltenere Komplikation als die subtrochantäre Fraktur stellt die Oberschenkelhalsfraktur dar. Die Ursachen hierfür dürften den obengenannten für die subtrochantäre Fraktur gleichen. In zwei Fallbeschreibungen konnten Canale¹⁹ et al. allerdings nur über unbefriedigende Ergebnisse bei der Therapie dieser Komplikation berichten. So kam es in einem Fall zu einer Chondrolyse und einer avaskulären

Nekrose, bei dem anderen Patienten kam es zu keinem ausreichenden Zusammenwachsen der beiden Knochenteile, so daß weitere Operationen erforderlich wurden.

Störung der normalen Wachstumsvorgänge des proximalen Femurs

Berücksichtigt man den Einfluß, den ein Abgleiten der Epiphyse auf die Biomechanik der sich entwickelnden Hüfte ausübt, so erscheint es einleuchtend, daß hierdurch eine Vielzahl von Wachstumsstörungen ausgelöst werden können. Hierzu zählen z. B. die Ausbildung einer Coxa vara, Coxa brevis, ein überproportionales Wachstum und Höherentreten des Trochanter major und die Ausbildung einer Beinlängendifferenz. Diese Veränderungen sind um so ausgeprägter, je länger sich der Patient noch in der Wachstumsphase befindet. Segal¹³⁷ et al. untersuchten 21 Patienten (33 Hüften), deren Erkrankungsalter mindestens 1 Jahr vor dem durchschnittlichen Erkrankungsalter lag und verglichen diese mit 13 Patienten (17 Hüften), die in einem für die SCFE typischen Alter erkrankten. Sie konnten zum einen zeigen, daß es in der juvenilen Gruppe häufiger zu einer bilateralen Erkrankung kam (in 80 % der Fälle, verglichen mit Literaturangaben von 20 - 40 %) und daß es zum anderen häufiger zu Veränderungen des proximalen Femurs kam. So waren die Veränderungen der artikulo-trochantären Distanz (ATD) fast zweimal so stark ausgeprägt als in der Gruppe mit den älteren Patienten. Ein Vergleich der sogenannten „pin migration“, hierunter versteht man die Veränderung der Distanz zwischen der Schraubenspitze und der Wachstumsfuge, zeigte sogar einen über 20-fach größeren Betrag in der juvenilen Gruppe. Insgesamt zeigten sich bei 64 % der juvenilen Patienten eine Ausbildung einer Coxa vara, Coxa brevis oder ein überproportionales Wachstum des Trochanter major. Auch Remodellierungsprozesse, wie die Resorption von Knochen am superolateralen Anteil des Femurhalses oder Apposition von Knochen am posteroinferioren Anteil des Femurhalses, beeinflussen den Wachstumsprozeß des Femurs. Diese Remodellierungsphänomene sind nach Bellemans⁸ et al. bei 54 % bzw. 59 % der Patienten anzutreffen.

2. Zielsetzung der Arbeit

Aufgrund der vielfältigen Therapieformen wird verständlich, daß die Literatur über die einzelnen Therapieerfolge mannigfaltig ist. Allerdings findet die Spickung mit Kirschner-Drähten hierin nur vergleichsweise selten Erwähnung und auf die Beeinflussung der Wachstumsprozesse des proximalen Femurs wird noch weniger eingegangen.

Die meisten der Patienten der Universitätsklinik Marburg, welche sich in der Zeit zwischen 1983 und 1997 wegen einer Epiphysiolysis capitis femoris in Behandlung befanden, wurden mit einer Kirschner-Drahtspickung versorgt. In der vorliegenden Arbeit soll über die Behandlungsergebnisse mit dieser Methode berichtet werden. Die Auswertung der klinischen und radiologischen Parameter soll Einblicke in den Verlauf der Erkrankung und deren Komplikationen geben. Verschiedene klinische und radiologische Meßverfahren werden benutzt, um die Beeinflussung der physiologischen Wachstumsvorgänge am koxalen Femurende, daraus resultierende Deformitäten und - bei längerfristiger Betrachtung - erkennbare Verschleißvorgänge des Hüftgelenkes zu beschreiben. Mit Hilfe eines Fragebogens soll untersucht werden, inwiefern der Patient durch die Erkrankung beeinträchtigt ist. Durch einen Vergleich der Behandlungsergebnisse mit den in der Literatur zu findenden Resultaten soll das Behandlungsverfahren im Hinblick auf die Indikationsstellung sowie auf Komplikationen und Ergebnisse überprüft werden.

3. Material und Methodik

3.1 Auswertung der Patientenakten

Aus den Patientenakten werden folgende Informationen entnommen:

3.1.1 Geschlechtsverteilung der Patienten

Es soll herausgefunden werden, wie viele Mädchen und wie viele Knaben von der Erkrankung betroffen sind.

3.1.2 Art der Epiphysiolysis capitis femoris

Die Erkrankungsart der Patienten wird nach der von Fahey und O'Brien³² entwickelten Einteilung in acute, acute on chronic und chronic slip vorgenommen.

3.1.3 Chronologisches Alter bei Erkrankungsbeginn

Das Alter der Kinder bei Beginn der Erkrankung wird aufgezeichnet. Es soll ein Vergleich zwischen dem mittleren Erkrankungsalter der Mädchen und dem der Knaben gezogen werden.

3.1.4 Körpergewicht

Die Rate der Patienten mit Adipositas bei Erkrankungsbeginn wird bestimmt. Da das Gewicht in Relation zur Körperlänge gesehen werden muß, sollen die entsprechenden Perzentilen miteinander verglichen werden. Hierzu wird zunächst das entsprechende Längenalter der Patienten eruiert. Hierunter versteht man das Alter, bei dem die gemessene Länge der 50er-Perzentile entspricht. Sodann wird das Sollgewicht ermittelt, welches dem 50er-Perzentilenwert für dieses Alter entspricht. Zuletzt wird der prozentuale Anteil des Körpergewichtes am Sollgewicht errechnet. Von einer Adipositas spricht man, nach einer Definition von Niessen¹⁰⁷, wenn das Körpergewicht infolge einer Vermehrung des subkutanen Fettgewebes das aufgrund der Körpergröße zu erwartende Sollgewicht um 20 % überschreitet.

Als Vorlagen für die Ermittlung der Perzentilen dienen die Wachstumsstatistiken von Prader¹¹⁹ et al..

3.1.5 Familiäre Häufung der Erkrankung

Es werden Informationen über eine familiäre Häufung der Erkrankung herangezogen. Von besonderem Interesse ist hierbei die Frage, ob mehr Mädchen oder Jungen von einer familiären Form der Epiphysiolysis capitis femoris betroffen sind.

3.1.6 Pubertätsentwicklung

Es wird eruiert, ob die von der Epiphysiolysis capitis femoris betroffenen Kinder unter einer Verzögerung der pubertären Entwicklung leiden. Hierzu wird bei Mädchen das Menarchealter erfragt.

3.1.7 Hormonelle Störungen

Die Patientenakten werden auf Informationen über hormonelle Störungen der Patienten durchgesehen. Hier gilt das besondere Augenmerk den Schilddrüsenerkrankungen, dem Morbus Cushing oder der Therapie mit Wachstumshormonen.

3.1.8 Therapie

Die unterschiedlichen Therapieformen werden aufgelistet und hinsichtlich ihrer Komplikationen miteinander verglichen.

3.1.9 Komplikationen

Hierbei sind die in der Einleitung genannten Komplikationen zu berücksichtigen.

3.2 Material und Methoden der klinischen Untersuchung

Die klinische Nachuntersuchung der Patienten beinhaltet eine Prüfung der Beweglichkeit der Hüften, der Beinlängendifferenz sowie einen Fragebogen. Dieser Fragebogen ist im folgenden wiedergegeben. Er umfaßt sowohl die deutsche Fassung des Harris hip Score⁵², des Merle d'Aubigné hip Score¹⁰⁰ als auch Fragen nach der familiären Häufung der Erkrankung und hormonellen Störungen. Grundsätzlich werden nur solche Patienten nachuntersucht, welche primär mit einer Kirschner-Drahtspickung versorgt wurden. Unter diesen Kindern befinden sich auch jene, deren Wachstumsprozeß noch nicht abgeschlossen ist, bei denen also die Kirschner-Drähte noch nicht entfernt sind. Da es, soweit ersichtlich, nicht bekannt ist, ob ein in-situ fixierter Kirschner-Draht einen Einfluß auf die klinische Bewegungsprüfung hat, werden die Patienten in zwei Gruppen unterteilt. In der ersten Gruppe befinden sich jene Kinder, deren Behandlung zum Zeitpunkt der klinischen Nachuntersuchung bereits abgeschlossen ist und in der zweiten Gruppe werden all jene Kinder zusammengefaßt, deren Behandlung noch nicht abgeschlossen ist.

Harris hip Score (max. 100 Punkte)

I. Schmerzen (max. 44 Punkte)	Punkte
A. keine Schmerzen	44
B. gelegentlich leichte, die Aktivitäten nicht beeinträchtigende Schmerzen	40
C. leichte Schmerzen, kein Einfluß auf alltägliche Aktivitäten, selten mittelstarke Schmerzen, bei ungewohnten Aktivitäten Einnahme von Aspirin	30
D. mittelstarke Schmerzen, tolerierbar, einige Einschränkungen bei alltäglichen Aktivitäten oder Arbeiten, Patient nimmt gelegentlich Medikamente - stärker als Aspirin - ein	20
E. starke Schmerzen, ernsthafte Einschränkung der Aktivität	10
F. Schmerzen in Ruhe, völlig arbeitsunfähig, bettlägerig	0

II. Funktion (max. 47 Punkte)	Punkte
A. Gang (max. 33 Punkte)	
1. Hinken	
a) kein Hinken	11
b) leichtes Hinken	8
c) mittelstarkes Hinken	5
d) sehr starkes Hinken	0
2. Gehhilfen	
a) keine	11
b) Stock bei langer Gehstrecke	7
c) meistens Stock	5
d) eine Krücke	3
e) zwei Stöcke	2
f) zwei Krücken	0
g) Gehen ist nicht möglich	0
3. Gehstrecke	
a) unbegrenzt	11
b) 6 Häuserblöcke	8
c) 2-3 Häuserblöcke	5
d) nur innerhalb des Hauses	2
e) nur vom Bett zum Stuhl	0
B. Aktivitäten (max. 14 Punkte)	
1. Treppen	
a) normal, ohne das Geländer zu benutzen	4
b) normal, das Geländer wird benutzt	2
c) in irgendeiner Art möglich	1
d) Treppensteigen ist nicht möglich	0
2. Schuhe und Socken anziehen	
a) mit Leichtigkeit	4
b) mit Schwierigkeiten	2
c) unmöglich	0

3. Sitzen
- a) komfortables Sitzen auf normalem Stuhl für 1 Std. 5
 - b) auf hohem Stuhl für _ Std. 3
 - c) unmöglich auf irgendeinem Stuhl zu sitzen 0
4. Benutzung öffentlicher Transportmittel möglich 1

III. Extrapunkte (max. 4 Punkte)

- A. weniger als 30° Flexionskontraktur 1
- B. weniger als 10° Adduktionskontraktur 1
- C. weniger als 10° Innenrotationskontraktur in Extension 1
- D. Beinlängendifferenz weniger als 3,2 cm 1

IV. Bewegungsumfang

A. Flexion

$$0^\circ - 45^\circ * 1,0 = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$45^\circ - 90^\circ * 0,60 = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$90^\circ - 110^\circ * 0,3 = \underline{\hspace{4cm}}$$

B. Abduktion

$$0^\circ - 15^\circ * 0,8 = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$15^\circ - 20^\circ * 0,3 = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$\text{über } 20^\circ * 0 = \underline{\hspace{4cm}}$$

C. Außenrotation in Extension

$$0^\circ - 15^\circ * 0,4 = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$\text{über } 15^\circ * 0 = \underline{\hspace{4cm}}$$

D. Innenrotation in Extension

$$\text{Innenrotation in Extension} * 0 = \underline{\hspace{4cm}}$$

E. Adduktion

$$0^\circ - 15^\circ * 0,2 = \underline{\hspace{4cm}}$$

Merle d'Aubigné hip Score

Schmerzen	Punkte
Schmerz ist intensiv und permanent	0
Schmerz ist stark, auch in der Nacht	1
Schmerz ist stark während des Gehens, aktivitätseinschränkend	2
Schmerz ist erträglich, aktivitätseinschränkend	3
leichte Schmerzen nur beim Gehen	4
leichte, inkonstante Schmerzen, normale Aktivität	5
keine Schmerzen	6
Bewegungsumfang	Punkte
Ankylose mit ungünstiger Stellung der Hüfte	0
Ankylose mit günstiger Stellung	1
Flexion unter 40°	2
Flexion 40 - 60°	3
Flexion 60 - 80°, Patient kann seinen Fuß erreichen	4
Flexion 80 - 90°, Abduktion mindestens 15°	5
Flexion mehr als 90°, Abduktion bis 30°	6
Gehvermögen	Punkte
Gehen ist nicht möglich	0
Gehen nur mit Unterarmgehstützen möglich	1
Gehen nur mit Stöcken möglich	2
Gehen mit einem Stock < 1 Stunde, kaum ohne Stock möglich	3
Lange Strecken mit Stock, kurze Zeit ohne Stock hinkend möglich	4
Gehen ohne Stock, aber mit leichtem Hinken möglich	5
normal	6

Sonstige Fragen

- Familiäre Häufung der Erkrankung
- Pubertätsentwicklung (Menarche)
- Hormonelle Störungen
- Beinlängendifferenz

In dem oben angegebenen, 1969 von W. H. Harris entwickelten hip Score, sind maximal 100 Punkte erreichbar. Er beinhaltet vier verschiedene Teilbereiche (Schmerz, Funktion, Bewegungsumfang, Abwesenheit von Deformitäten). Diese Bereiche sind für den Patienten von unterschiedlicher Bedeutung. So ist z. B. der Bewegungsumfang für den Patienten nur dann relevant, wenn er die Funktionsfähigkeit des Hüftgelenkes im alltäglichen Leben limitiert. Dieser Tatsache wird im Harris hip Score durch eine unterschiedliche Punkteverteilung in den einzelnen Bereichen Rechnung getragen. So können in der Kategorie Schmerz maximal 44 Punkte, in der Kategorie Funktion maximal 47 Punkte, im Bereich Bewegungsumfang maximal 5 Punkte und durch Abwesenheit von Deformierungen maximal 4 Punkte erreicht werden.

Außerdem wird die unterschiedliche Bedeutung der Beweglichkeit in einem bestimmten Teilbereich des Bewegungsumfanges durch eine Multiplikation mit einem entsprechenden Faktor berücksichtigt (siehe beigefügten Harris hip Score). Die Bewertung erfolgt anhand der Einteilung von Harris:

1. 90 – 100 Punkte: exzellentes Ergebnis
2. 80 – 89 Punkte : gutes Ergebnis
3. 70 – 79 Punkte : befriedigendes Ergebnis
4. unter 70 Punkte : schlechtes Ergebnis

Im Bewertungsbogen nach Merle d'Aubigné werden drei Kategorien [Schmerz (Pain = P), Bewegungsumfang (Motion = M) und Gang (Walk = W)] unterschieden, in denen jeweils 6 Punkte erreicht werden können. Die für den Patienten geringere Bedeutung des Bewegungsumfanges fließt in die

Auswertung ein. Ein Ergebnis gilt als sehr gut, wenn $P + W = 11$ oder 12 , als gut, wenn $P + W = 10$, als mittelmäßig, wenn $P + W = 9$, als befriedigend, wenn $P + W = 8$ und als schlecht, wenn $P + W = 7$ oder eine geringere Punktzahl ergibt. Bei einem Bewegungsumfang von 4 wird das Ergebnis um eine Kategorie reduziert, bei einem Bewegungsumfang von 3 oder weniger sogar um 2 Kategorien.

3.3 Material und Methode der radiologischen Untersuchungen

Alle Patienten werden radiologisch ausgewertet, sofern nicht eines der folgenden Ausschlußkriterien vorliegt:

- a) ungenügende Anzahl von Röntgenbildern
- b) vorherige Therapie der Epiphysiolysis capitis femoris mit einer Schraubenosteosynthese oder Nagelung
- c) keine prophylaktische Spickung der gesunden Gegenseite
- d) Fraktur des Oberschenkelhalses

Die Auswertung der Röntgenbilder des a. p. und axialen Strahlenganges umfaßt die Bestimmung der pin-joint ratio, der pin-physis ratio, der artikulo-trochantären Distanz, der centro-trochantären Distanz, des Centrum-Collum-Diaphysenwinkels, des Epiphysenwinkels, der dorsalen Abrutschdistanz nach Wirth, der Mose-Ringe, des epiphyseal quotient, des joint surface quotient, des radius quotient sowie des Knochenalters.

3.3.1 Pin-joint ratio (B/A)*100

Unter der von Laplaza/Burke⁸¹ 1995 beschriebenen pin-joint ratio versteht man die Distanz von der Drahtspitze zum Gelenk (B), dividiert durch die Gesamtlänge des Drahtes (A) und dann mit dem Faktor 100 multipliziert.

3.3.2 Pin-physis ratio (C/A)*100

Diese ebenfalls von Laplaza/Burke beschriebene Entfernung umfaßt die Distanz von der Drahtspitze zur Wachstumsfuge (C), dividiert durch die Gesamtlänge des Drahtes (A) und dann mit dem Faktor 100 multipliziert.

3.3.3 Artikulo-trochantäre Distanz (ATD)

Unter der ATD versteht man die senkrechte Distanz zwischen der durch den höchsten Punkt des Hüftkopfes festgelegten Gelenkebene und der durch die

Trochanterspitze bestimmten Ebene. Als Normalwert wird ein Wert von 20 mm (Ordeberg¹⁰⁹ et al.), bzw. 21 mm (Edgren²⁵) angegeben.

3.3.4 Centro- trochantäre Distanz (CTD)

Diese beschreibt die senkrechte Distanz zwischen der durch das Zentrum des Hüftkopfes gelegten Ebene und der durch die Trochanterspitze gelegten Ebene. Nach Angaben von Lengsfeld/Griss⁸² beträgt dieser Wert im Idealfall 0 mm, so daß Hüftkopfbereich und Trochanterspitze auf einer Höhe liegen.

3.3.5 Centrum-Collum-Diaphysenwinkel (CCD-Winkel)

Der CCD- Winkel beschreibt den Winkel, der von der Schenkelhalsachse und der Achse der Femurdiaphyse gebildet wird. Normalerweise wird die Schenkelhalsachse durch das Zentrum des Hüftkopfes gelegt. Da es jedoch bei der SCFE auch zu einer Verlagerung dieses Zentrums kommt, muß man die Achse des Schenkelhalses unabhängig hiervon bilden. Der CCD-Winkel ist altersabhängig und beträgt für Jugendliche im Alter von 10 - 12 Jahren nach Angaben von Glogowski³⁹ normalerweise 132°.

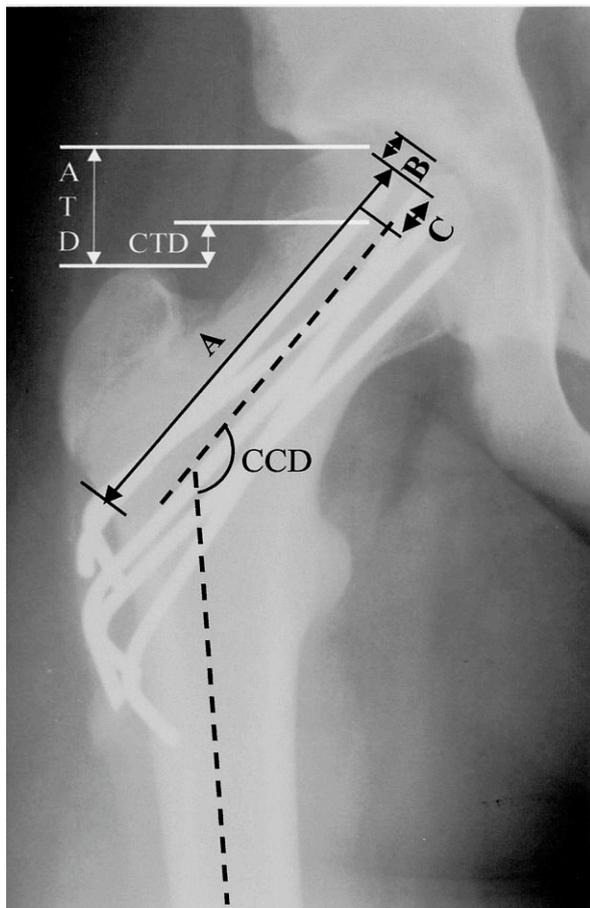


Abb. 4 verdeutlicht die o.a. Meßwerte

3.3.6 Epiphysenwinkel (epi)

Nach Reichelt¹²⁷ wird dieser Wert an der axialen Röntgenaufnahme bestimmt. Er wird von einer Geraden, welche durch die beiden Eckpunkte der Epiphyse geht und der Halbierenden des Schenkelhalses gebildet. Eine Verkleinerung dieses Meßwertes unter 85° zeigt eine Dislokation an.

Einteilung in Krankengruppen anhand des Epiphysenwinkels

Anhand des Epiphysenwinkels wird die Einteilung in vier verschiedene Krankengruppen (Krankgr) vorgenommen, die als Maß für die Schwere der Erkrankung dienen sollen. In der Krankgr 1 werden jene Hüften, deren Epiphysenwinkel $\leq 50^\circ$ beträgt, zusammengefaßt. Die Krankgr 2 beinhaltet die Epiphysenwinkel zwischen $51^\circ - 69^\circ$. Die Epiphysenwinkel zwischen $70^\circ - 79^\circ$ werden in der Krankgr 3 berücksichtigt. Die Krankgr 4 umfaßt die gesunden Hüften mit einem Epiphysenwinkel $\geq 80^\circ$.

3.3.7 Dorsale Abrutschdistanz nach Wirth (w3)

Dieser Meßwert wird auf der axialen Aufnahme bestimmt und stellt die maximale senkrechte Entfernung zwischen der Schenkelhalshalbierenden und der hierzu parallel verlaufenden Geraden an der Oberseite der Corticalis des Femurkopfes (w 1) bzw. an der Unterseite des Femurkopfes (w 2) dar. Der Quotient zwischen w 2 und w 1 wird als w 3 bezeichnet.

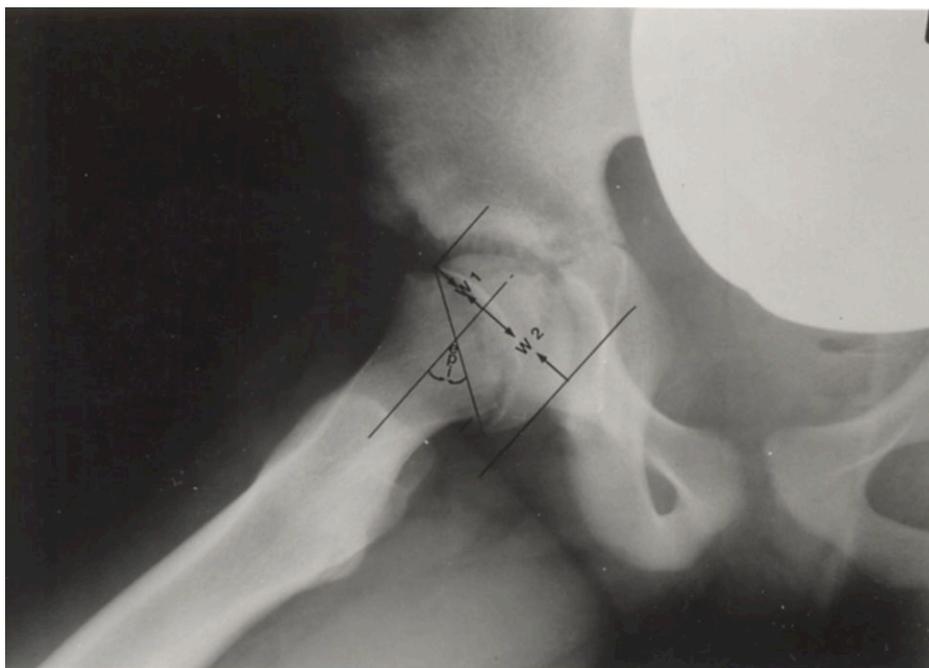


Abb. 5 zeigt die o. a. Meßwerte.

3.3.8 Mose-Ringe

Diese erstmals von Mose¹⁰⁶ beschriebenen konzentrischen Kreise im Abstand von 2 mm werden auf den Hüftkopf aufgelegt und es wird entschieden, ob der Hüftkopf konzentrisch gebaut ist. Da es bei den Röntgenbildern im a. p. Strahlengang bzw. den Lauenstein-Aufnahmen zu unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der Sphärizität des Hüftkopfes kommen kann, nehmen wir eine Einteilung in drei Gruppen vor.

Einteilung in die Mosegruppen

Mosegruppe 1 umfaßt jene Hüftköpfe, welche sich in beiden Röntgenprojektionen rund darstellen. In der Mosegruppe 2 stellt sich der Hüftkopf in einer Röntgenprojektion rund und in der anderen entrundet dar. In der Mosegruppe 3 ist der Hüftkopf in keiner Aufnahme sphärisch.



Abb. 6 stellt einen Hüftkopf mit den aufliegenden Mose-Ringen dar.

3.3.9 Epiphyseal quotient (EQ)

Unter diesem von Mose¹⁰⁶ 1980 beschriebenen Quotienten verbirgt sich folgende Berechnung: $EQ = (A \cdot b) / (B \cdot a)$, wobei b und B die größtmögliche Distanz zwischen den beiden Eckpunkten der Wachstumsfuge darstellen

(b auf der gesunden, B auf der erkrankten Seite). Unter a (auf der gesunden Seite) bzw. A (auf der erkrankten Seite) versteht man die senkrecht auf b bzw. B stehende Ebene zwischen der Epiphysenfuge und dem Gelenkspalt.

3.3.10 Joint surface quotient (JSQ)

Diese ebenfalls von Mose beschriebene Berechnung stellt folgenden Quotienten dar: $JSQ = (H \cdot r) / (R \cdot h)$, wobei unter h bzw. H die Höhe des Hüftkopfes der gesunden bzw. der erkrankten Seite verstanden wird und unter r bzw. R der Radius des gesunden bzw. des erkrankten Hüftkopfes.

3.3.11 Radius quotient (RQ)

Dieser Quotient lautet: $RQ = R/r$ und wurde ebenfalls von Mose beschrieben.

3.3.12 Mosekriterien

Mit Hilfe der Mose-Ringe, des EQ, des JSQ und des RQ ist laut Mose¹⁰⁶ eine Entscheidung über die Sphärizität des Hüftkopfes möglich. So wird unterschieden in: 1. normal sphärisch, wenn: $EQ > 60$, $JSQ > 85$ und $RQ < 115$ sind, in 2. pathologische Sphärizität, wenn diese Kriterien nicht erfüllt werden können und in 3. nicht sphärisch, wenn die Kontur des Hüftkopfes unregelmäßig ist oder über 1 mm auf der Mose-Schablone variiert.

Da es beim Auflegen der Mose-Ringe Hüftköpfe gibt, die sich in einer Röntgenprojektion konzentrisch und in der anderen Röntgenprojektion entrundet darstellen, verwenden wir im folgenden eine etwas andere Einteilung. So bedeutet Mosekriterium 1, daß $EQ > 60$, $JSQ > 85$, $RQ < 115$ beträgt und der Hüftkopf beim Auflegen der Mose-Schablone konzentrisch ist. Mosekriterium 2 bedeutet, daß die o. g. Kriterien für EQ, JSQ und RQ nicht erfüllt sind oder sich der Hüftkopf in einer der beiden Projektion nicht konzentrisch darstellt. Bei dem Mosekriterium 3 ist keine dieser Bedingungen erfüllt.

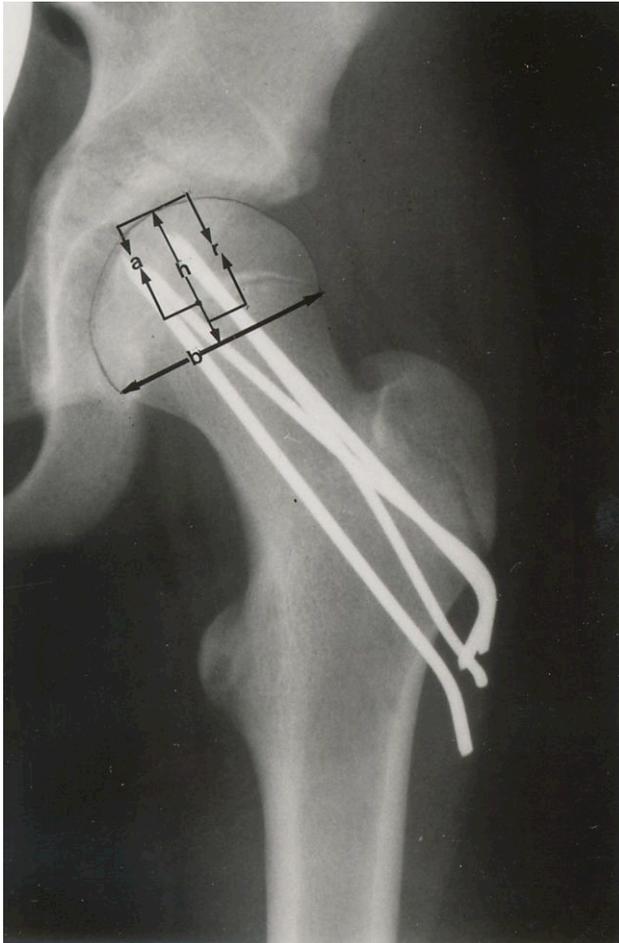


Abb. 7 zeigt die zur Berechnung des EQ, JSQ und RQ benötigten Abstände.

Um einen Vergleich der verschiedenen Röntgenparameter in Abhängigkeit vom Alter der Patienten, vom Knochenalter der Erkrankten oder in Abhängigkeit von der Schwere der Erkrankung zu ermöglichen, werden die Patienten in verschiedene Untergruppen eingeteilt. Um bei diesen Betrachtungen die Meßparameter zu ähnlichen Zeitpunkten zu vergleichen, werden verschiedene Zeitgruppen festgelegt. Die Einteilungen werden nachstehend näher erläutert.

3.3.13 Altersgruppen

Die Patienten werden entsprechend ihres Alters in vier verschiedene Gruppen (Altgr) unterteilt. Diese Einteilung umfaßte in der Gruppe 1 die Alterstufe 9-11 Jahre, in Gruppe 2 die Alterstufe 12 Jahre, in Gruppe 3 die Alterstufe 13-14 Jahre und in Gruppe 4 die Patienten, welche älter als 14 Jahre sind.

3.3.14 Knochenaltergruppen

Ähnlich dieser Einteilung wird eine Unterteilung anhand des Knochenalters (Roaltgr) vorgenommen. Das Knochenalter der Patienten wird nach der von Acheson¹ beschriebenen Oxford-Methode bestimmt. Danach wird eine Einteilung der Patienten in drei verschiedene Gruppen vorgenommen. Hierbei umfaßt die Roaltgr 1 die 11 – 12- Jährigen, die Roaltgr 2 die 13 – 14- Jährigen und die Roaltgr 3 die 15- Jährigen.

3.3.15 Erkrankungsgruppen

Diese Einteilung wurde unter der Erklärung des Epiphysenwinkels bereits erläutert.

3.3.16 Zeitgruppen

Die Zeiten, welche zwischen dem 1. Röntgenbild, das der Diagnosestellung diene, und den jeweils folgenden Röntgenbildern liegen, werden in Gruppen zusammengefaßt. Es ergeben sich 7 Zeitgruppen, wobei folgende Einteilung vorgenommen wird: 0, 1 - 31, 32 - 93, 94 - 183, 184 - 365, 366 - 547, \geq 548 Tage nach Diagnosestellung.

3.4 Material und Methode der Messung des Einflusses der Rotationsstellung auf die Meßwerte im Rahmen eines Vorversuches

Die Objektgröße auf einer radiologischen Abbildung ist immer abhängig von der Entfernung zwischen Film und Fokus und der Entfernung zwischen Fokus und dem Röntgenobjekt sowie dem Abstand zwischen Objekt und Film. Da es sich bei dieser Nachuntersuchung um eine retrospektive Studie handelt, ist es somit auch nicht möglich hierauf einzuwirken. Eine Einflußgröße auf dem axialen Röntgenbild ist die erkankungsbedingte Einschränkung der Rotation des Hüftgelenkes. Dies entspricht einer Veränderung des Fokus-Objekt- und des Objekt-Film -Abstandes. Im Verlauf des Heilungsprozesses der Epiphysiolysis capitis femoris kommt es vielfach auch wieder zu einer vollständigen Rückbildung der zu Beginn deutlichen Einschränkung der Innenrotationsfähigkeit. In einem Vorversuch soll getestet werden, welchen Einfluß die Rotation auf die Meßwerte pin-joint ratio, pin-physis ratio, artikulo-trochantäre Distanz, centro-trochantäre Distanz und Centrum-Collum-Diaphysenwinkel hat. Hierzu wird ein Modell gebaut, welches aus einem rotierbarem, mit vier Kirschner-Drähten versehenem Plastikfemur besteht. Aus einer willkürlich festgelegten Nullposition heraus werden Röntgenaufnahmen im a. p.- Strahlengang mit einer Rotation von 10° Innenrotation bis 30° Außenrotation angefertigt (jeweils in Schritten von 5°).

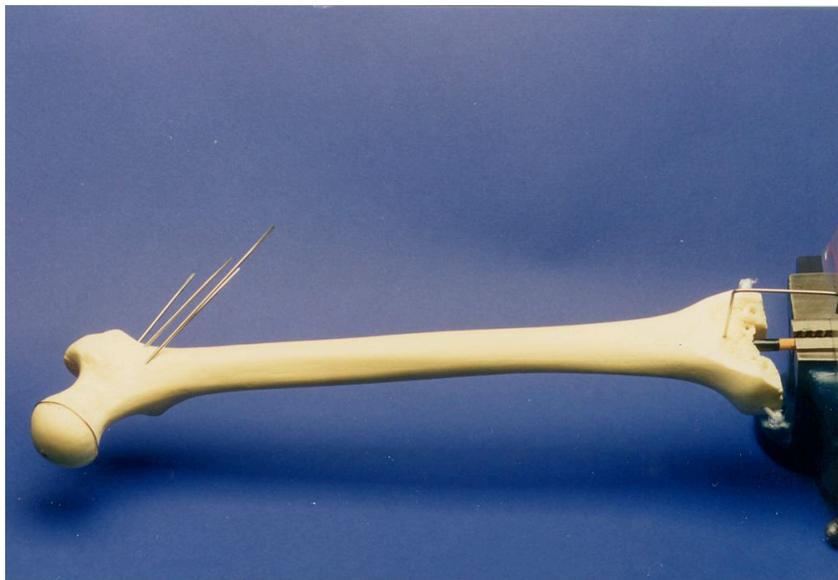


Abb. 8 zeigt das oben beschriebene Modell.

4. Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Aktenstudie

In dieser retrospektiven Studie werden die Daten von 62 Patienten ausgewertet, welche sich zwischen 1983 und 1997 auf Grund einer Epiphysiolyse capitis femoris in der Universitätsklinik Marburg in Behandlung befanden. Hierbei war die Behandlung bei 50 Patienten bereits abgeschlossen und 12 Patienten hatten ihre Wachstumsphase noch nicht beendet.

4.1.1 Geschlechtsverteilung der Patienten

Insgesamt wurden 33 Knaben und 29 Mädchen untersucht. Dies entspricht einer Geschlechterrelation von Knaben zu Mädchen von 1,14 : 1.

4.1.2 Art der Epiphysiolyse capitis femoris

Es zeigte sich, daß 5 akute Fälle von SCFE vorlagen, 2 acute on chronic slips und 50 chronische SCFE. Bei den verbleibenden 5 Patienten konnte die Form der SCFE nicht mehr angegeben werden, da die Akten von zwei Patienten nicht mehr auffindbar waren und in den verbleibenden drei Fällen anhand der Anamnese keine entsprechende Einteilung vorzunehmen war. Es konnte jedoch ermittelt werden, daß die SCFE in keinem Fall Folge einer Strahlentherapie eines Malignoms oder einer septischen Arthritis war.

4.1.3 Chronologisches Alter bei Erkrankungsbeginn

Zum Zeitpunkt der Diagnosestellung betrug das durchschnittliche Alter der Patienten 13,06 Jahre (Minimum 9,94 Jahre, Maximum 18,44 Jahre). Wenn man das Erkrankungsalter für beide Geschlechter getrennt betrachtet, so wird deutlich, daß die Mädchen in einem früheren Alter von der Erkrankung betroffen sind als die Knaben. So liegt das durchschnittliche Erkrankungsalter bei den Mädchen bei 11,93 Jahren (9,94 Jahre bis 13,94 Jahre), bei den Jungen jedoch bei 13,97 Jahren (10,04 Jahre bis 18,44 Jahre).

4.1.4 Körpergewicht

Bei 54 der Patienten waren Angaben über das Körpergewicht und die Körpergröße der Patienten zum Zeitpunkt der Erstdiagnose in den Krankenakten zu finden.

Bei 28 Kindern (51,9 %), hierunter 11 Mädchen und 17 Knaben, lag eine Adipositas vor. 23 der untersuchten Kinder (42,6 %) wiesen ein Körpergewicht zwischen 100 % - 119 % des Sollgewichtes auf. Drei der Patienten (5,5 %) wogen weniger als das Sollgewicht.

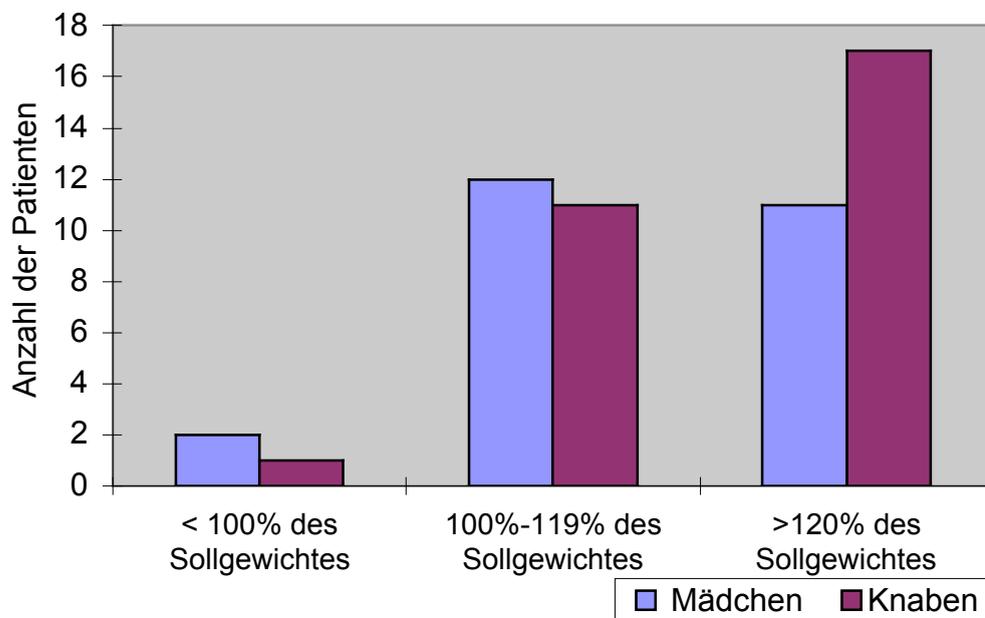


Abb. 9: Die Abbildung faßt die gefundene Gewichtsverteilung noch einmal zusammen.

Hierbei ist besonders auffällig, daß über die Hälfte (58,6 %) der untersuchten Knaben an Übergewicht litten. Es waren sogar Werte von 190 % des Sollgewichtes zu ermitteln. Bei den Mädchen fand sich eine andere Verteilung. Bei 8 % der Patientinnen lag das Körpergewicht unter dem für die Körpergröße üblichen Sollgewicht, bei 48 % der Patientinnen betrug das Körpergewicht 100 % - 119 % des Sollgewichtes und 44 % der Patientinnen

litten unter einer Fettleibigkeit. Allerdings lag das Körpergewicht des adipösesten Mädchens mit 173,2 % des Sollgewichtes unterhalb des für den schwersten Knaben ermittelten Wertes.

4.1.5 Familiäre Häufung der Erkrankung

4.1.6 Pubertätsentwicklung

4.1.7 Hormonelle Störungen

Die Angaben in den Patientenakten zur familiären Häufung der Erkrankung, hormonellen Ungleichgewichten und der Pubertätsentwicklung der Patienten waren nur lückenhaft, so daß eine Auswertung dieser Parameter anhand der Patientenakten nicht möglich war. Somit konnten nur bei jenen Patienten, welche zu einer Nachuntersuchung in die Universitätsklinik kamen, Informationen hierüber eruiert werden. Auf diese Parameter wird bei der Beschreibung der Ergebnisse der klinischen Untersuchung (4.2.3, 4.2.4, 4.2.5) näher eingegangen

4.1.8 Therapie

Insgesamt war bei 50 Patienten die Behandlung bereits abgeschlossen und die restlichen 12 befanden sich noch in Behandlung. In Bezug auf die primäre operative Versorgung der Patienten ergaben sich folgende Informationen: bei 60 der Patienten wurde eine Spickung mit Kirschner-Drähten vorgenommen, in 59 der Fälle beidseitig (bei einem Patienten verweigerten die Eltern die prophylaktische Spickung der Gegenseite), bei zwei Erkrankten wurde primär eine Imhäuser-Operation durchgeführt. In der Gruppe der Patienten, die mit einer Kirschner-Drahtspickung behandelt wurden, befanden sich zwei Patienten, die sich in der Universitätsklinik Marburg vorstellten, nachdem sie zuvor auswärtig mit einer Kirschner-Drahtspickung bzw. mit Schrauben versorgt worden waren. Im weiteren Verlauf der Behandlung wurde in 18 Fällen eine Respickung notwendig, bei einem Knaben wurde diese sogar zweimal durchgeführt. Bei sechs weiteren Patienten ergab sich zu einem späteren Zeitpunkt die Indikation zur Durchführung einer Imhäuser-Operation. In einem Fall wurde kurz nach der ersten Spickung eine

Spießkürzung notwendig. Obwohl hier eine sog. pin penetration vorlag, kam es im weiteren Therapieverlauf bei diesem Patienten zu keinerlei Komplikationen, und der Patient war subjektiv beschwerdefrei.

4.1.9 Komplikationen

Im Verlauf der Behandlung ergaben sich bei fünf Patienten Komplikationen. Hierunter fanden sich eine avaskuläre Nekrose, eine silent pin penetration, ein Metallbruch, eine Weichteilinfektion sowie eine Oberschenkelfraktur. Letztlich erzielten alle diese Patienten recht gute Ergebnisse in der klinischen Nachuntersuchung.

Im folgenden wird auf die verschiedenen Komplikationen näher eingegangen.

Avaskuläre Nekrose

Bei einer Patientin (dies entspricht 1,61 % der behandelten Patienten) kam es zu einer Ausbildung einer avaskulären Nekrose. Im Verlauf ergab sich die Indikation zur intertrochantären Osteotomie.

Die Röntgenbilder dokumentieren den Therapieverlauf dieser Patientin. Das präoperative Röntgenbild zeigte deutlich eine beidseitige SCFE, wobei der Abrutschwinkel auf der rechten Seite größer war als auf der linken (Epiphysenwinkel rechts 37° versus links $71,5^\circ$). Die Patientin wurde mit einer Kirschner-Drahtspickung behandelt. In der Röntgenkontrolle, die ein Jahr postoperativ durchgeführt wurde, zeigt sich deutlich die Ausbildung einer Nekrose. Mit Hilfe einer valgisierenden intertrochantären Osteotomie konnte diese erfolgreich behandelt werden und die Patientin zeigte auch im Merle d'Aubigné Score (12 Punkte) ein sehr erfreuliches Resultat .



Abb.10: Diese, ein Jahr nach Therapiebeginn durchgeführte Röntgenkontrolle, zeigt deutlich die Ausbildung einer avaskulären Nekrose bei einer 13 Jahre und 8 Monate alten Patientin.

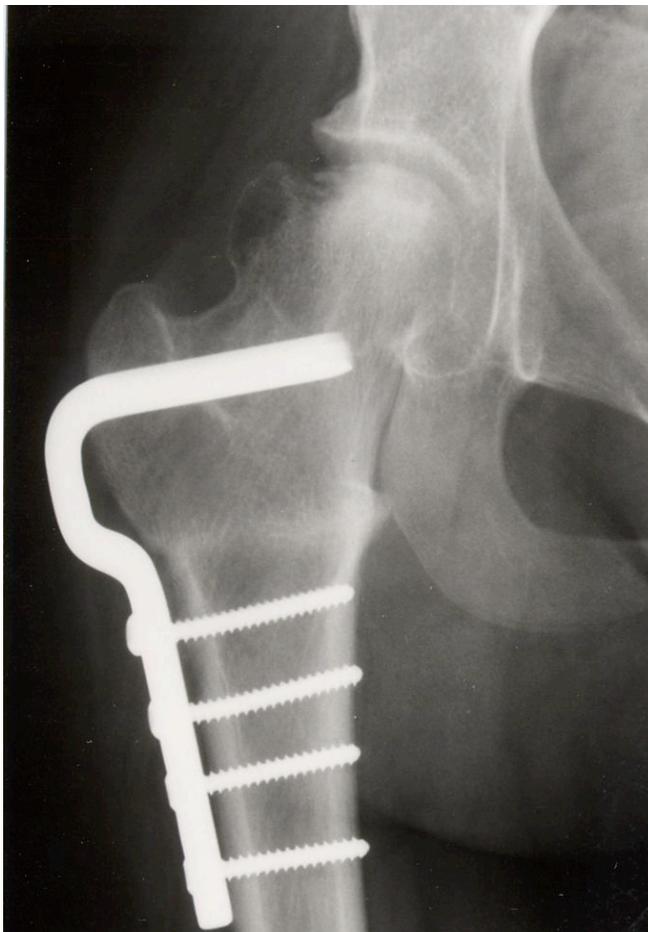


Abb. 11 zeigt die mit einer Osteotomie versorgte avaskuläre Nekrose.

Chondrolyse

In der untersuchten Patientenpopulation kam es bei einem Patienten zum Vordringen der Kirschner-Drähte in den Gelenkspalt. Es wurde umgehend eine Spießkürzung vorgenommen. Im weiteren Krankheitsverlauf wurde bei dem beschwerdefreien Patienten keine Ausbildung einer Waldenström-Nekrose beobachtet.

Coxarthrose

Mit Hilfe der vorliegenden Patientenakten konnte keine Ausbildung einer manifesten Coxarthrose ermittelt werden.

Frakturen des Femurs

Hier ist ein Patient zu erwähnen, der fünf Wochen nach der Spickdrahtversorgung eine Oberschenkelfraktur erlitten hatte. Als Ursache hierfür konnte ein Sturztrauma ermittelt werden. Ob die Fraktur in einem Bereich aufgetreten war, in dem sich möglicherweise ein nicht für die Spickung benötigtes Bohrloch befand, war zu diesem Zeitpunkt nicht mehr zu ermitteln. Die Fraktur konnte jedoch, wie die Röntgenaufnahmen zeigen, mit Hilfe einer Osteosynthese adäquat versorgt werden.



Abb. 12 zeigt eine Fraktur, welche sich bei einem 14 Jahre und 3 Monate alten Knaben fünf Wochen postoperativ ereignete.



Abb. 13 zeigt die operative Versorgung der zuvor gezeigten Fraktur.

Operationsbedingte Komplikationen

Weichteilinfektion

Bei einer Patientin kam es zur Ausbildung einer Weichteilinfektion. Als Erreger konnte *Staphylococcus aureus* nachgewiesen werden. Die Therapie bestand in einer Spaltung des Abszesses sowie einer antibiotischen Therapie mit Cefuroxim und Netilmicin. Der weitere Heilungsverlauf der Epiphysiolyse capitis femoris wurde nicht gestört.

Metallbruch

Ein Patient erlitt zwölf Wochen nach dem Einbringen der Kirschner-Drähte einen Metallbruch. Mit Hilfe der Patientenakten konnte hierfür jedoch keine auslösende Ursache eruiert werden. Der weitere klinische Verlauf gestaltete sich unauffällig.

4.2 Ergebnisse der klinischen Untersuchung

Insgesamt kamen 47 der insgesamt 62 Patienten zu einer Nachuntersuchung. Hiervon befanden sich 8 Patienten noch in der Behandlungsphase. Von den nicht erschienenen Patienten waren zwei verstorben und zwei unbekannt verzogen. Die restlichen 11 Patienten verweigerten die Nachuntersuchung aufgrund von Beschwerdefreiheit und eines zu langen Anfahrtsweges, der nicht vergütet werden konnte. Hervorzuheben ist jedoch, daß bei den verstorbenen Patienten die Todesursache in keinem Zusammenhang mit der Epiphysiolyse capitis femoris stand.

Unter den zur Nachuntersuchung erschienenen 47 Patienten befanden sich 26 Mädchen und 21 Knaben. Im Durchschnitt waren 6,38 Jahre zwischen der Diagnosestellung und dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung vergangen. Teilt man die zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten in zwei Gruppen, nämlich in jene, die sich noch in der Behandlungsphase befanden und jene, deren Wachstum bereits abgeschlossen war, so zeigt sich eine andere Verteilung. Bei den bereits ausgewachsenen Patienten waren durchschnittlich 7,58 Jahre seit der Diagnosestellung vergangen (1,39 Jahre bis 14,32 Jahre), bei den sich noch in Behandlung befindlichen Patienten waren durchschnittlich 1,3 Jahre (0,19 Jahre bis 3,15 Jahre) vergangen.

4.2.1 Harris hip Score

Die Auswertung des Harris hip Scores ergab in 43 Fällen exzellente und sehr gute, in 2 Fällen gute Werte. Lediglich bei einer Patientin lag ein befriedigendes und bei einer weiteren Erkrankten ein schlechtes Ergebnis vor. Beide Personen befanden sich nicht mehr in der Wachstumsphase. Als mögliche Ursache für diese wenig erfreulichen Resultate könnte bei dem schlechten Ergebnis die Ausbildung einer avaskulären Nekrose dienen und bei der Patientin mit dem nur befriedigenden Ergebnis, die lange Dauer der Beschwerdesymptomatik. So gab die Patientin an, circa ein Jahr unter Hüftschmerzen gelitten zu haben, ehe die Diagnose einer SCFE gestellt wurde.

Betrachtet man den Harris hip Score in Abhängigkeit von der Schwere der Erkrankung, so zeigt sich, daß 10 der zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten der Krankengruppe 1 angehörten und somit am stärksten von der Erkrankung betroffen waren. Von diesen Patienten erzielten 8 einen exzellenten, eine Patientin einen befriedigenden und eine Patientin einen schlechten Harris hip Score.

In der Krankengruppe 2 befanden sich 21 Patienten, von denen 20 eine exzellente und eine Patientin eine gute Punktzahl erzielten.

Von den 12 Patienten, die sich in der Krankengruppe 3 befanden, erreichten 11 einen exzellenten und ein Patient einen guten Harris hip Score.

Bei vier Jugendlichen war eine Einteilung in die verschiedenen Krankengruppen nicht möglich. Diese erzielten jedoch im Harris hip Score alle ein exzellentes Resultat.

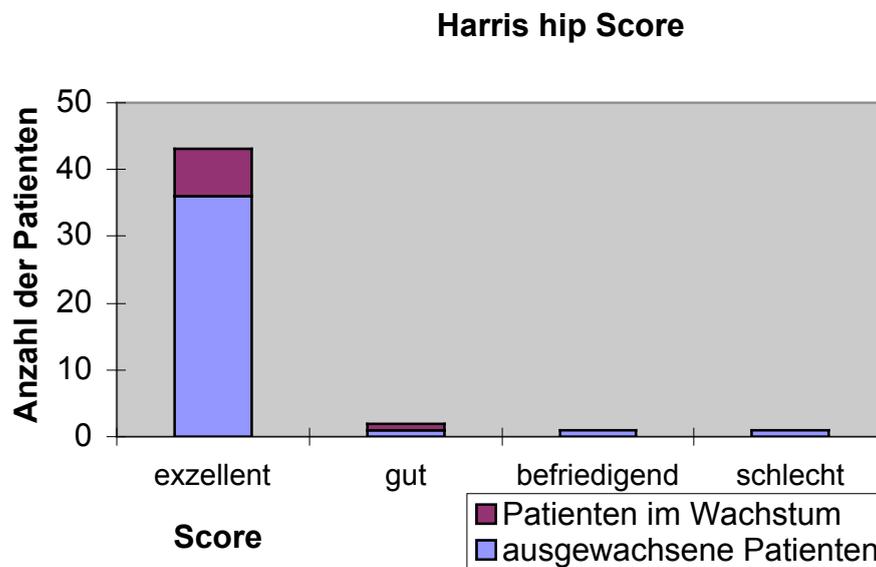


Abb.14 verdeutlicht die Verteilung der Harris hip Scores. Es ist zu erkennen, daß die meisten Patienten einen exzellenten oder guten Harris hip Score erzielen konnten.

4.2.2 Merle d'Aubigné Score

Bei der Anwendung des Merle d'Aubigné Scores ergab sich eine etwas andere Verteilung der Ergebnisse. 41 der untersuchten Patienten erreichten ein sehr gutes Resultat, zwei ein gutes und eine Patientin erzielte eine mittelmäßige Punktzahl. In zwei Fällen lag ein ausreichendes Ergebnis vor. Hierunter befanden sich die oben genannte Patientin mit der lange bestehenden Schmerzsymptomatik und ein weiterer Patient, der beim Harris hip Score ein gutes Ergebnis erzielt hatte. Das einzige schlechte Ergebnis erreichte eine Patientin, die sich 14 Tage nach einer Respickung vorstellte und noch auf Krücken angewiesen war. Bemerkenswerterweise hatte diese Patientin im Harris hip Score eine gute Punktzahl erbringen können. Alle anderen Patienten, die sich in der Wachstumsphase befanden, konnten ein sehr gutes Ergebnis im Merle d'Aubigné Score erzielen.

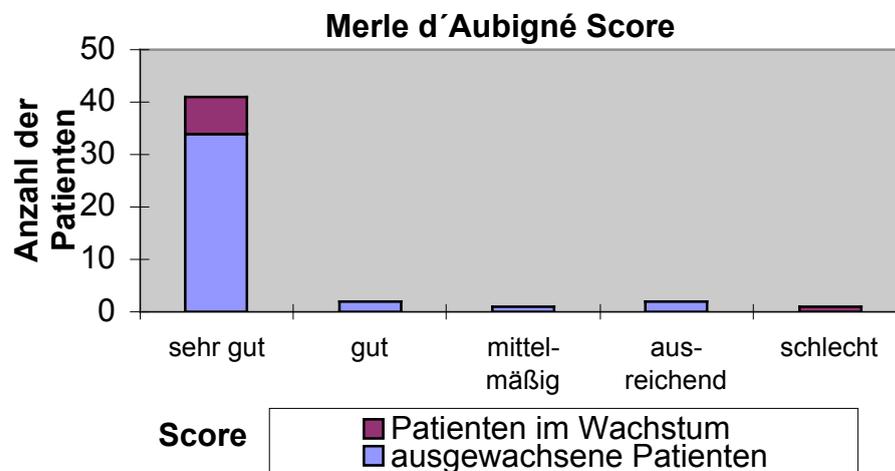


Abb.15 zeigt die Ergebnisse der Patienten bezüglich des Merle d'Aubigné Scores.

Betrachtet man den Merle d'Aubigné Score hinsichtlich der verschiedenen Krankengruppen, so zeigt sich, daß von den 10 Patienten, die der Krankengruppe 1 angehören, 8 ein sehr gutes Resultat im Merle d'Aubigné Score zeigten. Eine Patientin zeigte ein mittelmäßiges und eine Patientin ein ausreichendes Ergebnis.

Von den 21 Patienten, die sich in der Krankengruppe 2 befanden, zeigten 19 ein sehr gutes, ein Patient ein gutes und eine Patientin ein schlechtes Ergebnis.

Die 12 Patienten der Krankengruppe 3 erzielten in 11 Fällen ein sehr gutes und in einem Fall ein ausreichendes Ergebnis.

Bei den vier Jugendlichen, bei denen keine Röntgenbilder vorlagen, wurde dreimal ein sehr gutes und einmal ein gutes Resultat im Merle d' Aubigné Score erreicht.

4.2.3 Familiäre Häufung der Erkrankung

Eine familiäre Häufung der Erkrankung konnte bei sieben der untersuchten Patienten festgestellt werden. Dies entspricht 14,9 % der zur Nachuntersuchung erschienen Kinder.

Bei fünf der untersuchten Patienten war noch ein weiteres Geschwistermitglied an SCFE erkrankt. In vier Fällen, hierunter ein Geschwisterpaar, war die Mutter der Kinder von der Erkrankung betroffen. In drei weiteren Fällen, hierunter auch das eben erwähnte Geschwisterpaar, war zudem die Großmutter mütterlicherseits von der Erkrankung betroffen. Es war kein Vater an SCFE erkrankt. Unter den von einer familiären Häufung der Erkrankung betroffenen Kindern befanden sich sechs Mädchen und ein Knabe.

4.2.4 Pubertätsentwicklung

Um die pubertäre Entwicklung der Kinder zu Beginn der Erkrankung abschätzen zu können, wurde bei den Mädchen der Beginn ihrer Menstruationsblutung erfragt. Nur bei einem der 26 Mädchen war bereits bei Erkrankungsbeginn die Menarche einige Monate zuvor erfolgt. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war bei 23 Mädchen die erste Regelblutung erfolgt. Der Beginn der Periode lag durchschnittlich bei einem Alter von 13,7 Jahren (11,5-16 Jahren), wobei eine Patientin trotz mehrfacher Befragung keine Angaben über den Beginn ihrer ersten Monatsblutung machen konnte.

4.2.5 Hormonelle Störungen

Eine schwerwiegende Endokrinopathie lag - nach eigenen Angaben - bei keinem der Patienten vor. Auch wurde kein Patient aufgrund eines verminderten Wachstums mit Wachstumshormonen behandelt. Allerdings erhielten 5 der Patienten (10,6 % der Kinder) eine medikamentöse Therapie. So nahmen zwei Kinder Jodid, ein weiterer Patient Levothyroxin 150 und zwei Patienten eine Kombination beider Substanzen ein. Untersuchungen der Schilddrüsenwerte zu Beginn der Erkrankung oder bei der Nachuntersuchung der Patienten wurden jedoch nicht durchgeführt.

Während der klinischen Untersuchung der zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten ergab sich kein Hinweis auf das Vorliegen einer endokrinologischen Störung.

4.2.6 Beinlängendifferenz

Bei der Untersuchung der Beinlängendifferenz zeigte sich bei 38 Patienten keine oder nur eine geringe Beinlängendifferenz von unter 1 cm. Bei neun Patienten kam es hingegen zu einem Unterschied der Beinlänge von 1 bis 1,5 cm. Ein schwerwiegenderer Beinlängenunterschied konnte nicht festgestellt werden. Bei den untersuchten Patienten kam es zu keinen durch die Beinlängendifferenz bedingten Komplikationen. Die therapeutische Versorgung mit Hilfe eines Schuhausgleichs wurde von den Kindern gut akzeptiert.

Tabelle 1

Beinlängendifferenz (cm)	Patienten (%)
0	20 (42,6)
0,5	18 (38,3)
1	5 (10,6)
1,5	4 (8,5)

4.3. Ergebnisse der radiologischen Untersuchung

4.3.1 Ergebnisse des Vorversuches

Es wurden die oben genannten Meßwerte (pin-physis ratio, pin-joint ratio, CCD-Winkel, ATD, CTD) im a. p.-Röntgenbild bestimmt, wobei im folgenden immer die Mittelwerte der einzelnen Parameter ausgewertet werden. Die pin-joint ratio zeigt in den verschiedenen Rotationsstellungen einen annähernd gleichbleibenden Wert. Die Regressionsgerade hierfür lautet $y = (-0,051) x + 20,615$ mit $R^2 = 0,8826$. Bei der Betrachtung von pin-physis ratio zeigt sich, daß sich mit zunehmender Außenrotation auch die Werte vergrößern. Die Regressionsgerade lautet: $y = 0,3664 x - 5,1448$ mit $R^2 = 0,9976$.

Hieraus folgt, daß die pin-physis ratio relativ stark von der Rotation abhängig ist, und somit relativ unzuverlässig ist. Die pin-joint ratio hingegen wird von der Rotation wenig beeinflusst und ist somit eine relativ stabile Größe.

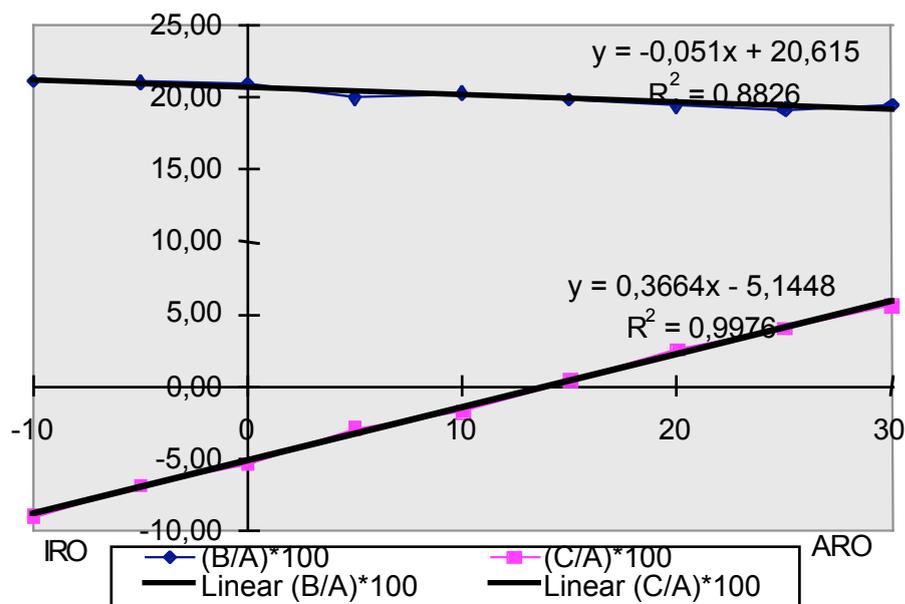


Abb. 16 zeigt die Abhängigkeit der pin-physis ratio und der pin-joint ratio von der Rotationsstellung des Hüftgelenkes während der Anfertigung der Röntgenaufnahme.

Bei der Auswertung der Werte der artikulo- und centro-trochantären Distanz zeigt sich ein sehr geringer Anstieg der Meßwerte bei einer Vergrößerung der Außenrotation. Hierbei lauteten die Regressionsgeraden für die artikulo-trochantäre Distanz $y = 0,1936x + 20,941$ mit $R^2 = 0,8528$, für die centro-trochantäre Distanz $y = 0,1927x - 6,3273$ mit $R^2 = 0,8009$. Die Centrum-Collum-Diaphysenwinkel zeigen mit zunehmender Außenrotation einen geringfügig stärkere Vergrößerung der Meßwerte. Hierbei lautet die Regressionsgerade für den CCD-Winkel $y = 0,3x + 135,41$ mit $R^2 = 0,9003$.

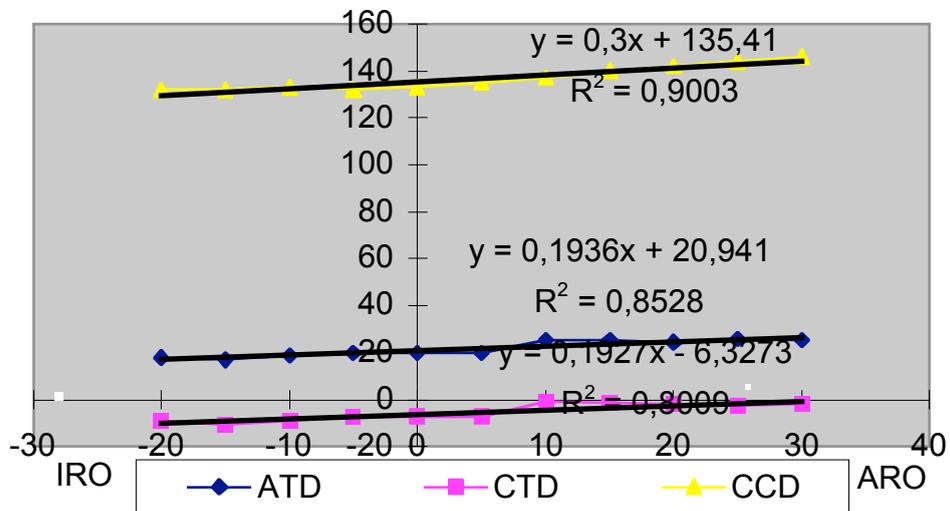


Abb. 17 zeigt die Abhängigkeit der Werte ATD, CTD und CCD von der Rotationsstellung während der Anfertigung der Röntgenaufnahme.

4.3.2 Ergebnisse der Untersuchung der Röntgenbilder der Patienten

Leider war es nicht möglich die Röntgenbilder aller Patienten auszuwerten. Es waren lediglich die Röntgenbilder von 47 Patienten auswertbar, von denen sich 8 Patienten noch vor Abschluß der Behandlung befanden. Als Gründe für den Ausschluß von Patienten aus der radiologischen Nachuntersuchung sind anzuführen: fehlende Röntgenbilder in 11 Fällen, eine vorherige Behandlung wegen der SCFE mit einer Schraubenosteosynthese oder Nagelung in einem anderen Krankenhaus bei 2 Patienten, eine Fraktur des Oberschenkelhalses während der SCFE-Behandlung bei einem Patienten, sowie eine nur einseitige Spickung bei einem Knaben, dessen Eltern die prophylaktische Spickung der Gegenseite verweigerten. Falls bei einem Patienten eine erneute Spickung notwendig wurde, weil die Kirschner-Drähte die Epiphysen nicht mehr adäquat umfaßten, wurden nur die Werte der pin-joint ratio und der pin-physis ratio der ersten Spickung ausgewertet.

4.3.2.1 Beschreibung des Patientenkollektives

4.3.2.1.1 Geschlechtsverteilung der radiologisch ausgewerteten Patienten

Es befanden sich unter den Patienten, deren Röntgenbilder ausgewertet werden konnten 27 Mädchen (dies entspricht 57,4 %) und 20 Jungen (dies entspricht 42,6 %).

4.3.2.1.2 Schwere der Erkrankung der radiologisch ausgewerteten Patienten

Aufgrund des Epiphysenwinkels wurden vier weitere Gruppen gebildet, welche als Maß für die Schwere der Erkrankung dienen sollten. In der Krankgr 1 ($\text{epi} \leq 50^\circ$) befanden sich insgesamt 13 Hüften, davon 6 rechte und 7 linke Seiten. Die Krankgr 2 ($\text{epi } 51^\circ - 69^\circ$) beinhaltete 30 Fälle (14 rechte und 16 linke Seiten). Die Krankgr 3 ($\text{epi } 70^\circ - 79^\circ$) berücksichtigte 26 Hüften, davon 11 rechte und 15 linke. In der Krankgr 4 ($\text{epi} \geq 80^\circ$) befanden sich 25 Hüften (16 rechte und 9 linke).

Ein einseitiges Vorliegen der Erkrankung ergab sich somit in 25 Fällen. Dies entspricht einem Anteil von 53,2 %.

In 31 Fällen war die rechte Seite erkrankt, in 38 Fällen die linke Hüfte. Somit ergab sich ein leichtes Überwiegen der linken Seite (linke Seite : rechter Seite = 1,23 : 1).

Verteilung der Krankengruppen

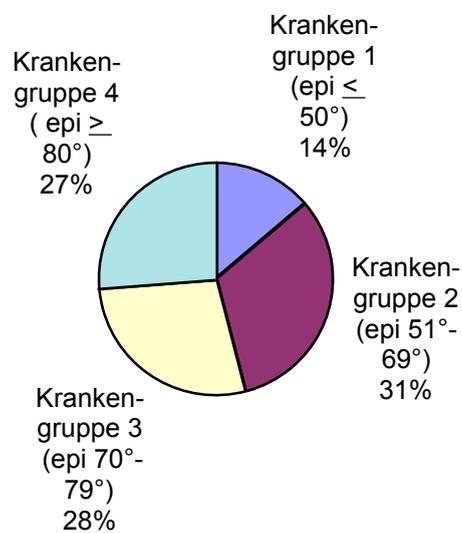


Abb. 18 faßt die Verteilung der Patienten in den verschiedenen Krankengruppen zusammen.

4.3.2.1.3 Chronologisches Alter der radiologisch ausgewerteten Patienten

Die Patienten wurden entsprechend ihres Alters in vier verschiedene Gruppen unterteilt. Diese Einteilung umfaßte in der Gruppe 1 (Alterstufe 9 - 11 Jahre) 15 Patienten, in Gruppe 2 (12 Jahre) 12 Patienten, in Gruppe 3 (13 - 14 Jahre) 12 Patienten und in Gruppe 4 (> 14 Jahre) 8 Patienten.

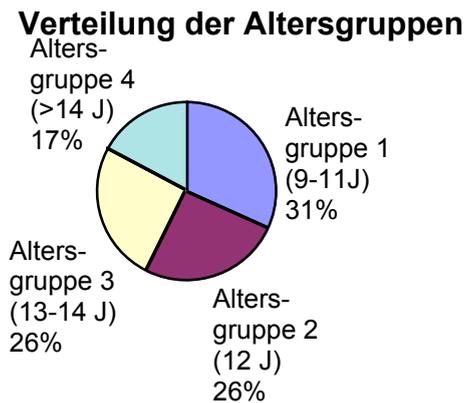


Abb. 19 zeigt die Verteilung der Patienten in den verschiedenen Altersgruppen.

4.3.2.1.4 Knochenalter der radiologisch ausgewerteten Patienten

Das Knochenalter der Patienten wurde nach der von Acheson¹ beschriebenen Oxford-Methode bestimmt. Danach wurde eine Einteilung der Patienten in drei verschiedene Gruppen vorgenommen. Hierbei umfaßte die 1. Gruppe (Roaltgr 1), welche die 11 - 12 Jährigen beinhaltete, 21 Patienten, die Roaltgr 2, welche die 13-14 Jährigen einschloß, 18 Patienten und die Roaltgr 3, welche die 15 Jährigen umfaßte, 8 Patienten.

Verteilung der Knochenaltersgruppen

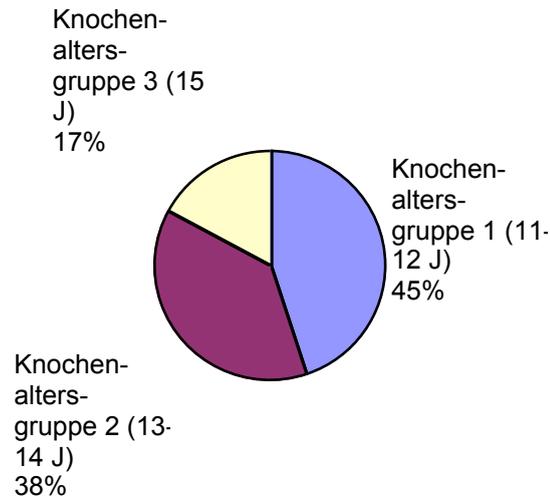


Abb. 20 gibt Auskunft über die Verteilung der Patienten hinsichtlich des Knochenalters.

Das Knochenalter ist bei den meisten der radiologisch ausgewerteten Patienten höher als das chronologische Alter. So entspricht das ermittelte Knochenalter nur bei 18 Patienten dem Lebensalter. Bei 24 Patienten liegt es oberhalb des Lebensalters und bei 5 Patienten unterhalb desselben.

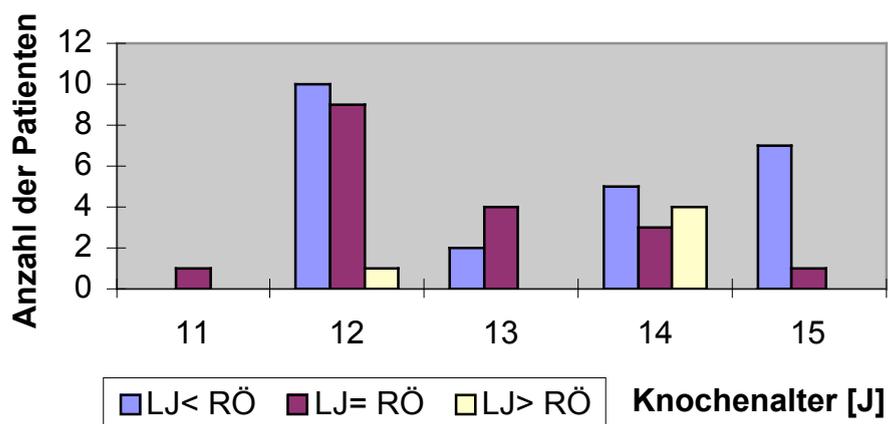


Abb. 21 zeigt einen Vergleich zwischen dem chronologischen Lebensalter (LJ) der Patienten und dem radiologischen Alter (RÖ).

4.3.2.1.5 Erkrankte Seite

Bei der Untersuchung der Röntgenbilder hinsichtlich der Seite der Erkrankung konnte in 31 Fällen eine Epiphysiolyse der rechten Seite und in 38 Fällen eine Erkrankung der linken Seite festgestellt werden. Es lag somit ein beidseitiger Abrutsch bei 22 (46,8%) der hier untersuchten Patienten vor.

4.3.2.2 Radiologisch ermittelte Meßdaten

Bei den zu untersuchenden Werten pin- joint ratio, pin- physis ratio, ATD, CTD und CCD handelt es sich um intervallskalierte Merkmale, d.h. es liegen Merkmale vor, bei denen aus der Differenz der Merkmalsausprägung auf die Unterschiede der Merkmalsträger geschlossen werden kann. Somit stellt das arithmetische Mittel (mean) ein geeignetes Maß zur Beschreibung der zentralen Tendenz dar.

Um die Beschreibung der einzelnen Meßwerte anschaulicher zu gestalten wurden mit Hilfe des Programms SPSS Diagramme erstellt, welche die Mittelwerte und die 95 %-Konfidenzintervalle darstellen.

Es werden im folgenden die verschiedenen Meßwerte in den unterschiedlichen Patientengruppen untersucht.

4.3.2.2.1 Pin-joint ratio

Pin-joint-ratio in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel

Als erstes wird im folgenden auf die Ergebnisse der pin-joint ratio in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel (Krankgr) eingegangen. Anhand des dargestellten Diagramms erkennt man, daß die am stärksten von der Erkrankung betroffene Gruppe 1 einen deutlich geringen Zuwachs der pin-joint ratio verzeichnen kann als die drei anderen Gruppen, welche sich alle annähernd gleich verhalten. Dieser Unterschied zwischen der am stärksten von der Erkrankung betroffenen und den drei weniger betroffenen Gruppen wird v. a. zu späteren Zeitpunkten (> 184 Tage) augenscheinlich. In den letzten beiden Zeiteinteilungen kommt es sogar zu keiner Überschneidung mit den Konfidenzintervallen der anderen Krankengruppen, so daß dieses Ergebnis signifikant ist. Zu Beginn des Diagramms ist dieser unterschiedliche Kurvenverlauf noch nicht so deutlich zu erkennen und es kommt sogar in der Zeit 1 - 31 Tage nach Diagnosestellung zu einer Überschneidung der einzelnen Gruppen. Dieser, im Vergleich zum übrigen Kurvenverlauf ungewöhnlich erscheinende Verlauf der Meßwerte kann wahrscheinlich, ebenso wie die starke Spannbreite der Konfidenzintervalle der Krankengruppen 1 und 4, auf die geringe Fallzahl zurückgeführt werden. So

beinhaltet die Graphik zu diesem Zeittermin in den jeweiligen Gruppen nur 2, 4, 7 bzw. 3 Meßwerte. Dies sind wesentlich weniger Meßparameter als zu den anderen Terminen. Obwohl eine frühe Röntgenkontrolle nach der Operation wünschenswert wäre, konnte auf Grund der Retrospektivität der Untersuchung hierauf kein Einfluß genommen werden.

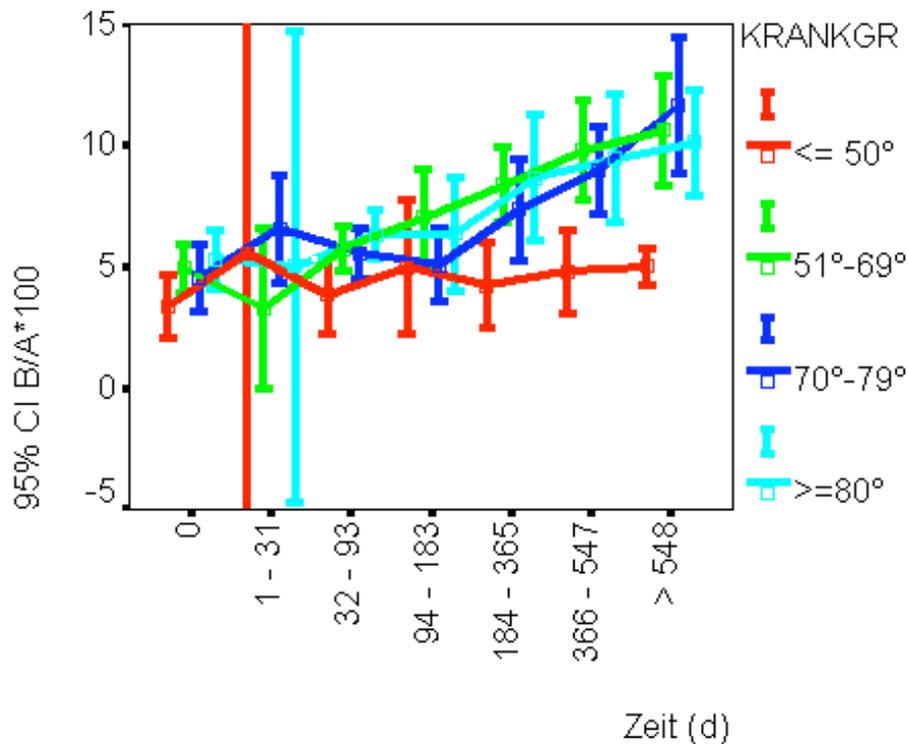


Abb. 22 zeigt den zeitlichen Verlauf der pin-joint ratio in Abhängigkeit von der Schwere der Erkrankung (Epiphysenwinkel). Die am stärksten von der Erkrankung betroffenen Patienten haben, im Vergleich zu den von der Erkrankung weniger betroffenen Patienten, ein geringeres Wachstumspotential.

Pin-joint ratio in Abhängigkeit vom chronologischen Alter

Bei der Betrachtung der pin-joint ratio in Abhängigkeit vom chronologischen Alter der Patienten erkennt man im zeitlichen Verlauf in allen vier Gruppen eine deutliche Zunahme der pin-joint ratio. In der folgenden Graphik sind die 95 %-Konfidenzintervalle der pin-joint ratio dargestellt. Aufgrund von Überschneidungen der Konfidenzintervalle und nur geringer Unterschiede im

Kurvenverlauf der einzelnen Gruppen sind keine signifikanten Resultate erkennbar. Wenn man jedoch die Werte zum Zeitpunkt der Diagnosestellung und zum Zeitpunkt von mehr als 548 Tagen nach Diagnosestellung miteinander vergleicht, kann man eine interessante Auffälligkeit feststellen. So beträgt die Differenz dieser beiden Meßwerte in der Gruppe der 9-11-jährigen Patienten 7,54, bei den 12-jährigen 5,2, bei den 13-14-jährigen 4,13 und in der Gruppe derjenigen Patienten, die 15 Jahre und älter sind, nur noch 3,81.

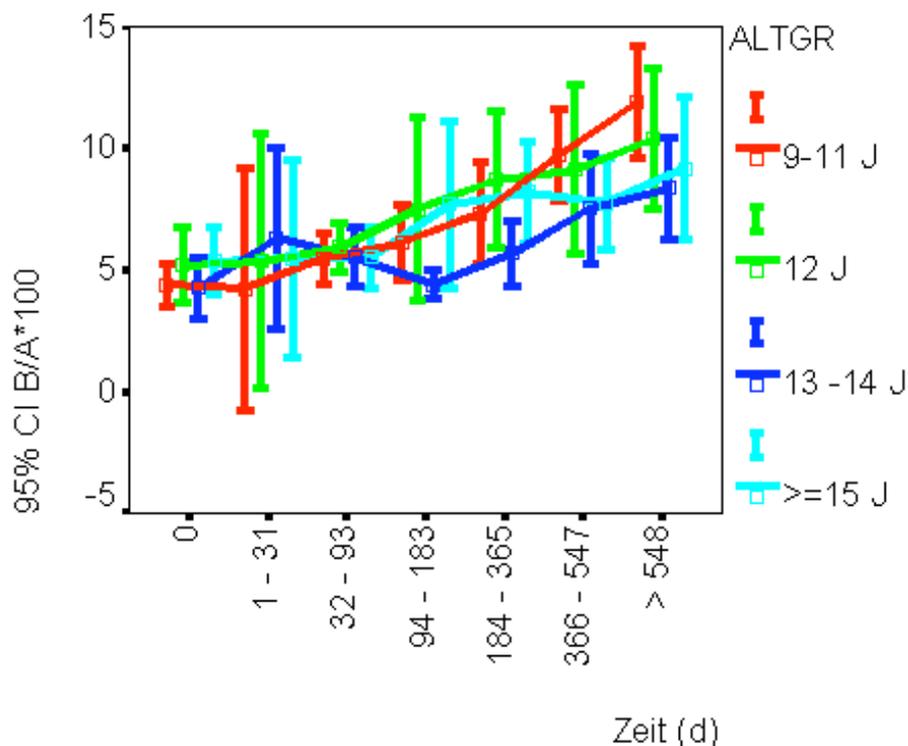


Abb. 23 zeigt den Verlauf der pin-joint ratio in Abhängigkeit vom chronologischen Alter.

Pin-joint ratio in Abhängigkeit vom Knochenalter

Bei der Darstellung des zeitlichen Verlaufs der pin-joint ratio in Abhängigkeit von Knochenalter der Patienten ist in allen drei Altersgruppen ein Zuwachs dieses Meßwertes zu verzeichnen. Leider fehlen zu dem zweiten Zeitpunkt einige Meßwerte, so daß hier das Konfidenzintervall für die Gruppe der Patienten, deren Knochenalter 11 und 12 Jahre beträgt, sehr groß ist. Es befinden sich nur 2 Meßparameter in dieser Gruppe.

Hinsichtlich der Gruppe der Patienten mit einem Knochenalter von 15 Jahren fehlt dieser Wert sogar ganz. Im weiteren Verlauf des Diagramms ist in allen Knochenaltersgruppen eine Zunahme der pin-joint ratio zu verzeichnen. Hierbei ist festzustellen, daß die Kurve der 11- und 12-Jährigen sich fast immer oberhalb derjenigen der anderen Altersgruppen befindet. Die Kurve der Patienten, die 15 Jahre und älter sind, befindet sich fast immer unterhalb derjenigen der anderen Knochenaltersgruppen. Der abfallende Kurvenverlauf in dieser Gruppe im letzten Zeitintervall läßt sich mit einer im Vergleich zu den anderen beiden Knochenaltersgruppen geringeren Fallzahl erklären (14 versus 36 und 34). Es ist also insgesamt in allen Knochenaltersgruppen ein Wachstum des Femurs zu verzeichnen. Dieses Wachstum ist in allen Gruppen fast gleich ausgeprägt, wobei es, im Vergleich zur mittleren Patientengruppe, bei den jüngeren Patienten etwas mehr und bei den älteren Patienten etwas weniger voranschreitet.

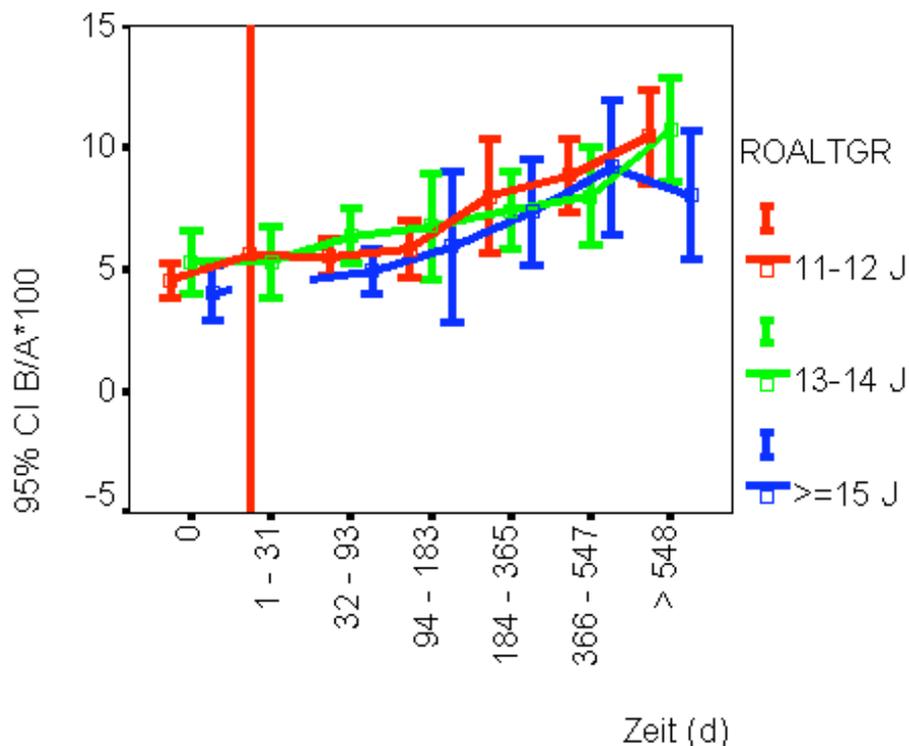


Abb. 24 zeigt den Verlauf der pin-joint ratio in den verschiedenen Knochenaltersgruppen.

4.3.2.2.2 Pin-physis ratio

Pin-physis ratio in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel

Die graphische Darstellung der pin-physis ratio in den einzelnen Krankengruppen zeigt in allen vier Gruppen einen abfallenden Verlauf.

Auch bei diesem Meßparameter verhalten sich die Werte in den einzelnen Gruppen anfangs annähernd gleich und gehen erst ab dem dritten Zeitintervall (32 - 93 Tage) auseinander. In dem Zeitraum von 1 - 31 Tagen nach der Operation zeigen die 95 %-Konfidenzintervalle bei den Patienten, deren Epiphysenwinkel $\leq 50^\circ$ bzw. $\geq 80^\circ$ beträgt, eine große Spannweite. Dies kann mit der geringen Fallzahl von 2 bzw. 3 erklärt werden. Im weiteren Fortgang zeigen alle vier Kurven einen abfallenden Verlauf, wobei auch hier wiederum einige, vom übrigen Verlauf abweichende Meßwerte, mit einer geringen Fallzahl erklärt werden können. So beinhaltet z. B. die Krankengruppe 1 94 - 183 Tage nach der Operation nur 5 Patienten. Wenn man diesen Wert als Ausreißer interpretiert, so zeigt die Krankengruppe 1 ab dem dritten Zeittermin nur noch einen geringen Abfall. Die anderen Gruppen zeigen einen deutlicheren Abfall der pin-physis ratio.

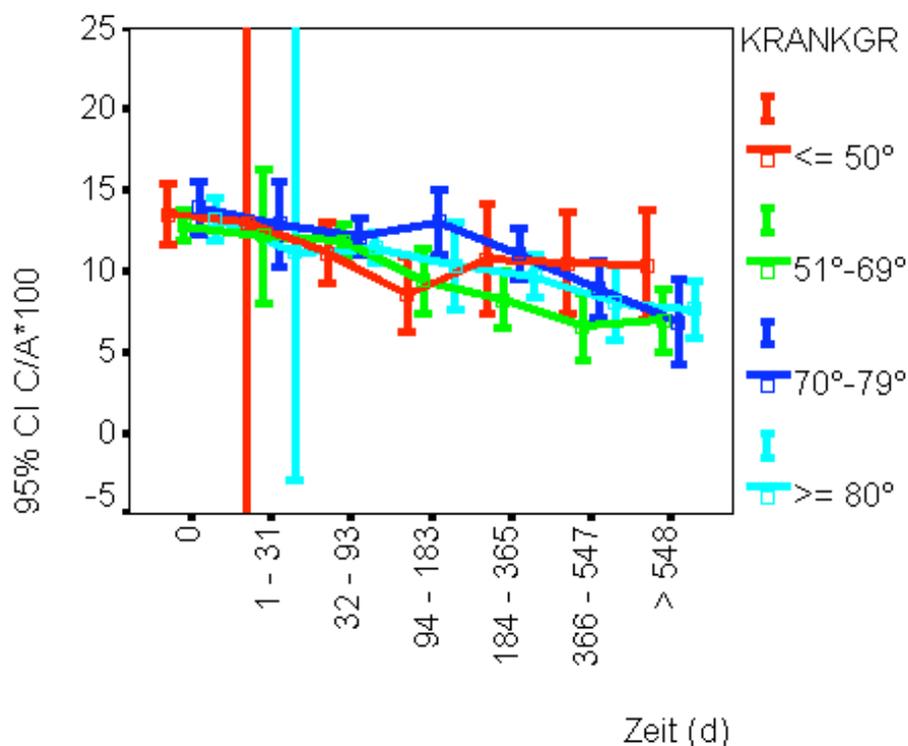


Abb. 25 zeigt den Verlauf der pin-physis ratio in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel.

Pin-physis ratio in Abhängigkeit vom chronologischen Alter

In der folgenden Abbildung ist der Zusammenhang zwischen der pin-physis ratio und dem chronologischen Alter der Patienten dargestellt. Es sind wiederum die 95 %-Konfidenzintervalle der pin-physis ratio aufgetragen. Die starken Spannweiten der Konfidenzintervalle zum Zeitpunkt 1 - 31 Tage nach Diagnosestellung und 94 - 183 Tage nach Diagnosestellung sind auf die geringe Anzahl von untersuchten Patienten zurückzuführen. Man erkennt deutlich einen Abfall der pin-physis ratio in allen vier Altersgruppen. Dieser ist in den Altersgruppen der 9 - 11 Jährigen und der 12 Jährigen geringfügig stärker ausgeprägt als in den beiden anderen Gruppen.

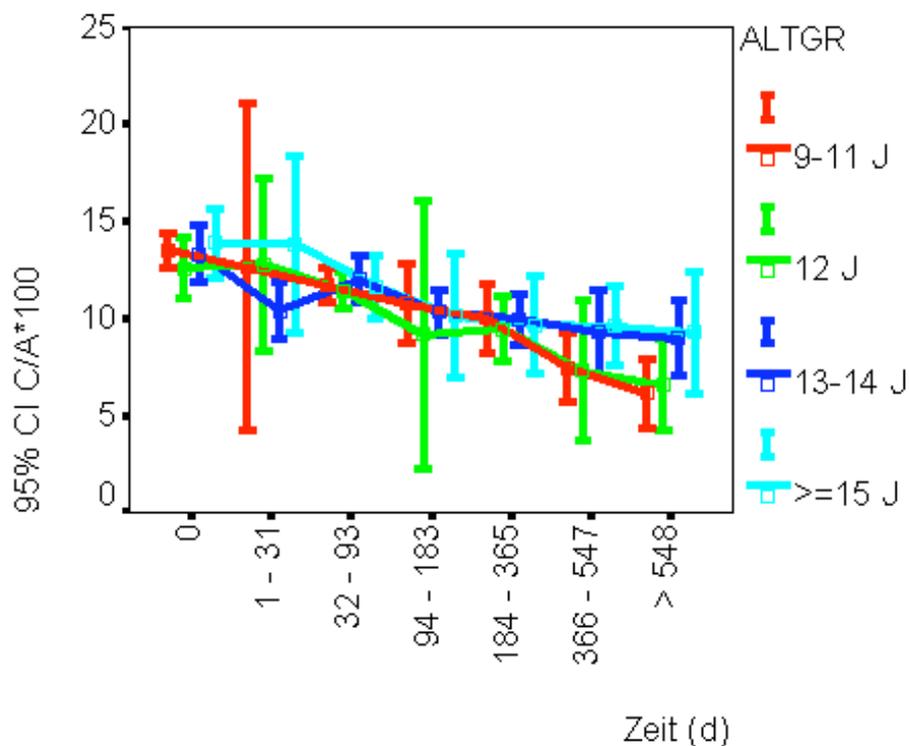


Abb. 26 zeigt einen Abfall der pin-physis ratio in allen Altersgruppen.

Pin-physis ratio in Abhängigkeit vom Knochenalter

Bei der graphischen Darstellung der 95 %-Konfidenzintervalle der pin-physis ratio in Abhängigkeit vom Knochenalter der Patienten fällt auf, daß es in allen drei Patientengruppen im zeitlichen Verlauf zu einer Abnahme der pin-physis ratio kommt. Die Unterbrechung des Kurvenverlaufs in der

Gruppe der 15- Jährigen bzw. die große Spannweite der Konfidenzintervalle in der Gruppe der Patienten, deren Knochenalter 11 und 12 Jahre beträgt, kann mit einer mangelnden Fallzahl erklärt werden (0 bzw. 2 Meßparameter). Im weiteren Verlauf kommt es, abgesehen vom letzten Meßwert in der Gruppe der 15- Jährigen, welche im Vergleich zu den anderen Gruppen zu diesem Zeitpunkt eine deutlich geringere Fallzahl aufweist (13 versus 36 und 34), zu einem kontinuierlichen Abfall der pin-physis ratio. Hierbei liegen die Meßwerte der Patienten, die ein Knochenalter von 11 und 12 Jahren aufweisen v. a. zu den späteren Terminen deutlich unterhalb der Meßwerte der älteren Patienten. Allerdings kommt es immer wieder zu Überschneidungen der Konfidenzintervalle, so daß die Aussagekraft dieser Beobachtung eingeschränkt wird.

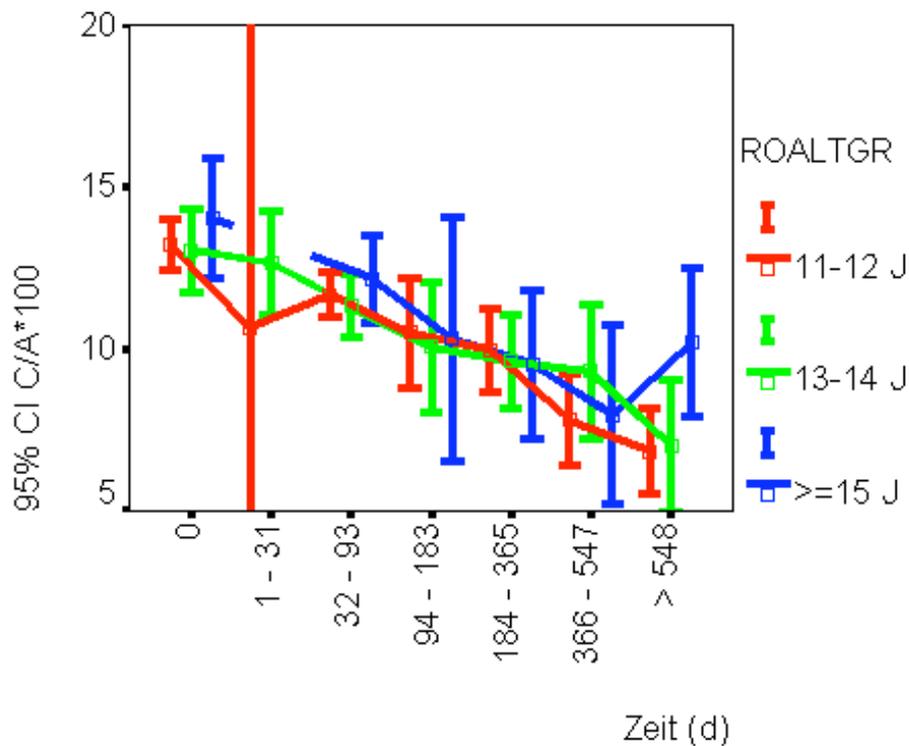


Abb. 27 zeigt einen Abfall der pin-physis ratio in allen drei Knochenaltersgruppen.

4.3.2.2.3 Artikulo-trochantäre Distanz

Artikulo-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel

Die graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der artikulo-trochantären Distanz (ATD) in den vier verschiedenen Krankengruppen zeigt in allen Gruppen einen annähernd gleichen Verlauf. Die in der Zeit 1 - 31 Tage nach Operation großen Konfidenzintervalle in den Gruppen, welche die Epiphysenwerte $\leq 50^\circ$ bzw. $70^\circ - 79^\circ$ umfassen, kann auch hier wieder mit der geringen Fallzahl erklärt werden (2 bzw. 3). Der Mittelwert der ATD liegt für alle betrachteten Gruppen im Bereich der Normalwerte (oberhalb von 20 mm) oder aber nur geringfügig unterhalb dieses Wertes.

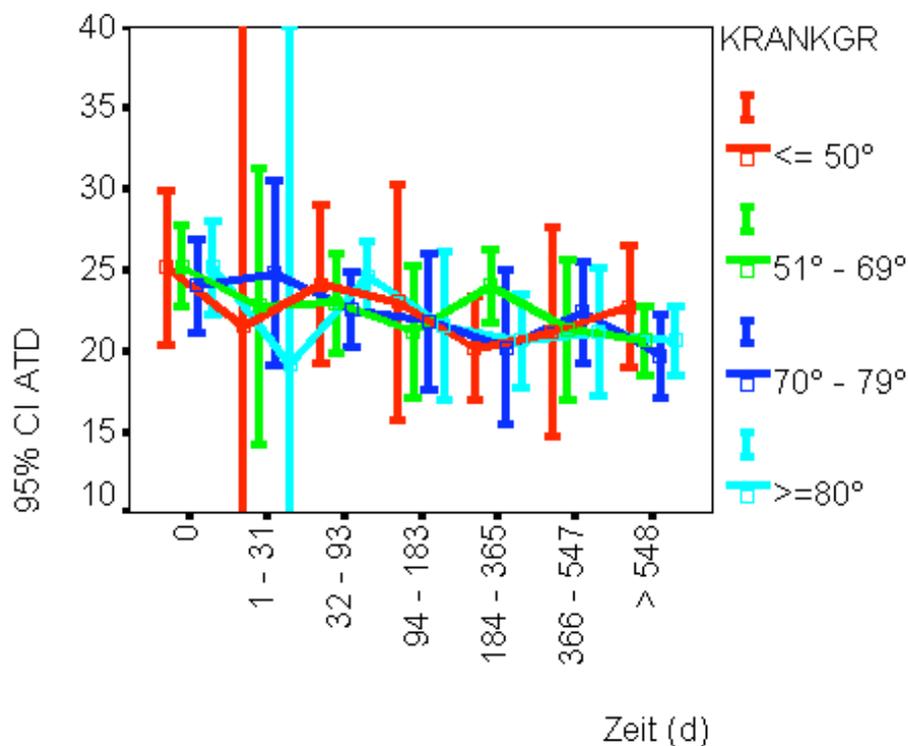


Abb. 28 zeigt den Verlauf der ATD in den verschiedenen Krankengruppen.

Artikulo-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom chronologischen Alter

Bei der graphischen Darstellung der artikulo-trochantären Distanz in Abhängigkeit vom chronologischen Alter der Patienten zeigt sich ein stark schwankender Kurvenverlauf. Ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Kinder und der Entwicklung der artikulo-trochantären Distanz ist nicht zu erkennen.

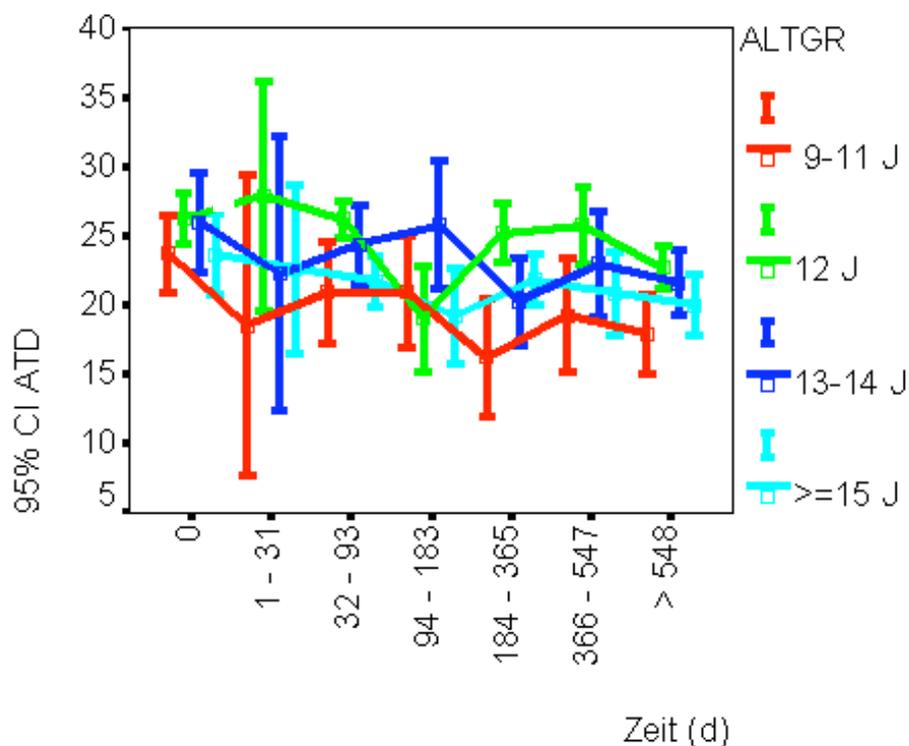


Abb. 29 zeigt, daß es keinen Zusammenhang zwischen der artikulo-trochantären Distanz und dem Alter der Patienten gibt.

Artikulo-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom Knochenalter

Die folgende Abbildung zeigt den zeitlichen Verlauf der artikulo-trochantären Distanz in Abhängigkeit vom Knochenalter der Patienten. Auch hierbei wurden wieder die 95 %-Konfidenzintervalle aufgetragen. Abgesehen von der Unterbrechung des Kurvenverlaufs in der Gruppe der Patienten, deren Knochenalter 15 Jahre beträgt, welche ebenso wie die große Spannweite des Konfidenzintervalles in der Patientengruppe, deren

Knochenalter 11 und 12 Jahre beträgt, auf eine geringe Fallzahl zurückgeführt werden kann (0 bzw. 2), zeigt sich in allen Gruppen ein annähernd gleichartiger Verlauf.

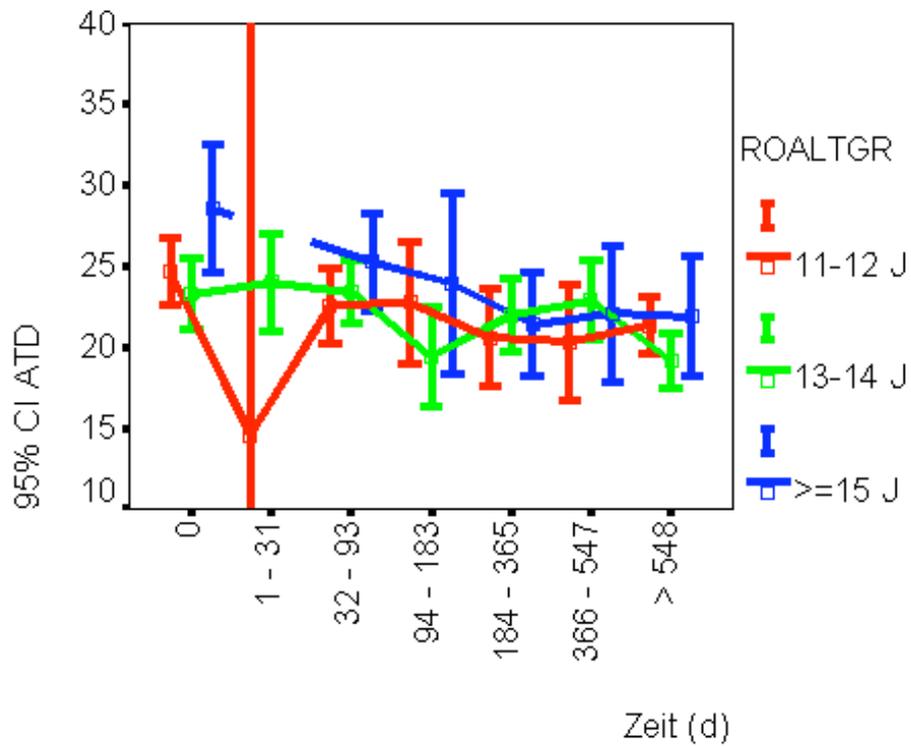


Abb. 30. Die ATD zeigt keinen signifikanten Unterschied in den verschiedenen Knochenaltersgruppen.

4.3.2.2.4 Centro-trochantäre Distanz

Centro-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel

Der zeitliche Verlauf der centro-trochantären Distanz in den vier verschiedenen Krankengruppen zeigt in allen Vergleichsgruppen einen abfallenden Verlauf. Auch bei dieser Graphik können die starken Schwankungen im zweiten Zeitintervall (1 - 31 Tage) mit der geringen Fallzahl erklärt werden.

Nach diesem Termin verhalten sich alle Krankengruppen annähernd gleich. Es kommt zu einer Abnahme der centro-trochantären Distanz. Diese Abnahme ist in der am stärksten von der Erkrankung betroffenen Patientengruppe geringfügig stärker ausgeprägt als in den anderen drei Gruppen. Die Linie der am zweitstärksten von der Erkrankung betroffenen Patienten (Epi $51^\circ - 69^\circ$) zeigt einen geringfügig schwächeren Abfall des Meßparameters als bei den anderen Patienten. Aufgrund der vielen Überschneidungen der Konfidenzintervalle der verschiedenen Gruppen ist dies jedoch kein signifikantes Ergebnis.

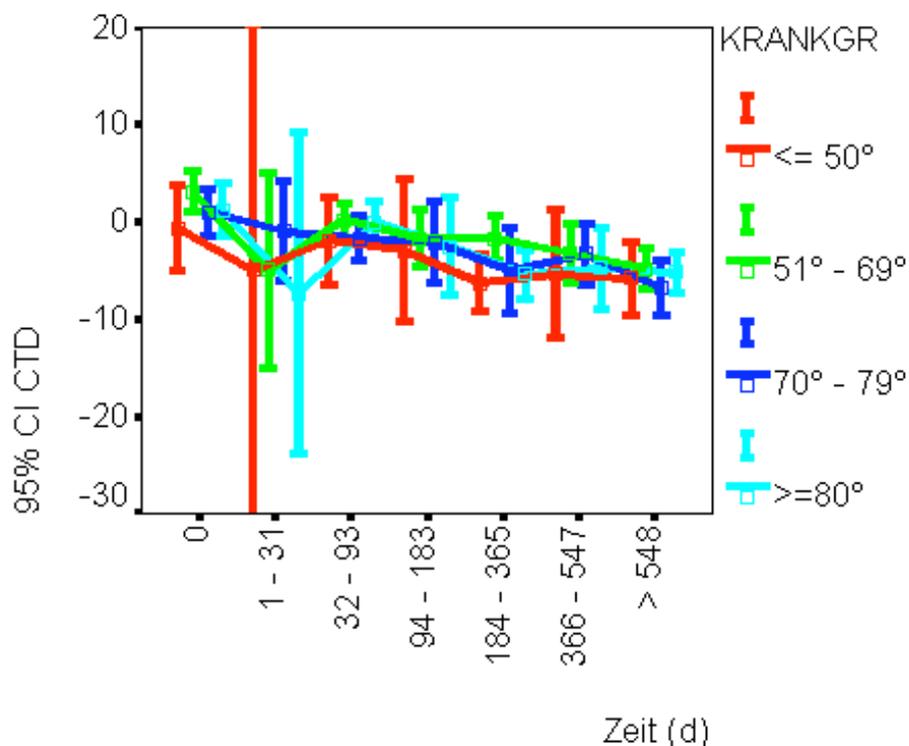


Abb. 31 zeigt den Verlauf der centro-trochantären Distanz in Abhängigkeit von der Schwere der Erkrankung.

Centro-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom chronologischen Alter

Auch die Darstellung des Verlaufs der centro-trochantären Distanz in Abhängigkeit vom chronologischen Alter der Patienten ergibt aufgrund der starken Schwankung der Meßergebnisse keine weiterreichenden Informationen. Die Abbildung der 95 %-Konfidenzintervalle der CTD zeigt in allen vier Altersgruppen keinen eindeutigen An- oder Abfall der Werte.

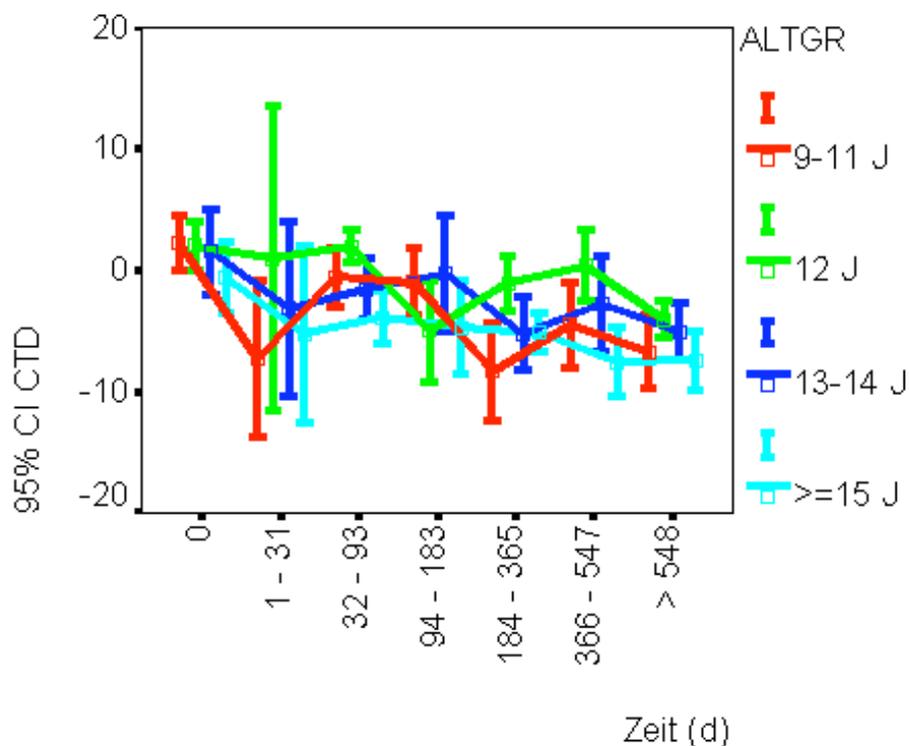


Abb. 32 verdeutlicht, daß es keinen Zusammenhang zwischen dem chronologischen Alter der Patienten und der centro-trochantären Distanz gibt.

Centro-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom Knochenalter

Bei der Darstellung der 95 %-Konfidenzintervalle der centro-trochantären Distanz in Abhängigkeit von Knochenalter der Patienten fällt ein stark schwankender Kurvenverlauf auf. Die ersten Schwankungen bzw. fehlenden Meßwerte in der Zeit von 1. - 31. Tag nach der Operation lassen sich, wie schon so oft, auf eine geringe Fallzahl zurückführen. Doch auch im weiteren

Verlauf kommt es zu einem An- und Absteigen der Meßparameter, wobei man jedoch insgesamt einen leicht abfallenden Kurvenverlauf in allen drei Patientengruppen erkennen kann.

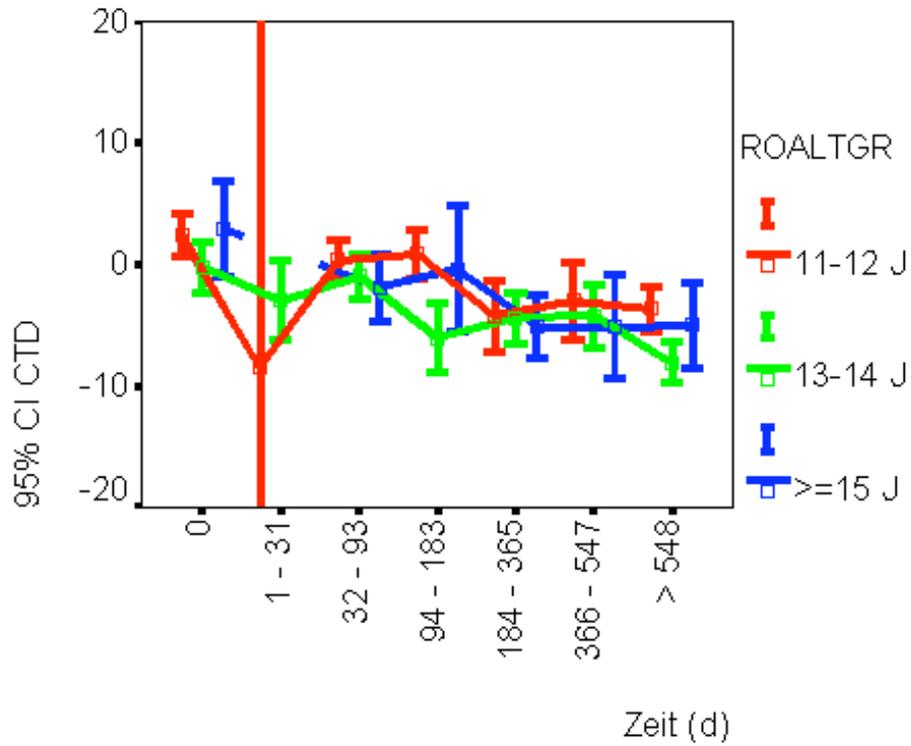


Abb. 33 zeigt nur einen geringen Zusammenhang zwischen der centro-trochantären Distanz und dem radiologisch ermittelten Knochenalter der Patienten.

4.3.2.2.5 Centrum-Collum-Diaphysenwinkel

Centrum-Collum-Diaphysenwinkel in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel

In der folgenden Graphik ist der zeitliche Verlauf der 95 %-Konfidenzintervalle des Centrum-Collum-Diaphysenwinkels in Abhängigkeit vom Schweregrad der Erkrankung dargestellt. Entsprechend den zuvor gezeigten Abbildungen wurde auch hier der Schweregrad der Erkrankung anhand des Epiphysenwinkels in vier verschiedene Gruppen eingeteilt. In der Abbildung ist zu erkennen, daß der CCD- Winkel der am stärksten von der Erkrankung betroffenen Hüften oberhalb der anderen Gruppen liegt. Das in dem Zeitraum 1 - 31 Tage nach der Diagnosestellung auftretende große Konfidenzintervall ist in dieser Gruppe, ebenso wie die große Spannweite in den anderen Gruppen, auf die Tatsache zurückzuführen, daß zu diesem Termin nur wenige CCD- Winkel (2, 4, 7, 3 CCD- Winkel) bestimmt werden konnten. Im weiteren Verlauf zeigen die drei anderen Gruppen einen annähernd gleichartigen Verlauf.

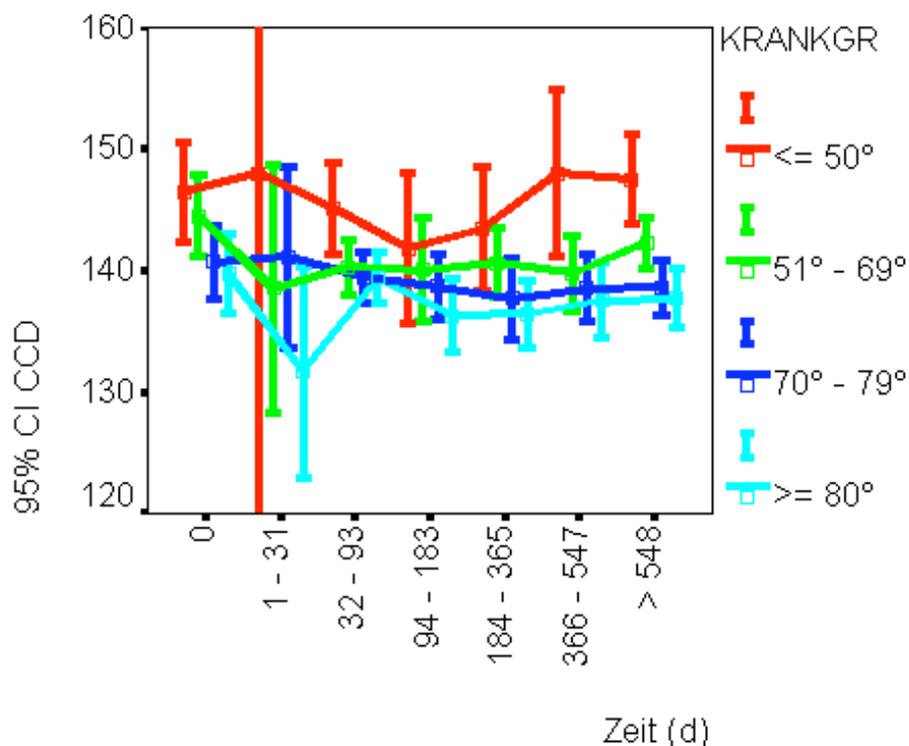


Abb. 34 zeigt den CCD-Winkel in Abhängigkeit von der Krankengruppe.

Centrum-Collum-Diaphysenwinkel in Abhängigkeit vom chronologischen Alter

Die Darstellung der 95 %-Konfidenzintervalle des CCD- Winkels in Abhängigkeit vom chronologischen Alter der Patienten ergibt keine wesentlichen Auffälligkeiten. Alle vier verschiedenen Altersgruppen zeigen einen annäherungsweise gleichartigen Kurvenverlauf.

Der CCD- Winkel liegt bei den meisten der hier untersuchten Fällen oberhalb von 132°.

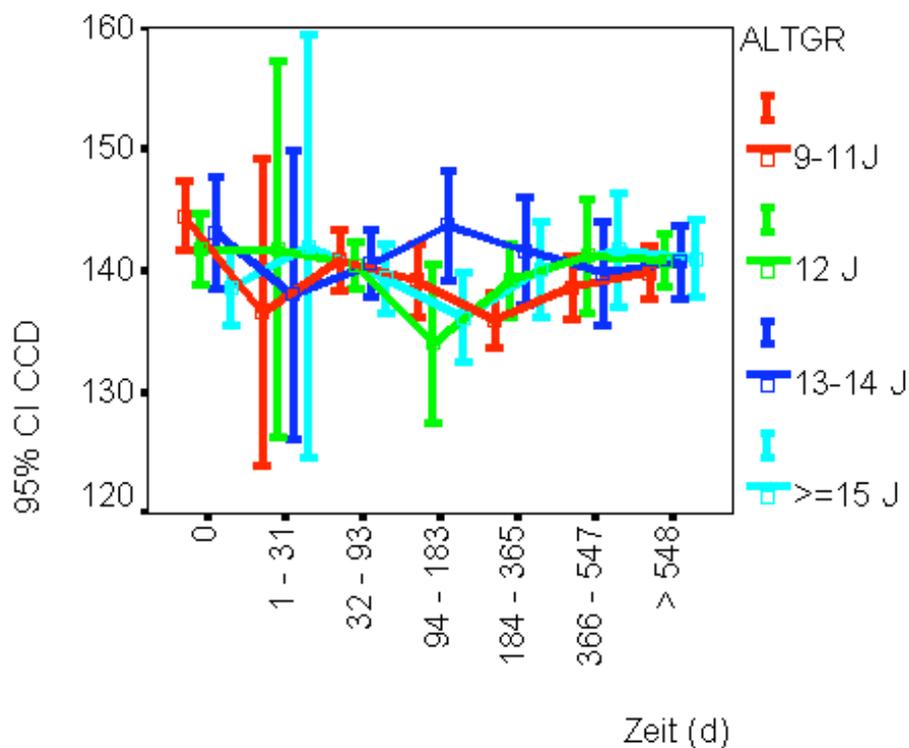


Abb. 35 faßt den oben beschriebenen Zusammenhang zwischen dem chronologischen Alter der Patienten und dem CCD-Winkel zusammen.

Centrum-Collum-Diaphysenwinkel in Abhängigkeit vom Knochenalter

In der folgenden Abbildung ist der zeitliche Verlauf des Centrum- Collum-Diaphysenwinkels in Abhängigkeit vom Knochenalter dargestellt. Aufgetragen sind wiederum die 95 %-Konfidenzintervalle der CCD- Winkel. In allen drei Röntgenaltersgruppen erkennt man einen annähernd

gleichartigen Verlauf des CCD- Winkels. Die im Zeitraum 1 - 31 Tage nach Diagnosestellung auftretenden großen Konfidenzintervalle bzw. fehlenden Werte, sind wiederum auf die geringe Fallzahl innerhalb dieses Zeitraums zurückzuführen (2 bzw. 0 Meßwerte). Mit Ausnahme des Meßwertes in der Gruppe der 11- und 12- Jährigen im Zeitintervall 1 - 31 Tage nach Diagnosestellung, der mit der zuvor erwähnten geringen Fallzahl (2 Meßwerte) in Zusammenhang gebracht werden kann, liegen alle Meßwerte oberhalb der für die Pubertät üblichen 132° .

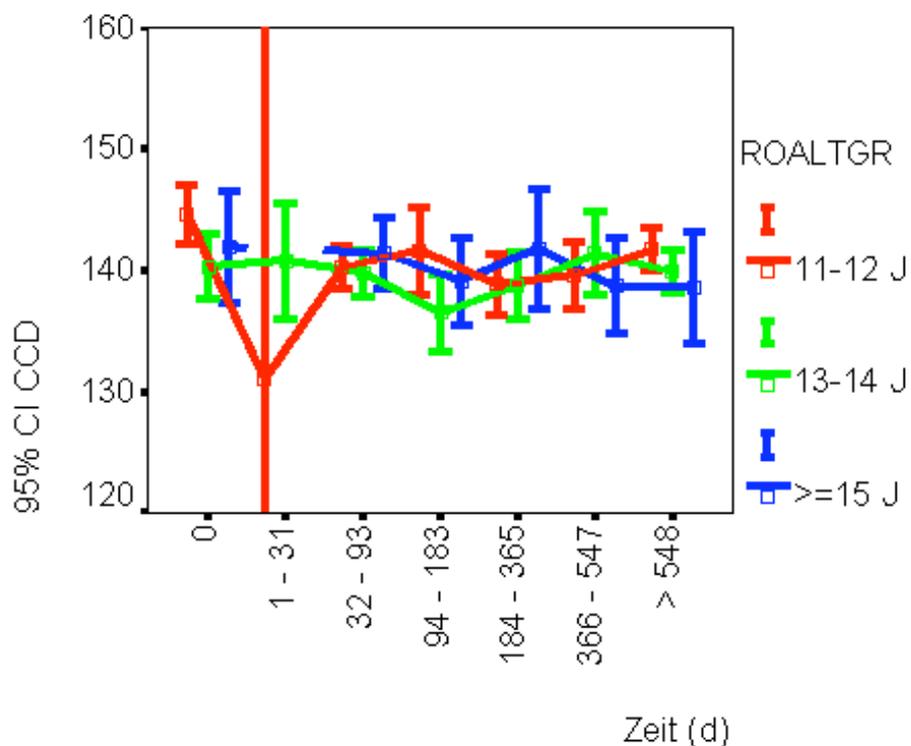


Abb. 36 zeigt, daß der CCD- Winkel in fast allen Fällen oberhalb der für die Pubertät üblichen 132° liegt.

4.3.2.2.6 Dorsale Abrutschdistanz nach Wirth

Bei der Bestimmung der dorsalen Abrutschdistanz nach Wirth schien es wichtig herauszufinden, ob es einen Zusammenhang zwischen diesem Parameter und dem Epiphysenwinkel gibt und sollte dies der Fall sein, zu bestimmen, wie sich dieser Zusammenhang darstellt. Um dies herauszufinden, wurden alle dorsalen Abrutschdistanzen nach Wirth in Abhängigkeit von dem Epiphysenwinkel in einem Diagramm aufgetragen. In die so entstandene Abbildung wurde mit Hilfe des Programms SPSS die Regressionsgerade gelegt und der dazugehörige Korrelationskoeffizient bestimmt. Es ergab sich eine kubisch verlaufende Regressionskurve mit einem r^2 von 0,697, d. h. mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,83.

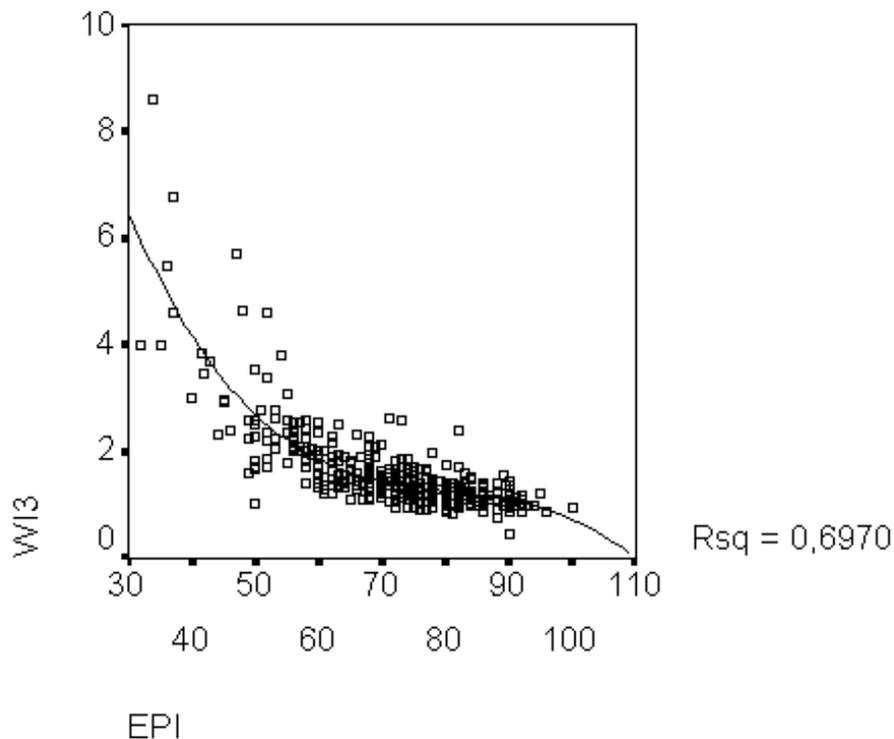


Abb. 37 zeigt den Zusammenhang zwischen der dorsalen Abrutschdistanz nach Wirth und dem Epiphysenwinkel.

4.3.2.2.7 Mose-Ringe

Die von Mose¹⁰⁶ erstmals beschriebene Beurteilung der Sphärizität des Hüftkopfes mit Hilfe von konzentrischen Kreisen wurde jeweils beim ersten und letzten Röntgentermin durchgeführt. Zwischen diesen beiden Röntgenterminen waren im Durchschnitt 3,55 Jahre vergangen (Minimum 0,14 Jahre, Maximum 10,15 Jahre). Bei der Bestimmung der Mose-Ringe, die jeweils an der a. p. und der axialen Aufnahme erfolgte, wurde eine Einteilung in drei Gruppen vorgenommen. So enthält die erste Gruppe all jene Patienten, deren Femurkopf konzentrisch ist, bei der zweiten Gruppe ist in einer Röntgenaufnahme der Femurkopf innerhalb der Mose-Ringe gelegen, in der zweiten Aufnahme jedoch außerhalb der Ringe. Gruppe drei umfaßt all jene Femurköpfe, die in beiden Röntgenprojektionen nicht konzentrisch sind.

Die so zusammengesetzten Mosegruppen umfassen beim ersten Röntgentermin in der ersten Gruppe 73, in der zweiten Gruppe 9 und in der dritten Gruppe 12 Femurköpfe. Zum Zeitpunkt des letzten Röntgenbildes ergab sich eine nur geringfügig andere Verteilung. In der 1. Gruppe betrug die Anzahl der Femurköpfe 72, in der 2. Gruppe fünf und in der 3. Gruppe 17.

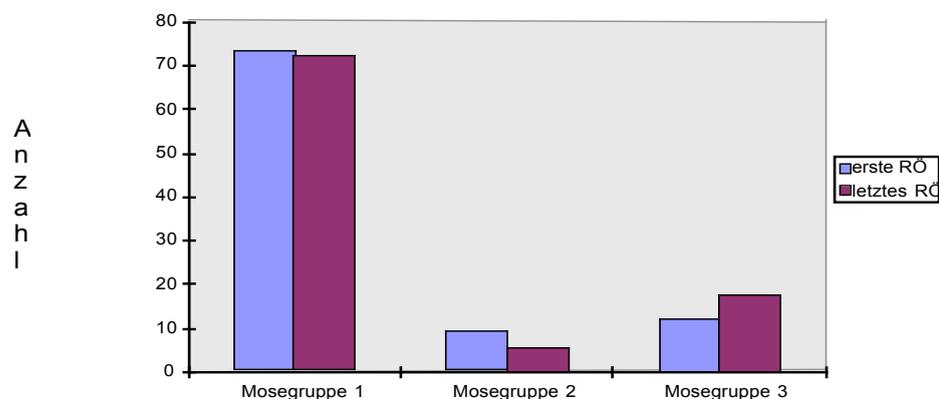


Abb. 38 zeigt die Verteilung der Patienten in den Mosegruppen am ersten und am letzten Röntgentermin.

4.3.2.2.8 Mosekriterien

Die Kriterien von Mose¹⁰⁶ werden im folgenden in leicht abgewandter Form dargestellt. Da bei diesen Parametern ein Vergleich zwischen der gesunden und der erkrankten Hüftseite vorgenommen wird, konnten nur Patienten ausgewertet werden, die einseitig von der Erkrankung betroffen waren. Dies waren 22 Patienten. Durch ein Fehlen der Daten bei 3 Patienten standen insgesamt 19 Patienten zur Erhebung dieser Kriterien an. Wenn man jetzt alle Patienten entsprechend der Mosekriterien einteilt, so fällt auf, daß zum Zeitpunkt des ersten Röntgentermins 17 Patienten in der Gruppe 1 und zwei Patienten in der Gruppe 2 zu finden sind während die dritte Gruppe keinen Patienten aufweisen kann. Betrachtet man dieselben Kriterien zum Zeitpunkt des letzten Röntgenbildes, so zeigt sich eine andere Einteilung. In der ersten Gruppe finden sich 11, in der zweiten Gruppe 5 und in der dritten Gruppe 3 Patienten. Folglich hat sich bei acht Patienten die Sphärizität des Hüftkopfes innerhalb des betrachteten Zeitraumes von durchschnittlich 3,55 Jahren (Minimum 0,14 Jahre, Maximum 10,15 Jahre) verschlechtert. Hierbei ist hervorzuheben, daß 5 Patienten, die beim ersten Röntgentermin in der Gruppe 1 anzusiedeln waren, zu dem späteren Röntgentermin in der Gruppe 2 zu finden waren. Ein Patient aus der Gruppe 1 konnte zu dem späteren Röntgentermin nur noch die Kriterien der Gruppe 3 erfüllen. Zwei Patienten, die zum früheren Termin in der Gruppe 2 waren, gehörten zum späteren Zeitpunkt nur noch der 3. Gruppe an.

Um herauszufinden, ob jene Patienten, die stärker von der Erkrankung betroffen waren, ein höheres Risiko in sich tragen später einer schlechteren Mosekriteriengruppe anzugehören als jene Patienten, welche nur gering von der Erkrankung betroffen sind, wurden die Patienten hieraufhin untersucht.

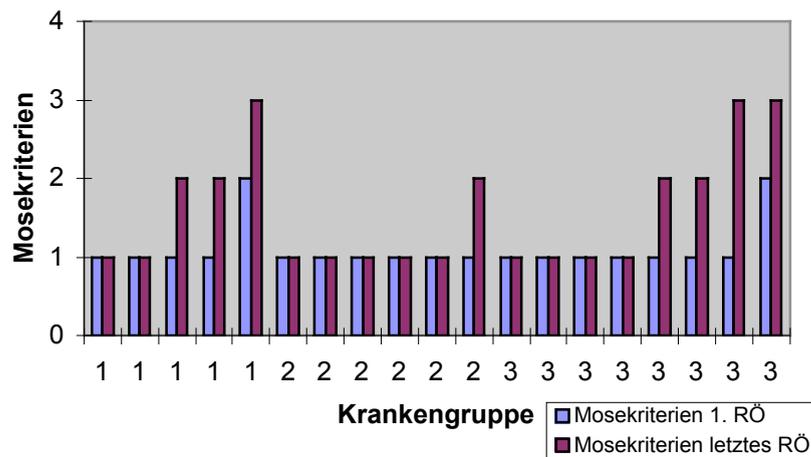


Abb. 39 zeigt die Verteilung der Mosekriterien zum Zeitpunkt des ersten und des letzten Röntgentermins in Abhängigkeit von der Krankengruppe.

In der Krankengruppe 1, die all jene Patienten umfaßt, deren Epiphysenwinkel weniger als 50° beträgt, waren 2 Patienten zu beiden Röntgenterminen in der Mosekriteriengruppe 1 zu finden, 2 Patienten verschlechterten sich im zeitlichen Verlauf von der Mosekriteriengruppe 1 zu der Mosekriteriengruppe 2 und ein Patient von der Mosekriteriengruppe 2 zur der Mosekriteriengruppe 3. In der Krankengruppe 2, welche jene Patienten umfaßt, deren Epiphysenwinkel zwischen 51° und 69° beträgt, konnten 5 Patienten ihre Stellung in der Mosekriteriengruppe 1 über den untersuchten Zeitraum hinweg halten, ein Patient verschlechterte sich von der Mosekriteriengruppe 1 zu der Mosekriteriengruppe 2. In der Krankengruppe 3, welche die Patienten umfaßt, deren Epiphysenwinkel zwischen 70° und 79° beträgt, befanden sich 4 Patienten zu beiden Zeitpunkten in der Mosekriteriengruppe 1. Zwei Patienten verschlechterten sich von der Mosekriteriengruppe 1 zu der Mosekriteriengruppe 2, ein Patient von der Mosekriteriengruppe 1 zu der Mosekriteriengruppe 3 und ein weiterer Patient von der Mosekriteriengruppe 2 zur der Mosekriteriengruppe 3.

Insgesamt 14 der Patienten, bei denen eine Bestimmung der Mosekriterien möglich war, waren zu einer klinischen Nachuntersuchung erschienen. Hierbei war auffällig, daß alle Patienten einen exzellenten Harris hip Score erzielten. Bei der Erhebung des Merle d'Aubigné Scores wiesen 12 Patienten ein sehr gutes Ergebnis, eine Patientin ein gutes und eine weitere Patientin einen mittelmäßigen Score auf. Betrachtet man die Ergebnisse in dem Merle d'Aubigné Score hinsichtlich der Mosekriterien, so fällt auf, daß von den Patienten, welche eine sehr gute Punktzahl erreichten, alle bei der Anfertigung der ersten Röntgenaufnahme der Mosekriteriengruppe 1 angehörten. Zum Zeitpunkt der letzten Röntgenaufnahme befanden sich nur noch 8 Patienten in der Mosekriteriengruppe 1, hingegen umfaßte die Mosekriteriengruppe 2 drei dieser Patienten und die Mosekriteriengruppe 3 eine Patientin. Die beiden Patientinnen, die einen guten oder mittelmäßigen Merle d'Aubigné Score erzielt hatten, befanden sich zum Zeitpunkt der ersten und der letzten Röntgenaufnahme unverändert in der Mosekriteriengruppe 1.

5. Diskussion

5.1 Diskussion der Patientenakten

Der folgende Abschnitt befaßt sich mit den Ergebnissen der Auswertung der Patientenakten und vergleicht sie mit der Literatur. Insgesamt konnten 62 Patienten untersucht werden. Die Krankenunterlagen von zwei Kindern waren nicht auffindbar und auch bei den verbleibenden 60 Patientenakten war es nicht immer möglich, alle zur Auswertung benötigten Daten zu erheben. So muß leider auf eine Diskussion der familiären Häufung der Erkrankung, der Pubertätsentwicklung sowie der hormonellen Situation der Patienten verzichtet werden, da diese Daten nicht oder nur unzureichend erhoben wurden. Bei den Patienten, die zur klinischen Nachuntersuchung im Universitätsklinikum Marburg erschienen sind, wird auf diese Parameter unter 5.2.3, 5.2.4 und 5.2.5 eingegangen werden.

5.1.1 Geschlechtsverteilung der Patienten

In dem untersuchten Patientenkollektiv waren die Knaben (33 Knaben, dies entspricht 53,3 % der Patienten) häufiger von der Erkrankung betroffen als die Mädchen (29 Mädchen, dies entspricht 46,7 %). Die Geschlechterrelation von Knaben zu Mädchen betrug somit 1,14 : 1. In der Literatur wird häufig ein Überwiegen der Knaben in einem größeren Umfang angegeben.

Tabelle 2

Autor	Anzahl der Fälle	Jungen (%)	Mädchen (%)
Aronson/Carlson ⁴	44	31 (70,5)	13 (29,5)
Billing/Severin ⁹	63	38 (60,3)	25 (39,7)
Burrows ¹⁶	100	60 (60)	40 (40)
Fron ³⁴ et al.	46	25 (54,3)	21 (45,7)
König ⁷³ et al.	102	68 (66,7)	34 (33,3)
Kulick/Denton ⁷⁸	94	58 (61,7)	36 (38,3)
Laplaza/Burke ⁸¹	61	41 (67,2)	20 (32,8)
Loder ⁸⁸ et al.	30	18 (60)	12 (40)
Loder ⁹⁰ et al.	1630	959 (58,8)	671 (41,2)
Rostoucher ¹³¹ et al.	80	44 (55)	36 (45)
Zahrawi ¹⁶⁸ et al.	105	80 (76,2)	25 (23,8)

5.1.2 Form der Epiphysiolyse capitis femoris

Insgesamt konnten bei 57 der insgesamt 62 Patienten Angaben über die Art der Epiphysiolyse erhoben werden. In den verbleibenden fünf Fällen war eine Einteilung in die verschiedenen Gruppen entweder aufgrund einer unzureichenden Anamnese oder eines gänzlichen Fehlens der Krankenunterlagen nicht möglich.

Die meisten in der Universitätsklinik Marburg behandelten Patienten (50 von 57 vorliegenden Patientenakten, dies entspricht 87,7 %) litten unter einer chronischen Form der Epiphysiolyse capitis femoris. Ein akuter Abrutschvorgang hatte, ebenso wie ein acute on chronic slip nur selten stattgefunden (in 5 [8,8 %] bzw. 2 [3,5 %] der Fälle). Insgesamt entspricht diese Verteilung derjenigen, welche auch in der Literatur beschrieben ist. Allerdings wird hier häufig nur eine Einteilung in akut oder chronisch vorgenommen, nicht jedoch in acute on chronic. Loder⁹⁰ et al. konnten bei den von ihnen untersuchten 1594 Patienten bei 85,5 % der Patienten einen chronischen Abrutschvorgang und bei 14,5 % der Patienten einen akuten Abrutschvorgang verzeichnen. Rattey¹²⁵ et al. berichten über einen Anteil von 14,4 % akuten Epiphysiolyse capitis femoris-Patienten.

Aronson/Carlson⁴ untersuchten 58 Fälle von Epiphysiolyse capitis femoris und fanden heraus, daß hierunter 8 akute (13,8 %) und 50 chronische (86,2 %) Formen zu finden waren. Bei den von Goodman⁴¹ et al. nachuntersuchten 78 Patienten betrug der Anteil der acute- oder acute on chronic-Formen 20,5 % und lag damit deutlich höher. Ob die Ursache hierfür in der Tatsache zu erblicken ist, daß die meisten der von ihnen untersuchten Patienten von dunkler Hautfarbe waren, bleibt ungewiß. Aronson/Loder⁵ jedoch fanden in einer Untersuchung von 74 schwarzen Kindern (insgesamt 97 betroffene Hüften), die an einer Epiphysiolyse capitis femoris erkrankt waren, nur zehn akute Formen der Erkrankung (10,31 %). König⁷³ et al. fanden in einer Nachuntersuchung von 102 Epiphysiolyse capitis femoris-Patienten 14 (13,7 %) akute, 10 (9,8 %) acute on chronic und 78 (76,5 %) chronische Formen der Erkrankung

5.1.3 Chronologisches Alter bei Erkrankungsbeginn

Bei der Untersuchung des chronologischen Alters der Kinder bei Erkrankungsbeginn zeigte sich, daß die Mädchen im Durchschnitt früher von der Erkrankung betroffen sind als die Knaben (11,93 Jahre gegenüber 13,97 Jahren). Diese Beobachtung läßt sich auch in der Literatur finden. Tabelle 3:

Verteilung des chronologischen Alters bei Erkrankungsbeginn [Jahre]:

Autor	Jungen (Ø)	Mädchen (Ø)
Aronson/Carlson ⁴	(13)	(12)
Billing/Severin ⁹	9,5 - 16,5 (14)	9,5 - 15 (11,5)
Burrows ¹⁶	14 - 16 (15)	11 - 13 (12)
König ⁷³ et al.	(13,5)	(11,3)
Kulick/ Denton ⁷⁸	12 - 18 (13)	9 - 14 (12)
Laplaza/Burke ⁸¹	9 - 16 (13)	9 - 14 (11,5)
Loder ⁸⁸ et al.	13,1 - 15,7 (14,4)	11,1 - 13,1 (12,1)
Loder ⁹⁰ et al.	(13,5)	(12)
Rostoucher ¹³¹ et al.	12 - 17 (13,7)	10 - 15 (12,25)
Zahrawi ¹⁶⁸ et al	11 - 19	10 - 14

Ein Beginn der Epiphysiolysis capitis femoris in einem früheren Alter wird nur selten beschrieben. Bandyopadhyay/Teach⁶ berichten in einem Fallbeispiel über einen 5 _ jährigen Knaben, der von der Erkrankung betroffen ist. Als eine mögliche Ursache für die in diesem frühen Lebensabschnitt aufgetretenen Erkrankung konnte lediglich ein geringes Trauma (Sturz aus dem Stand heraus mit einer Landung auf dem Rücken) gefunden werden. Insbesondere eine endokrine Störung konnte nicht ermittelt werden. Auch Hartjen/Koman⁵⁵ berichten von einem 3 Jahre und 4 Monate alten Knaben, der an einer beidseitigen Epiphysiolysis capitis femoris erkrankte. Als Ursache hierfür ist eine schwere Niereninsuffizienz des Patienten mit einer Osteodystrophie anzusehen.

5.1.4 Körpergewicht

In den ausgewerteten Patientenakten wurden in 54 Fällen Angaben über das Körpergewicht gemacht. Hierbei zeigte sich bei 51,9 % der untersuchten Kinder eine Adipositas. Der Anteil der übergewichtigen Knaben (58,6 % der Jungen) war größer als derjenige der adipösen Mädchen (44 % der untersuchten Mädchen). Auch Kelsey⁶⁸ ⁷⁰ konnte in seiner Studie zeigen, daß die meisten der betroffenen Kinder ein erhöhtes Körpergewicht aufwiesen. In der von ihm untersuchten Population wiesen 49 % der Patienten ein Körpergewicht oberhalb der 95. Perzentile auf. Fron³⁴ et al. fanden in der von ihnen untersuchten Population einen Anteil von 54 % übergewichtigen Kindern. Zahrawi¹⁶⁸ et al. berichten darüber, daß über 50 % der von ihnen untersuchten Patienten an einer Fettleibigkeit litten und geben somit die Häufigkeit der Adipositas in einem ähnlich hohen Prozentsatz an wie Loder⁹⁰ et al.. Diese konnten anhand einer Nachuntersuchung von 1337 Kindern zeigen, daß 51,5 % ein Körpergewicht oberhalb der 95. Perzentile für ihr Alter hatten, 11,7 % zwischen der 90. und 95. Perzentile und 24,2 % zwischen der 50. und 89. Perzentile. Hingegen hatten nur 8,6 % der Kinder ein Körpergewicht zwischen der 10. und 49. Perzentile und nur 4 % unterhalb der 10. Perzentile. In einer Untersuchung von Wilcox¹⁶⁵ et al. wird

der Anteil übergewichtiger Patienten sogar mit 72 % (von 138 untersuchten Patienten) angegeben.

Auch Richards¹²⁹ ermittelte einen Anteil von 67 % übergewichtigen Kindern. In einer Untersuchung von Spero¹⁴¹ et al. von 48 schwarzen Kindern mit Epiphysiolysis capitis femoris lag der Anteil der adipösen Kinder noch höher. Alle Patienten, mit Ausnahme eines Knabens, der eine Epiphysiolysis capitis femoris nach der Einnahme von Wachstumshormonen entwickelte, hatten ein Körpergewicht oberhalb der für ihr Alter üblichen 50. Perzentile. 79 % der Patienten hatten ein Körpergewicht oberhalb der 90. Perzentile. Ob die Ursache hierfür in der Hautfarbe der Kinder zu finden ist bleibt ungewiß. Insgesamt entspricht die von uns gefundene Häufung der Adipositas in etwa der in der Literatur angegebenen.

5.1.5 Therapie

Die operative Behandlung der Epiphysiolysis capitis femoris Patienten bestand bei 60 Patienten in einer Spickung mit Kirschner-Drähten. Lediglich zwei Kinder wurden mit einer primären Imhäuser-Operation versorgt. Die Tatsache, daß eine Respickung in 18 (30 %) Fällen notwendig wurde, belegt die These von König⁷³ et al., daß eine Spickung mit Kirschner- Drähten nicht zu einer Epiphyseodese führt. Bei einem Knaben (1,7 %) war das Herauswachsen des Kirschner-Drahtes aus der Epiphyse so ausgeprägt, daß eine Respickung zweimal durchgeführt werden mußte. König et al. fanden in dem von ihnen untersuchten Patientenkollektiv einen ähnlich hohen Anteil an Respickungen. So wurde bei 8 (39,6 %) der von ihnen untersuchten 27 Patienten eine einmalige und bei einem Patienten (3,7 %) eine zweimalige Respickung notwendig.

5.1.6 Komplikationen

Im folgenden soll auf die während der Therapie der Epiphysiolysis capitis femoris aufgetretenen Komplikationen näher eingegangen werden.

Avaskuläre Nekrose

Bei einer Patientin (1,61 %) kam es zu der Ausbildung einer avaskulären Nekrose. Bei diesem Mädchen lag eine akute Form der Epiphysiolysis capitis femoris vor (mit einem Epiphysenwinkel von 37°). Als Therapie der Wahl gilt im Universitätsklinikum Marburg bei einer akuten Epiphysiolysis capitis femoris in jeden Fall die Abpunktion des Hämarthros oder die Durchführung einer Kapselfensterung um eine Drosselung der Blutzufuhr des Hüftkopfes mit nachfolgender Nekrose zu vermeiden. Hierbei ist anzumerken, daß jede akute Form der Epiphysiolysis capitis femoris im Universitätsklinikum Marburg als Notfall angesehen wird und einer sofortigen operativen Versorgung zugeführt wird. Die Therapie der oben beschriebenen Patientin richtete sich nach diesen Optionen.

Insgesamt bleibt anzumerken, daß die AVN in den untersuchten Fällen im Vergleich zu den Literaturangaben erfreulicherweise nur bei sehr wenigen Patienten aufgetreten ist. In einer bei Lubicky⁹³ zitierten Untersuchung von Davidson tritt die AVN bei 13 % der in-situ fixierten Patienten und bei 38 % der mit einer Reposition therapierten Patienten auf. Auch Krahn⁷⁷ et al. berichten in ihrem follow-up über die Ausbildung einer AVN in 11 % der Fälle. Möglicherweise läßt sich die geringe AVN-Rate in der von uns untersuchten Population durch die These von Rattey¹²⁵ et al. erklären. Rattey et al. vermuten nämlich, daß nur ein schwerer Abrutschvorgang, welcher in der Regel mit einer Reposition behandelt wird oder eine akute Form der Epiphysiolysis capitis femoris zur Entstehung dieser Komplikation beitragen. Auch in einer Untersuchung von Aronson/Carlson⁴ trat die einzige AVN bei einem Patienten mit einer akuten Epiphysiolysis capitis femoris auf. Goodman⁴¹ et al. führten bei 16 Patienten (insgesamt 21 erkrankten Hüften) mit einer acute- oder acute on chronic-Form der Epiphysiolysis keine (geschlossene oder offene) Reposition durch. Nach durchschnittlich 11,7 Jahren zeigte sich keine Ausbildung einer avaskulären Nekrose oder einer Chondrolyse. Bishop¹⁰ et al. stellten bei schwarzen Patienten mit einer acute-Form die Indikation zur vorsichtigen geschlossenen Reposition und anschließender Fixation. Hierbei kam es bei fünf (7 %) der

insgesamt 70 betroffenen Hüften zur Ausbildung einer avaskulären Nekrose. Hierbei ist auffallend, daß es in allen fünf Fällen zu einer geringen Überkorrektur mit einer Valgusfehlstellung gekommen war. In einer Untersuchung von 13 Patienten mit einer akuten Epiphysiolysis capitis femoris, welche mit einer Reposition behandelt wurden, stellten Boyer¹³ et al. bei drei Patienten die Ausbildung einer AVN fest. In einer Untersuchung von Fron³⁴ et al. trat eine vollständige avaskuläre Nekrose bei 12 % der Patienten (6 von 50 Patienten) und eine partielle Nekrose bei 4 % der Patienten auf und ist somit deutlich häufiger als in der von uns untersuchten Population. Hierbei ist jedoch anzumerken, daß die von Fron et al. untersuchten Patienten alle an einem Abrutsch $> 50^\circ$ erkrankt waren und alle einer Dunn-Operation zugeführt worden waren. Auch Velasco¹⁵⁶ et al. fanden nach einer Dunn-Operation 10,6 % avaskuläre Nekrosen (7 von 66 Hüften). Parsch¹¹² et al. hingegen fanden bei einer Nachuntersuchung von 130 Hüften von Patienten, die an einer chronischen Form der Epiphysiolysis capitis femoris erkrankt waren, einen schweren Abrutsch zeigten und mit einer intertrochantären Osteotomie versorgt wurden, sehr erfreuliche Verläufe. Es kam nur bei einem Patienten zur Ausbildung einer avaskulären Nekrose (0,77 %). Gonzalez-Moran⁴⁰ et al. konnten bei der Therapie mit Kirschner-Drähten bei den von ihnen untersuchten 31 Patienten keine Ausbildung einer avaskulären Nekrose feststellen.

Auch scheint der Zeitpunkt der Operation nach einer Untersuchung von Phillips¹¹⁵ et al. von entscheidender Bedeutung zu sein. So konnte er bei den von ihm untersuchten 14 Patienten, welche an einer akuten Form der Epiphysiolysis capitis femoris erkrankt waren und innerhalb der ersten 24 Stunden operiert worden waren, keine Ausbildung von Komplikationen feststellen.

Somit kann als Ursache für die von uns festgestellte geringe Anzahl von AVN zum einen die Schwere bzw. Form der Erkrankung zum anderen aber auch die bessere Operationstechnik und die sofortige Durchführung der Operation im Universitätsklinikum Marburg angesehen werden.

Chondrolyse

In den vorliegenden Akten konnte bei keinem der untersuchten Patienten die Ausbildung einer Waldenström-Nekrose festgestellt werden. Wenn man bedenkt, daß insgesamt 62 Patientenakten im Hinblick auf diese Komplikation untersucht wurden, ist es ungewöhnlich, daß kein Fall einer Chondrolyse aufgetreten ist. Nur bei einem Patienten konnte ein Vordringen der Kirschner-Drähte in den Gelenkspalt festgestellt werden (sog. pin penetration). Die Implantate wurden umgehend aus dem Gelenkspalt entfernt.

Eisenstein/Rothschild²⁶ nehmen als Ursache für die Ausbildung einer Waldenström-Nekrose eine Erhöhung von Immunglobulinen und des Komplementfaktors C3 an. Da es in der Literatur jedoch keine Aussagen darüber gibt, ob eine Untersuchung dieser Parameter auch als Screening-Untersuchung geeignet ist, wurde auf eine Bestimmung dieser Faktoren in unserem Patientenkollektiv verzichtet.

Stambough¹⁴² et al. und Vrettos/Hoffman¹⁵⁸ sehen ein Vordringen der Metallimplantate in den Gelenkspalt als Risikofaktor für die Ausbildung einer Chondrolyse an. So berichten Vrettos/Hoffman¹⁵⁸ über die Ausbildung einer Chondrolyse bei 29,5 % der insgesamt 44 Kinder (55 erkrankte Hüften). Hierbei werden keine näheren Angaben zur durchgeführten Therapie gemacht. Allerdings trat diese Komplikation bei acht der untersuchten Patienten bereits zum Zeitpunkt der Diagnosestellung auf und nur sechs Kinder entwickelten eine Chondrolyse nach Einleitung der Therapie, wobei von den Autoren als Ursache hierfür eine pin penetration angenommen wird.

In der Literatur wird jedoch, mit Ausnahme einer Nachuntersuchung von Aronson/Carlson⁴, welche ebenfalls keine Chondrolyse in ihrem Patientengut finden konnten, in einem höheren als in dem von uns beobachteten Maße von der Ausbildung dieser Komplikation berichtet. In der von Tudisco¹⁵⁵ et al. untersuchten Patientengruppe kam es bei 11,84 % der Patienten zu einer Chondrolyse. Gonzalez-Moran⁴⁰ et al. konnten die Ausbildung einer Chondrolyse (in 10 % der Fälle) nur bei der Fixation mit Kirschner-Drähten

feststellen, jedoch nicht bei der Verwendung von kanülierten Schrauben. Lubicky⁹³ stellte das Auftreten einer Chondrolyse bei durchschnittlich 7 % (1,8 - 55 %) der von ihm untersuchten Patienten fest, wobei der Anteil dieser Komplikation bei einer in-situ-Fixation niedriger war als nach einer Repositionstherapie (13 % gegenüber 38 %). Nach einer Dum-Operation ist das Auftreten von Chondrolysen relativ häufig. So fanden Fron³⁴ et al. einen Anteil von 6 % und Velasco¹⁵⁶ et al. sogar einen Anteil von 12,12 %. Hingegen tritt nach einer intertrochantären Osteotomie zur Korrektur einer schweren chronischen Epiphysiolysis capitis femoris eine Chondrolyse nach einer Untersuchung von Parsch¹¹² et al. nur bei 2,31 % der Patienten auf.

Coxarthrose

In den Akten konnten keine Angaben über die Ausbildung einer Coxarthrose ermittelt werden. Jedoch war bei keinem der Kinder eine prothetische Versorgung der Hüfte notwendig geworden. Allerdings muß man hierbei kritisch anmerken, daß maximal 14,32 Jahre seit der Diagnosestellung vergangen waren und mit der Ausbildung einer Coxarthrose erst in einem höheren Lebensalter zu rechnen ist²⁹.

König et al.⁷³ konnten bei 27 mit Kirschner-Drahtspickung therapierten Epiphysiolysis capitis femoris-Patienten nach durchschnittlich 3,8 Jahren zu 10 % erstgradige Arthrosen erkennen. Die verbleibende Anzahl von Patienten war arthrosefrei. Bei den von ihnen untersuchten, mit einer Nagelung versorgten Patienten war der Anteil der arthrosefreien Patienten mit 63 %, ebenso wie bei den mit einer Schraubenosteosynthese versorgten Patienten mit 76,9 % deutlich geringer. Es muß jedoch angemerkt werden, daß der Nachuntersuchungszeitraum bei den zuletzt genannten Patienten mit 20,5 Jahren bzw. 8,7 Jahren deutlich länger war, als bei den mit Kirschner-Drähten behandelten Patienten.

Nach einer Untersuchung von Engelhardt²⁹ ist das Risiko eine sekundäre Coxarthrose zu entwickeln von dem Epiphysenwinkel und dem Nachuntersuchungszeitraum abhängig. Desweiteren konnte er zeigen, daß sich Hüften mit gleichen Epiphysengleitwinkeln und gleichen Beobachtungszeiträumen, aber unterschiedlichem Zustand des Gelenkknorpels

im Hinblick auf das Arthroserisiko wesentlich unterscheiden. So ist das Risiko, eine ausgeprägte Coxarthrose zu erleiden, bei Patienten mit einer Chondrolyse 14 mal höher. Hägglund⁵⁰ et al. konnten in ihrer radiologischen Untersuchung von 132 Patienten nach durchschnittlich 28 Jahren nach Therapie einer Epiphysiolyse capitis femoris zeigen, daß sich eine Arthrose nach einer Reposition (53 %) mehr als zweimal häufiger entwickelt, als nach einer Fixation in-situ (24 %). Nach einer Untersuchung von Velasco¹⁵⁶ et al. zeigen 39,6 % der mit einer Dunn-Operation versorgten Patienten nach durchschnittlich 21 Jahren degenerative Veränderungen im Röntgenbild. Hierbei ist der Anteil milder arthrotischer Veränderungen relativ hoch ist (9 der insgesamt 19 Hüften mit degenerativen Zeichen).

Insgesamt liegt - nach Angaben von Günther⁴⁴ et al. - der Anteil der Patienten, die sich zu einer prothetischen Versorgung einer sekundären Coxarthrose (41,7 % aller Coxarthrose-Patienten) vorstellen und in der Vorgeschichte eine Epiphysiolyse capitis femoris an der gleichen Hüfte erlitten hatten, bei 7,1 % bzw. 6,4 % bei Patienten, die zuvor eine Epiphysiolyse capitis femoris an der kontralateralen Hüfte erlitten hatten.

Ob man die Tatsache, daß in der Marburger Population kein Fall von Coxarthrose auftrat darauf zurückführen kann, daß es zu keiner Ausbildung einer Chondrolyse kam, selten eine Reposition durchgeführt wurde, der Nachuntersuchungszeitraum zu kurz war oder aber die Ausbildung einer Gelenkdestruktion bei der Therapie mit Kirschner-Drähten so selten ist, läßt sich nicht abschließend klären. Möglicherweise ist es das Zusammenspiel all dieser Faktoren, welches das überaus erfreuliche Resultat in dem von uns untersuchten Patientenkollektiv erklären kann.

Frakturen

Ein Patient erlitt fünf Wochen nach der Kirschner-Drahtspickung eine Oberschenkelfraktur. Als Ursache hierfür wurde ein Sturztrauma angegeben. In der Fachliteratur wird zwar über diese Komplikation berichtet, es gibt jedoch keine Angaben über das Auftreten von Frakturen nach der Spickung mit Kirschner-Drähten. Somit ist lediglich anzumerken, daß diese Komplikation in

der Marburger Population (1,7 %) in einem ähnlich hohen Prozentsatz der Fälle zu beobachten ist, wie bei den von Canale²⁰ et al. (1,4 %) bzw. den von Aronson/Carlson⁴ (1,7 % der mit einer kanülierten Schraube versorgten 58 Hüften) untersuchten Patienten. In einer Untersuchung von Hackenbroch/Bruns⁴⁵ zeigten sich bei 54 - wegen einer schleichenden Hüftkopflösung operativ behandelten Patienten - vier inter- oder subtrocantäre Frakturen. Hierunter waren zwei Fälle operationstechnischer Fehler (Nagelung, Schraube) in Verbindung mit einem Bagateltrauma, ein Fall eines adäquaten Traumas (Nagelung) und ein Fall, bei dem die Ursache der Fraktur nicht ausreichend eruiert werden konnte. Der Anteil der Frakturen nach einer intertrochantären Osteotomie liegt in einer Untersuchung von Parsch¹¹² et al. bei 6,15 % (8 postoperative Frakturen bei 130 Hüften). Als Ursache konnte eine inadäquate Fixation der Platte ermittelt werden.

Operationsbedingte Komplikationen

Weichteilinfektion

Bei einer Patientin kam es zur Ausbildung einer Weichteilinfektion, die jedoch keine Auswirkungen auf den weiteren Heilungsprozeß hatte. In einer Untersuchung von Jani⁶² et al. kam es bei 2 von insgesamt 133 Operationen (hierunter 66 % Spickungen in-situ, 20 % Korrekturosteotomien und 14 % Repositionen in Kombination mit Spickungen) zu einem oberflächlichen Wundinfekt. Ohne Berücksichtigung des Operationsverfahrens gibt Reichelt¹²⁷ die Häufigkeit von postoperativen Wundinfektionen bei aseptischen Eingriffen mit 1 % an. Dies entspricht in etwa der im Marburger Patientenkollektiv beobachteten Infektionsrate.

Metallbruch

Bei einem Patienten wurde ein Metallbruch festgestellt. Dieser beeinträchtigte jedoch nicht den weiteren Heilungsprozeß. In der Patientenakte fand sich kein Hinweis auf Komplikationen während der Implantation des Metalls. Ob der Metallbruch Folge eines Materialfehlers war, konnte retrospektiv nicht ermittelt werden. In der Literatur sind keine Angaben über diese Komplikation bei einer Kirschner-Drahtspickung zu finden.

5.2. Diskussion der klinischen Untersuchung

5.2.1 und 5.2.2 Harris hip Score und Merle d'Aubigné hip Score

Die klinische Nachuntersuchung ergab sehr erfreuliche Ergebnisse, wobei man kritischerweise anmerken muß, daß der durchschnittliche Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung 6,37 Jahre betrug. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der beiden Scores noch einmal zusammengefaßt.

Tabelle 4

Harris hip Score:

Resultat	Anzahl der Patienten	% der Patienten
exzellent	43	91,5
gut	2	4,26
befriedigend	1	2,12
schlecht	1	2,12

Tabelle 5

Merle d'Aubigné hip Score:

Resultat	Anzahl der Patienten	% der Patienten
sehr gut	41	87,23
gut	2	4,26
mittel	1	2,13
ausreichend	2	4,26
schlecht	1	2,12

Besonders vielversprechend war die Tatsache, daß die Patienten, die Komplikationen während der Therapie erlitten hatten, wenig bzw. keine Beschwerden hatten und gute Ergebnisse in beiden Scores erzielten. Der Patient, der eine Oberschenkelfraktur erlitten hatte und mit einer

Osteosynthese versorgt worden war, zeigte ebenso wie die Patientin, die eine Weichteilinfektion ausbildete, in beiden Fragebögen die maximal erreichbare Punktzahl. Auch der Patient, der einen Metallbruch erlitt, zeigte gute Resultate. Die Patientin, die eine avaskuläre Nekrose ausbildete, bekam im Merle d'Aubigné Score zwar ein sehr gutes Ergebnis, erzielte im Harris hip Score jedoch nur 68,75 Punkte, was ein schlechtes Ergebnis darstellt. Dies führen wir auf die Tatsache zurück, daß die Patientin sich postoperativ vorstellte und z. T. noch auf zwei Krücken angewiesen war und daher eine Einschränkung in Alltagssituationen erfuhr. So war die Patientin zwar durchaus in der Lage auch ohne Hilfsmittel mit einem leichten Hinken zu laufen (Merle d'Aubigné W = 5), bei einer längeren Gehstrecke mußte sie jedoch zwei Unterarmgehstützen benutzen und auch das Treppensteigen oder das Zueschnüren der Schuhe gestaltete sich noch problematisch.

Der Harris hip Score zieht zur Beurteilung der Hüfte detailliertere Fragen über die Situation des Patienten in Alltagssituationen heran als der Merle d'Aubigné Score. Somit ist ein genaueres Abbild der tatsächlichen Situation möglich. Nachteilig ist jedoch, daß die Erhebung des Harris hip Scores mehr Zeit in Anspruch nimmt als die des Merle d'Aubigné Score und die Fragen des Harris hip Scores z. T. vom subjektiven Erleben der Patienten abhängen. So kann es möglich sein, daß ein Patient bei der Prüfung der Beweglichkeit der Hüfte ein erfreuliches Resultat erzielt, sich jedoch in Alltagssituationen, wie beim Benutzen öffentlicher Verkehrsmittel oder beim Zubinden der Schuhe, beeinträchtigt fühlt.

Betrachtet man die in den einzelnen Beurteilungssystemen erzielten Ergebnisse hinsichtlich des Schweregrades der Erkrankung, so zeigt sich, daß die am stärksten von der Erkrankung betroffenen Patienten im Harris hip Score tendenziell schlechter abschneiden als die weniger stark Erkrankten. So wurden die einzigen befriedigenden und schlechten Resultate innerhalb dieses Beurteilungssystems in der Krankengruppe 1 gefunden. Allerdings kam bei diesen beiden Patientinnen die Ausbildung einer avaskulären Nekrose bzw. ein sehr langes Bestehen der Krankheitssymptome vor der Diagnosestellung der Epiphysiolysis capitis femoris hinzu.

Der Merle d' Aubigné Score hingegen zeigt eine geringere Abhängigkeit von der Schwere der Erkrankung. So wurden schlechte und ausreichende Ergebnisse in allen Krankengruppen gefunden.

Hier wird jedoch deutlich, dass die beiden hip Scores eine unterschiedliche Gewichtung derselben Symptome vornehmen und es zu verschiedenen Resultaten bei einem Patienten kommen kann. Dies verdeutlicht Abb. 40 noch einmal.

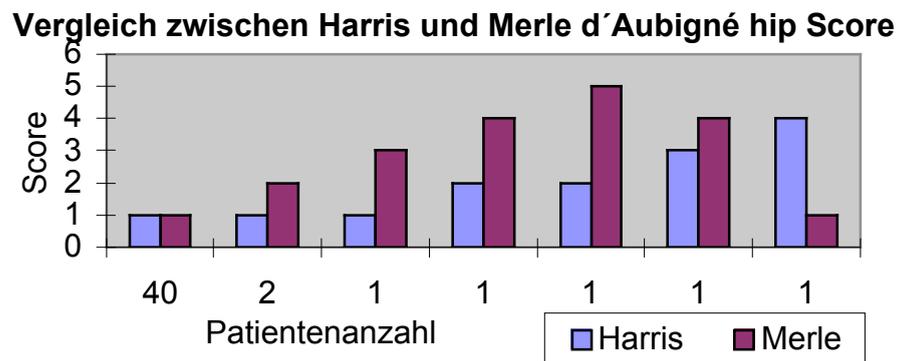


Abb. 40 zeigt einen Vergleich zwischen dem Harris hip Score und dem Merle d'Aubigné Score.

Der Vergleich der in der Marburger Patientengruppe gewonnenen Ergebnisse mit den in der Literatur angeführten Ergebnissen gestaltete sich schwierig. Dies war vor allem darauf zurückzuführen, daß in den Veröffentlichungen andere Rahmenbedingungen vorlagen. So unterschieden sich sowohl die Therapieformen als auch die verwendeten hip Scores voneinander. Dennoch sollen einige Resultate aus der Literatur herangezogen werden.

König⁷³ et al. untersuchten 102 Epiphysiolysis capitis femoris-Patienten, die mit unterschiedlichen Therapieformen behandelt worden waren nach. Bei 54 Patienten war eine beidseitige Nagelung (mittlerer Nachuntersuchungszeitraum 20,5 Jahre), bei 27 Patienten eine beidseitige Kirschner-Drahtspickung (mittlerer Nachuntersuchungszeitraum 8,7 Jahre) und bei 21 Patienten eine Schraubenosteosynthese (mittlerer Nachuntersuchungszeitraum 8,7 Jahre) durchgeführt worden. Ein exzellenter oder guter Harris-Score konnte bei über 90 % der mit Kirschner-Drähten

behandelten Kinder gefunden werden. Dies entspricht in etwa dem Anteil der von uns untersuchten Patienten (95,75 %). Bei den mit Nägeln oder Schrauben therapierten Patienten waren diese Ergebnisse nur in 83,3 % bzw. 80,9 % der Fälle erzielt worden.

Kulick/Denton⁷⁸ konnten in einer Nachuntersuchung von 94 Epiphysiolysis capitis femoris-Patienten (125 betroffene Hüften) nach durchschnittlich 4,7 Jahren (2-14 Jahren) zu 82 % gute Ergebnisse verzeichnen. Ein gutes Resultat war in dieser Nachuntersuchung dann gegeben, wenn der Patient beschwerdefrei war, keine Bewegungseinschränkung aufwies und keine sekundären Operationen (mit Ausnahme der Metallentfernung) benötigt hatte. Als primäre Therapie kam bei 13 Patienten eine geschlossene Reposition mit in-situ-Fixation, bei neun Patienten eine cuneiforme Osteotomie und in den verbleibenden Fällen eine in-situ-Fixation zur Anwendung.

5.2.3 Familiäre Häufung der Erkrankung

Bei sieben der untersuchten Patienten lag eine familiäre Häufung der Erkrankung vor. Hierunter befanden sich sechs Mädchen und ein Junge. Diese Geschlechterkonstellation erscheint äußerst ungewöhnlich, wenn man bedenkt, daß die SCFE üblicherweise gehäuft bei Knaben auftritt. Zwar waren zu der Nachuntersuchung vermehrt Mädchen erschienen (26 Mädchen versus 21 Knaben), dennoch scheint dieser geringe Unterschied nicht ausreichend, die Geschlechterverteilung der familiären Häufung hinreichend zu erklären. Die bei unserer klinischen Nachuntersuchung vorgefundene Verteilung bestätigt die Feststellung von Rennie¹²⁸, der im Rahmen einer Nachuntersuchung von 214 Epiphysiolysis capitis femoris-Patienten bei der familiär von der Erkrankung betroffenen Gruppe mehr Mädchen (Knaben : Mädchen = 1,2 : 1) fand als in der Gruppe ohne eine familiäre Häufung (Knaben : Mädchen = 4 : 1). Die familiäre Häufung in der Marburger Population beträgt 14,58 % (7 von 47 Patienten) und liegt somit unterhalb der von Rennie gefundenen Häufung von 22 %. Ob jedoch, wie von

Hägglund/Hansson⁴⁷ vermutet wird, ein autosomal-dominanter Erbgang vorliegt, läßt sich nicht klären.

5.2.4 Pubertätsentwicklung

Die Tatsache, daß nur bei einem der zur Kontrolluntersuchung erschienen Mädchen die Menarche bereits einige Monate vor Ausbildung der Epiphysiolysis capitis femoris erfolgt war, unterstreicht die von Burrows¹⁶ getroffene These, daß die meisten slipped capital femoral epiphysis- Fälle vor Beginn der Regelblutung auftreten. Bei den zur Nachuntersuchung erschienenen Mädchen, welche bereits eine Regelblutung hatten (23 der 26 Patientinnen) war die Menarche durchschnittlich im Alter von 13,7 Jahren (11,5 - 16 Jahre) erfolgt. Eine Patientin konnte keine Angaben über den Zeitpunkt ihrer ersten Regelblutung machen und bei drei Patientinnen war diese noch nicht erfolgt. Insgesamt liegt der Zeitpunkt der ersten Menstruationsblutung bei den von uns nachuntersuchten Patientinnen etwas oberhalb der von Pschychrembel¹²³ et al. angegebenen 13 Jahre (mit einer Streubreite von 11-15 Jahren). Da die von uns untersuchte Patientenzahl relativ gering ist und alle Patientinnen innerhalb der von Pschychrembel et al. angegebenen Streubreite liegen, kann nicht sicher von einer verzögerten Pubertätsentwicklung ausgegangen werden. Ähnliche Ergebnisse konnte auch Exner³¹ feststellen. In seiner Nachuntersuchung konnte er nur eine Patientin finden, welche bereits ihre Menstruationsblutung hatte. Hierbei ist besonders hervorzuheben, daß die Menarche bei den an der slipped capital femoral epiphysis erkrankten Patientinnen (im Durchschnitt mit 13,9 Jahren) zu einen ähnlichen Zeitpunkt erfolgte wie bei einer gesunden Vergleichsgruppe ($13,4 \pm 1,1$ Jahre). Herauszustellen ist, daß auch bei dieser Untersuchung das Alter zu Beginn der Regelblutung, sowohl bei den Epiphysiolysis capitis femoris- Patientinnen als auch bei der gesunden Vergleichspopulation oberhalb des von Pschychrembel et al. angegebenen Alters von 13 Jahren lag.

5.2.5 Hormonelle Störungen

Fünf der nachuntersuchten Kinder (10,6 %) wurden aufgrund einer Schilddrüsenerkrankung medikamentös behandelt.

Dieser Anteil liegt deutlich unterhalb der von Wilcox¹⁶⁵ et al. gefundenen 25 %. Hierbei muß jedoch kritischerweise angemerkt werden, daß bei der von uns durchgeführten Nachuntersuchung der Patienten auf eine Laboruntersuchung verzichtet wurde. Desweiteren waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung durchschnittlich 6,38 Jahre seit Diagnosestellung vergangen, so daß ein Rückschluß auf den Hormonstatus bei Erkrankungsbeginn nicht möglich war. Weiterhin ist zu bedenken, daß Hessen zu den Jodmangelgebieten innerhalb Deutschlands zählt und endemisch 30 % der deutschen Bevölkerung unter einer Struma leiden⁵⁷. Somit relativiert sich diese auf den ersten Blick hohe Anzahl der Medikationen. Es kann zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine Aussage über den Einfluß endokriner Störungen getroffen werden.

5.2.6 Beinlängendifferenz

Bei neun der Patienten war es zur Ausbildung einer Beinlängendifferenz von einem bis 1 _ cm gekommen.

Hierbei war auffällig, daß bei zwei der Patienten, die eine Beinlängendifferenz von 1 _ cm aufwiesen, eine sekundäre Imhäuser-Operation durchgeführt worden war. Bei einem weiteren Patienten aus dieser Gruppe war es nach der Spickung mit Kischner-Drähten zu einem Metallbruch gekommen. Der vierte Patient wies einen Epiphysenwinkel von nur 62° auf und war somit besonders stark von der Erkrankung betroffen.

Auch bei den Patienten, die eine Beinlängendifferenz von einem cm aufwiesen war es in einem Fall zur Ausbildung einer Nekrose gekommen und bei einer weiteren Patientin war primär eine Imhäuser-Operation durchgeführt worden. Eine weitere Patientin war mit einem Epiphysenwinkel von 60° stark von der Epiphysiolyse capitis femoris betroffen. Die beiden anderen Patienten waren nur gering von der SCFE

betroffen und zeigten außer dem genannten Beinlängenunterschied keine weiteren Komplikationen.

Auch wenn die untersuchte Fallzahl sehr gering ist, erkennt man, daß Patienten, die stärker von der Epiphysiolysis capitis femoris betroffen sind oder bei denen während der Therapie Komplikationen auftreten, tendenziell ein größeres Risiko für die Ausbildung einer Beinlängendifferenz aufweisen.

Nach Angaben von Morscher¹⁰⁴ beträgt der Anteil der proximalen Femurepiphyse am Wachstum der unteren Extremität nur 12 %. Somit kann bei einer Beeinträchtigung der proximalen Femurepiphyse, ein Wachstum des Femurs zwischen dem 12. und 16. Lebensjahr von 20 cm vorausgesetzt, nur eine Verkürzung des Femurs von 2,4 cm erfolgen.

Nach Angaben von Reichelt¹²⁷ resultieren allerdings aus einer Beinlängenverkürzung ab ein bis zwei Zentimetern möglicherweise statische und funktionelle Probleme im Bereich des Hüftgelenks, der Wirbelsäule und der Muskulatur. So kommt es auf der Seite des längeren Beines zu einer funktionellen Valgisierung sowie zu einer vermehrten Leistung der Hüftabduktoren. Im Bereich der Wirbelsäule kann es zur Ausbildung einer statisch bedingten skoliotischen Fehllhaltung mit degenerativen Veränderungen kommen. Um diese möglichen Komplikationen zu vermeiden wurden die Längendifferenzen mit einer entsprechenden Schuherhöhung therapiert. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war es bei den untersuchten Patienten zu keinerlei Komplikationen gekommen und die therapeutische Versorgung mit einem Schuhausgleich wurde gut toleriert.

König⁷³ et al. konnten bei keinem der von ihnen untersuchten, mit einer Kirschner-Drahtspickung versorgten Patienten eine Beinlängendifferenz von mehr als einem Zentimeter erkennen. Bei der Therapie mit einer Nagelung kam es in 7 (von 54) Fällen zu einem Beinlängenunterschied von einem bis zwei Zentimetern, bei einer Schraubenosteosynthese in 2 (von 21) Fällen. Noch höhergradige Unterschiede wurden in zwei Fällen von Nagelversorgung und in einem Fall einer Schraubenosteosynthese beobachtet.

5.3.Diskussion der radiologisch ermittelten Meßwerte

5.3.1 Diskussion des Vorversuchs

Der Vorversuch ergab eine von der Rotationslage abhängige Veränderung der Meßwerte im a. p.- Röntgenbild, welche sich durch eine rotationsbedingte Veränderung der Film-Fokus-, Fokus- Objekt- und Objekt-Film- Abstände und der dadurch veränderten Projektion des Schenkelhalses auf dem Film erklären läßt. Allerdings beeinflussen diese Fehlerquellen die einzelnen Meßwerte in unterschiedlichem Maße.

Die pin-joint ratio wird nur relativ gering durch die Rotation beeinflusst, so daß eine Veränderung dieses Parameters als allein wachstumsbedingt angesehen werden kann.

Die pin-physis ratio hingegen wird stark von Veränderungen der Rotation beeinflusst. Wenn man bedenkt, daß es bei Erkrankungsbeginn zu einer Außenrotationsfehlstellung der Hüfte kommt, die sich während des Heilungsprozesses jedoch wieder bessert, ist die Aussagekraft dieses Wertes geringer zu bewerten als die der pin-joint ratio. Leider sind keine Publikationen zu finden, die den Einfluß der Rotation auf diese beiden Meßparameter untersuchen. Somit bleibt weiter ungewiß, warum die beiden Werte so unterschiedlich durch eine Veränderung der Rotation beeinflusst werden.

Die artikulo-trochantäre Distanz wird in unserem Versuch nur relativ gering von einer Veränderung der Rotation beeinflusst. Die geringsten Werte für die artikulo-trochantäre Distanz finden sich bei Innenrotation des Hüftmodells und die größten Werte bei einer Außenrotation der Hüfte. Dies unterstreicht die Untersuchung von Edgren²⁵. Er konnte bei den von ihm untersuchten 12 Hüftgelenken zeigen, daß die artikulo-trochantäre Distanz von der Rotation abhängig ist. In der von ihm gewählten Null-Lage betrug die ATD 21 mm, bei 20° Außenrotation 24 mm und bei 20° Innenrotation 19 mm.

Die centro-trochantäre Distanz ist nur in geringer Weise von der Rotationsstellung abhängig. Leider gibt es hierzu keine Publikationen.

Die CCD-Werte zeigen deutlichere Unterschiede in Abhängigkeit von der Rotation.

Somit kann zwar im weiteren Versuchsaufbau die Veränderung der pin-joint ratio, der artikulo-trochantären Distanz und centro-trochantären Distanz als fast ausschließlich durch den Wachstumsprozeß bedingt angesehen werden, aber v. a. für die pin-physis ratio und in geringerem Maße auch für den Centrum-Collum-Diaphysenwinkel erscheint dies fraglich. Leider war es aufgrund der Retrospektivität der Studie nicht möglich bei den Patienten eine Abschätzung über die Rotationsstellung zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme zu erheben, so daß keinerlei Einfluß auf diese Fehlerquelle möglich war. Auch erlauben die mit dem Modell angefertigten Röntgenaufnahmen keine genaue Abschätzung der jeweiligen Rotationsstellung der Patientenaufnahme. Allerdings wird diese Fehlerquelle im Normalfall gering sein, da alle Röntgenaufnahmen in der Universitätsklinik Marburg standardisiert vorgenommen werden. Diese Standardisierung bewirkt, daß die Film-Fokus-, Fokus-Objekt-, und Objekt-Film- Abstände annähernd gleich bleiben. Somit ist nur bei Abweichungen von dieser Standardeinstellung von einer Veränderung der Meßwerte auszugehen. Inwiefern die durch die Epiphysiolyse capitis femoris bedingte Einschränkung der Innenrotationsfähigkeit zu einer von der Standardeinstellung abweichenden Positionierung der Hüfte während der Anfertigung der Röntgenaufnahme führt, läßt sich retrospektiv jedoch nicht klären.

5.3.2 Diskussion der radiologischen Meßwerte der Patienten

5.3.2.1 Beschreibung des Patientenkollektives

5.3.2.1.1 Anzahl der radiologisch ausgewerteten Patienten

Da es sich in der vorliegenden Arbeit um eine retrospektive Studie handelt, war es nicht möglich auf die o. a. Ausschlußkriterien Einfluß zu nehmen. Es wurden 75,81 % (47 von 62 Patienten) der Patienten, die sich wegen einer Epiphysiolyse capitis femoris in der Universitätsklinik Marburg in Behandlung befanden, radiologisch ausgewertet. Somit spiegeln die folgenden Ergebnisse die Verteilung der Meßwerte in der zu untersuchenden Population relativ gut wieder.

5.3.2.1.2 Geschlechtsverteilung der Patienten

Es befanden sich unter den Patienten, deren Röntgenbilder ausgewertet werden konnten, 27 Mädchen (dies entspricht 57,4 %) und 20 Jungen (dies entspricht 42,6 %). Diese auf den ersten Blick etwas ungewöhnlich erscheinende Geschlechtsverteilung wird verständlich, wenn man bedenkt, daß aufgrund der oben genannten Gründe 13 Knaben und nur 2 Mädchen ausgeschlossen wurden.

5.3.2.1.3 Schwere der Erkrankung anhand des Epiphysenwinkels

Aufgrund des oben beschriebenen Epiphysenwinkels wurden vier Gruppen (Krankgr) gebildet, die als Maß für die Schwere der Erkrankung dienen sollten. In der Krankgr 1 ($\text{epi} \leq 50^\circ$) befanden sich insgesamt 13 Hüften, davon 6 rechte und 7 linke Seiten. Die Krankgr 2 ($\text{epi } 51^\circ - 69^\circ$) beinhaltete 30 Fälle (14 rechte und 16 linke Seiten). Die Krankgr 3 ($\text{epi } 70^\circ - 79^\circ$) berücksichtigte 26 Hüften, davon 11 rechte und 15 linke. In der Krankgr 4 ($\text{epi} \geq 80^\circ$) befanden sich 25 Hüften (16 rechte und 9 linke).

Somit waren 13,8 % aller Hüften von einem hochgradigen, 31,9 % von einem mittelgradigen und 27,66 % von einem leichtgradigen Abrutschvorgang betroffen. Betrachtet man nur die Hüften, bei denen eine Epiphysiolyse

stattgefunden hat, so war diese bei 18,8 % hochgradig, bei 43,5 % mittelgradig und bei 37,7 % leichtgradig ausgeprägt.

Ein Vergleich bezüglich der Erkrankungsschwere der von uns untersuchten Patientenpopulation mit den in der Literatur beschriebenen Patientenkollektiven gestaltete sich recht schwierig. Zum einen wurden Angaben hierzu nur recht unspezifisch gemacht („most cases were acute and of mild to moderate severity^{81c}“) oder es wurden andere Verfahren zur Bestimmung des Schweregrades der Epiphysiolysis capitis femoris angewandt. So bestimmten Jani⁶² et al. den ET-Winkel. Dies ist der Winkel, der zwischen Diaphyse und Basis der Kopfeiphyse gebildet wird. Sie fanden bei 63 % der Nachuntersuchten einen ET-Winkel unter 30°, bei 30 % einen Winkel zwischen 30° - 50° und bei 7 % der Patienten einen ET-Winkel vom über 50°. Hackenbroch/Torwesten⁴⁶ konnten bei 49 von insgesamt 166 Hüften eine Dislokation < 30° (29,5 %), bei 44 (26,5 %) eine Dislokation > 30°, bei 7 (4,2 %) lediglich eine Verbreiterung der Epiphysenfuge zeigen. Die restlichen Hüften (39,8 %) zeigten keine radiologischen Anzeichen einer Epiphysiolysis capitis femoris.

Gonzalez-Moran⁴⁰ et al. benutzen die Methode nach Southwick¹⁴⁰ um den Schweregrad der Epiphysiolysis capitis femoris zu bestimmen. So zeigte sich in einer Gruppe von Patienten, die mit einer Kirschner-Drahtspickung therapiert wurden, 15 (48,4 %) milde, 12 (38,7 %) mittelgradige und 4 (12,9 %) schwere Epiphysenlösungen. Wilson¹⁶⁶ et al. wählen eine andere Einteilung. Hierbei wird der größte Abrutsch, unabhängig davon in welcher Ebene er erfolgt ist, gemessen. Ein leichter Abrutsch liegt vor, wenn der Abrutsch um weniger als ein Drittel des Durchmessers des Femurhalses erfolgt ist. Bei einem Abrutsch über einem Drittel und weniger als der Hälfte des Durchmessers des Femurhalses liegt ein mittelgradiger Abrutsch vor, wohingegen bei einem Abrutsch von über der Hälfte des Durchmessers des Femurhalses ein schwerer Abrutschvorgang vorliegt. Mit Hilfe dieser Einteilung konnten Wilson et al. bei insgesamt 300 untersuchten Hüften 47,3 % leichte, 25,3 % mittelgradige und 27,3 % schwergradige Epiphysenlösungen ermitteln. Stambough¹⁴² et al. bestimmen die

Erkrankungsschwere nach derselben Methode und fanden bei 80 der von ihnen untersuchten Patienten 77,5 % leichtgradige, 18,75 % mittelgradige und 3,75 % schwergradige Epiphysenlösungen.

5.3.2.1.4 Chronologisches Alter der radiologisch ausgewerteten Patienten

Die Verteilung des chronologischen Alters der radiologisch ausgewerteten Patienten entspricht der in der Literatur zu findenden Verteilung. Dies ist im Kapitel 5.1.3 der Auswertung der Patientenakten bereits wiedergegeben.

5.3.2.1.5 Knochenalter der radiologisch ausgewerteten Patienten

Das Knochenalter der Patienten wurde nach der von Acheson¹ beschriebenen Oxford-Methode bestimmt. Danach wurde eine Einteilung der Patienten in drei verschiedene Gruppen vorgenommen. Hierbei beinhaltete die Gruppe 1 21 Patienten, die Gruppe 2 18 Patienten und die Gruppe 3 8 Patienten. Hierbei fällt vor allem auf, daß bei 24 Kindern das Knochenalter oberhalb des chronologischen Alters lag und nur bei 5 Patienten unterhalb desselben. In der Abbildung 41 ist das chronologische Alter dem Knochenalter der Kinder gegenübergestellt worden. Hierbei ist zur Verdeutlichung der Unterschiede die Kurve $LJ = R\ddot{O}$ eingezeichnet, bei der das chronologische Alter dem Knochenalter entspricht. Die durchschnittlichen radiologischen Alterswerte der Patienten (Pat.) sind aufgetragen. Es zeigt sich, daß bis zum 14. Lebensjahr das Knochenalter niedriger ist als das chronologische Alter. Patienten, die zu Beginn der Epiphysiolysis capitis femoris älter als 14 Jahre alt waren, zeigen ein verzögertes Knochenalter.

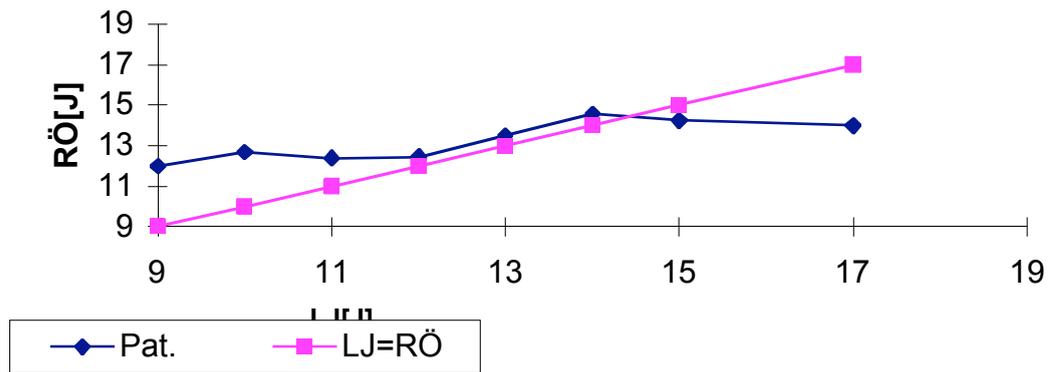


Abb. 41 vergleicht zwischen dem radiologischen und dem chronologischen Alter der Patienten (Pat.).

Ähnliche Ergebnisse konnten auch Loder⁸⁸ et al. in ihrer Untersuchung von Röntgenbildern der Hüften von 30 an Epiphysiolysis capitis femoris erkrankten Kindern zeigen. Hier betrug das durchschnittliche chronologische Alter der Mädchen $12,01 \pm 1,0$ Jahre, das mit Hilfe der Oxford-Methode ermittelte Knochenalter hingegen $13,2 \pm 0,6$ Jahre. Für Knaben fand sich ein mittleres chronologisches Alter von $14,4 \pm 1,3$ Jahre und ein Knochenalter von $15,1 \pm 0,6$ Jahre. Hierbei war auffällig, daß das Knochenalter bei den jüngeren Kindern erhöht und bei den älteren Patienten vermindert war. Loder et al. postulierten, daß es ein „narrow window“ des Knochenalters gebe, in welchen die Epiphysenlösung stattfindet. Diese These wird auch in der von uns durchgeführten Untersuchung untermauert.

Vick¹⁵⁷ et al. konnten bei den von ihnen mit Hilfe der Oxford-Methode untersuchten Patienten ein mittleres chronologisches Alter von 13 Jahren und 11 Monaten (Mädchen: 12 Jahre 3 Monate, Jungen: 14 Jahre 3 Monate) feststellen. Das mittlere Knochenalter betrug jedoch nur 10 Jahre und 10 Monate (Mädchen: 12 Jahre 7 Monate, Jungen: 10 Jahre 5 Monate).

Exner³¹ hingegen konnte feststellen, daß das Knochenalter (bei Mädchen im Durchschnitt 13,1 Jahre, bei Knaben im Durchschnitt 14,9 Jahre) bei den von ihm untersuchten Patienten oberhalb des chronologischen Alters (bei Mädchen durchschnittlich 12,9 Jahre und bei Knaben durchschnittlich 14,9 Jahre) lag. Allerdings hatte er in seiner Untersuchung zur Ermittlung des Knochenalters die Methode von Greulich/Pyle⁴² herangezogen und ein

Vergleich des so ermittelten Knochenalters mit dem nach der Methode von Acheson ermittelten Alter fehlt. Jedoch ist nach Angaben von Tanner¹⁵² das gesamte Skelett in seiner Entwicklung durchgehend entweder relativ weit fortgeschritten oder retardiert. Somit stimmen seiner Meinung nach Angaben über das Skeletalter, die von unterschiedlichen Körperpartien gewonnen wurden, weitgehend überein. Wilcox¹⁶⁵ et al. ermittelten das Knochenalter der von ihnen untersuchten Patienten ebenfalls mit Hilfe der Greulich/Pyle-Methode oder mit Hilfe einer Methode, bei der als Maßstab die Entwicklung des Kniegelenks herangezogen wird. Hierbei zeigte sich ein verzögertes Knochenalter bei 38 % der Patienten und ein beschleunigtes Knochenalter bei 21 %. Hierbei waren die Patienten, die ein verzögertes Knochenalter aufwiesen, meist über 12 Jahre alt.

5.3.2.1.6 Erkrankte Seite

In 31 Fällen war die rechte Seite erkrankt, in 38 Fällen die linke Seite. Somit ergab sich bei der Erkrankungshäufigkeit ein leichtes Überwiegen der linken Seite (linke Seite : rechte Seite = 1,23 : 1). Diese Beobachtung deckt sich mit dem in der Literatur beschriebenen Überwiegen der linken Seite. Loder⁹⁰ et al. konnten ein Überwiegen der linken Seite bei 59,7 % der von ihnen untersuchten Kinder feststellen. Als Erklärung hierfür wird die vermehrte Belastung des linken Beines bei Rechtshändern genannt. Folglich müssten Linkshänder vermehrt von einer Erkrankung der rechten Hüfte betroffen sein. Wenn man aber bedenkt, daß der Anteil der Linkshänder bei 2 - 5 % der Bevölkerung¹²² liegt, könnte man annehmen, daß die rechte Seite weitaus seltener betroffen wäre. Die Händigkeit alleine erscheint nicht ausreichend, um dieses Phänomen zu erklären.

Ein einseitiges Vorliegen der Erkrankung ergab sich bei 25 (53,2 %) der radiologisch ausgewerteten Kinder. In der Literatur wird häufig zwischen der Bilateralität der Epiphysiolysis capitis femoris bei Diagnosestellung und bei einem späteren Röntgentermin unterschieden. Da die in Marburg therapierten Patienten alle auf der nicht erkrankten Seite prophylaktisch mit einer Kirschnerdraht-Spickung behandelt wurden und somit ein Abrutsch der

nicht erkrankten Seite verhindert werden konnte, kann man den Anteil von 46,8 % beiderseits erkrankter Kinder als endgültig ansehen. In der Literatur wird der Anteil an bilateral erkrankten Patienten sehr unterschiedlich angegeben. Insgesamt muß man allerdings feststellen, daß der Anteil der zum Zeitpunkt der Erstdiagnose beiderseits von der Erkrankung betroffenen Patienten in der Marburger Population höher ist, als dies in der Literatur angegeben wird.

Tabelle 6

Autoren	Patienten	Erstdiagnose Bilateralität in %	Spätdiagnose Bilateralität in %
Beck ⁷	91	21 (24)	75 (84)
Billing/Severin ⁹	63		52 (82,6)
Blanco ¹¹ et al.	80	9 (11,3)	43 (53,8)
Hägglund ⁵⁰ et al.	172/132	42 (24)	88 (67)
Hägglund ⁵¹ et al.	260	23 (9)	159 (61)
Jerre ⁶³ et al.	175	2(1)	
König ⁷³ et al.102		28 (27,5)	
Kulick/Denton ⁷⁸	94	17 (18,1)	31 (33)
Loder ⁸⁵ et al.	224	41 (18,3)	82 (37)
Richards ¹²⁹		(25)	
Spero ¹⁴¹ et al.	29	8 (27,6)	15 (52)
Wilson ¹⁶⁶ et al.	240	29 (12,1)	67 (27,9)

5.3.2.2 Radiologische Meßwerte der untersuchten Patienten

5.3.2.2.1 Pin-joint ratio

Pin-joint ratio in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel

Eine Zunahme der pin-joint ratio kann als Zeichen des Wachstums gewertet werden. Die graphische Darstellung 22 zeigt, abgesehen von den oben erklärten Meßwerten, ein deutliches Wachstum bei den Patienten, deren Epiphysenwinkel mehr als 50° beträgt. Dieser Wachstumsprozeß ist in allen drei Untergruppen (Epi $51^\circ - 69^\circ$, Epi $70^\circ - 79^\circ$, Epi $\geq 80^\circ$) annähernd gleich. Die Patienten, die besonders stark von der Erkrankung betroffen sind (Epi $\leq 50^\circ$) zeigen deutlich weniger Veränderungen in der pin-joint ratio und demzufolge ein geringeres Wachstum des Femurs.

Zusammenfassend kann man sagen, daß ein Patient, der unter einem hochgradigen Abrutsch der Epiphyse leidet, ein geringeres Wachstum seines Femurs erfährt als ein Patient, der nur eine geringe Dislokation der Epiphyse erfahren hat. Aber auch bei den stark erkrankten Patienten kommt es zu keinem Wachstumsstop. Somit kommt es bei der Therapie mit Kirschner-Drähten zu keiner Epiphyseodese und es wird dem sich in der präpubertären Wachstumsphase befindenden Patienten die Möglichkeit zu einem Wachstum des proximalen Femurs gegeben. Jedoch muß noch einmal betont werden, daß dieses Wachstumspotential deutlich unterhalb desjenigen der weniger schwer erkrankten Patienten liegt.

Durch die Kirschner-Drahtspickung wird der prophylaktisch versorgten gesunden Seite ein normales Wachstum ermöglicht. Bei erzwungenen Epiphyseodesen, wie etwa durch den Einsatz von kanülierten Schrauben⁸¹, wird folglich eine Deformität iatrogen erzeugt.

Pin-joint ratio in Abhängigkeit vom chronologischen Alter

Bei der Betrachtung des Femurwachstums in Abhängigkeit vom chronologischen Alter der Patienten zeigt sich in den verschiedenen Gruppen ein ähnlicher Kurvenverlauf. In allen vier Altersgruppen ist eine Zunahme der pin-joint ratio zu verzeichnen. Lediglich bei dem Vergleich zwischen dem Endwert und dem Anfangswert läßt sich ein größerer Zuwachs bei den jüngeren Patienten ermitteln. Diese Beobachtung belegt auch die Untersuchung von Laplaza/Burke⁸¹. Sie konnten durch einen Vergleich der Anfangs- und der Endwerte der pin-joint ratio zeigen, daß die von ihm untersuchten Patienten, die ein Wachstum des Femurs zeigten, unabhängig von der Therapieform durchschnittlich 1 Jahr und 4 Monate jünger waren ($11,5 \pm 1,3$ Jahre) als jene, die einen Wachstumsstop zeigten ($12,8 \pm 1,6$ Jahre). Somit konnte durch unseren Vergleich der Anfangs- und der Endwerte der pin-joint ratio festgestellt werden, daß die Therapie mit Kirschner-Drähten zu keinem Wachstumsstop führte und die jüngeren Kinder noch über ein größeres Wachstumspotential verfügten als die älteren Kinder. Allerdings war dieser Unterschied in der von uns untersuchten Population nicht so stark ausgeprägt wie in einer Untersuchung von Segal¹³⁷ et al.. Diese Autoren untersuchten die Veränderung der „pin physeal position“ bei 21 Patienten (31 untersuchte Hüften), die mit einer in-situ Nagelung therapiert wurden. Hierzu teilten sie die untersuchten Kinder in 3 Gruppen. In der Gruppe A befanden sich Patienten, welche mehr als zwei Jahre jünger waren, als das durchschnittliche Erkrankungsalter in der untersuchten Population (Mädchen 10,5 Jahre, Knaben 12,5 Jahre). In Gruppe B betrug dieser Altersunterschied 1-2 Jahre und in Gruppe C waren die Kinder älter als dieses Durchschnittsalter. Hierbei zeigten die Kinder aus Gruppe A eine 4- fache größere Veränderung der „pin physeal position“ als die Kinder aus Gruppe B. Wurden Gruppe A und B als juvenile Patienten gemeinsam betrachtet und mit Gruppe C verglichen, so zeigte sich, daß die juvenile Gruppe eine über 20- fache Veränderung dieses Meßwertes gegenüber Gruppe C hatte. Zwar ist, bedingt durch das unterschiedliche Studiendesign, kein direkter Vergleich zwischen den von Segal et al. und den

von uns erhobenen Meßwerten möglich und es ist nicht zu klären, ob eine Therapie mit Kirschner-Drähten oder mit Nägeln die bezüglich des Wachstumspotenzials geeignetere Therapieform ist. Dennoch scheint es sicher, daß jüngere Patienten ein größeres Wachstum erfahren können.

Pin-joint ratio in Abhängigkeit von dem Knochenalter

Wenn man das Wachstumsverhalten des Femurs in Abhängigkeit vom Knochenalter der Patienten überprüft, fällt auf, daß alle Patientengruppen ein Wachstum erfahren. Dieses Wachstum ist bei den Kindern, die ein hohes Knochenalter aufweisen tendenziell etwas geringer ausgeprägt, als bei den radiologisch jüngeren Patienten. Es bleibt also zu überlegen, ob eine Epiphyseodese für einen älteren Patienten eine Alternative zur Therapie mit Kirschner-Drähten darstellt. Das durch die Epiphyseodese verhinderte Wachstum ist nur noch gering ausgeprägt und die resultierende Beinlängendifferenz kann allenfalls minimal sein. Ein frühzeitiger Fugenschluß, welcher ja auch die Gefahr eines weiteren Abrutschvorganges verhindert, scheint gerade auch bei einem älteren Patienten mit einem erheblichen Abrutschwinkel die adäquate Therapieform darzustellen.

5.3.2.2.2 Pin-physis ratio

Pin-physis ratio in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel

Die pin-physis ratio wird ähnlich wie auch die pin-joint ratio durch einen Wachstumsprozess im Bereich des proximalen Femurs beeinflusst.

Wenn man bedenkt, daß die Abnahme der pin-physis ratio ein Wachstum des Femurs anzeigt, so wird deutlich, daß die am stärksten von der Erkrankung betroffenen Patienten ($\text{Epi} \leq 50^\circ$) deutlich im Wachstum gehemmt werden. Bemerkenswerterweise zeigen die Patienten, deren Epiphysenwinkel zwischen 51° und 69° liegt, noch eine starke Abnahme der pin-physis ratio. In Anbetracht der Ergebnisse des Vorversuches fällt es schwer darüber zu entscheiden, ob in diesen Fällen tatsächlich noch ein großes Wachstumspotential des Femurs vorgelegen hat oder ob eine Veränderung der Rotationsstellung dies vortäuscht. Leider konnte anhand der vorliegenden Röntgenbilder und der Patientenakten nicht ermittelt werden, ob z. B. aufgrund einer vor allem zu Erkrankungsbeginn eingeschränkten Rotationsfähigkeit eine andere Röntgeneinstellung präferiert wurde. Wenn man jedoch bedenkt, daß die Bildgebung in der Universitätsklinik Marburg grundsätzlich in einer standardisierten Röntgeneinstellung vorgenommen wird, sollten die Einflüsse einer veränderten Röntgeneinstellung eher gering ausgeprägt sein.

Pin-physis ratio in Abhängigkeit vom chronologischen Alter

Berücksichtigt man, daß eine Abnahme der pin-physis ratio einem Wachstum des Femurs gleichkommt, so bedeutet dies, daß die Patienten, die zu Beginn der Erkrankung jünger als 12 Jahre waren, in der Lage sind, geringfügig mehr zu wachsen als die älteren Patienten.

Bei einem Vergleich der pin-physis ratio zu Beginn der Erkrankung und am Ende des Nachuntersuchungszeitraumes wird deutlich, daß es in allen vier Altersgruppen zu einer Abnahme der pin-physis ratio gekommen ist. Die Therapie mit Kirschner-Drähten führt folglich zu keinem Wachstumsstop.

Pin-physis ratio in Abhängigkeit vom Knochenalter der Patienten

Bedenkt man, daß eine Abnahme der pin-physis ratio für einen Wachstumsprozeß des Femurs spricht, so kann man anhand von Abbildung 27 davon ausgehen, daß es in allen drei Patientengruppen zu einem Wachstum des Femurs kam. Dieses Wachstum war bei den Patienten, deren Knochenalter 11 und 12 Jahre betrug, geringfügig größer als in den anderen beiden Gruppen. Da es zu Überschneidungen der verschiedenen Konfidenzintervalle kommt, ist dieser Unterschied nicht signifikant.

Insgesamt wird bei der Untersuchung der pin-physis ratio deutlich, daß die am stärksten von der Erkrankung betroffenen Patienten in ihrem Wachstum gehemmt werden. Desweiteren haben die jüngeren Kinder einen größeren Abfall der pin-physis ratio zu verzeichnen. Dies spricht dafür, daß die jüngeren Patienten noch über ein größeres Wachstumspotential verfügen, das nicht durch die Kirschner-Drahtspickung verhindert wird. Auch wenn die Patientenzahl in der vorliegenden Untersuchung gering ist und somit eine weitere Unterteilung der Patienten in Gruppen, welche Altersklassen und Erkrankungsklassen gemeinsam umfaßt, nicht sinnvoll erscheint, so kann man anhand der beschriebenen Zusammenhänge davon ausgehen, daß eine Kirschner-Drahtspickung für einen jungen, unter einem relativ geringen Epiphysenabrutsch leidenden Patienten, eine gute Therapieform darstellt. Eine Kirschner-Drahtspickung beinhaltet jedoch einen wesentlichen Nachteil: es wird gegebenenfalls ein erneuter Eingriff notwendig, wenn die Drähte, bedingt durch den Wachstumsprozeß, die Epiphyse nicht mehr vollständig fassen. Dies war bei den von uns untersuchten Patienten bei 18 Kindern, bei einem Jungen sogar zweimal, notwendig. Für einen jungen Patienten sollte aber gerade die Tatsache, daß das Wachstumsverhalten des Femurs nicht wesentlich gestört wird und die physiologische Form des koxalen Femurendes folglich erhalten bleibt, überwiegen. Auch sollte man sich in Anbetracht der geringen Komplikationsrate der Kirschner-Drahtspickung, die im Abschnitt 5.1.6 ausführlich dargestellt wurde, bei diesen Patienten eher für eine solche Operation entschließen.

Demgegenüber spricht vieles dafür, daß für einen älteren Patienten, welcher unter einem starken Abrutsch der Epiphyse leidet und folglich nur noch ein geringes Wachstumspotential in sich birgt, eine Epiphyseodese die Therapieform der Wahl sein dürfte.

5.3.2.2.3 Artikulo-trochantäre Distanz

Artikulo-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel

Der Mittelwert der artikulo-trochantären Distanz liegt für alle betrachteten Gruppen im Bereich der Normalwerte (oberhalb 20 mm) oder nur geringfügig unterhalb dieses Wertes. Wenn man bedenkt, daß durch die Kurvenverläufe von pin-joint ratio bzw. pin-physis ratio belegt wird, daß es im Verlauf der Zeit zu einem Wachstumsvorgang des proximalen Femurs gekommen ist, so läßt sich postulieren, daß dieser Wachstumsprozeß keinerlei nachteilige Einflüsse auf die artikulo-trochantäre Distanz hat. Es scheint also, daß das Wachstum den physiologischen Vorgängen folgt. Der beobachtete Kurvenverlauf steht allerdings in Widerspruch zu der von Ordeberg¹⁰⁹ durchgeführten Untersuchung. Ordeberg konnte in einer großen Studie (312 Patienten) feststellen, daß die ATD bei den am stärksten von der Erkrankung betroffenen Patienten deutlich unterhalb des Normalwertes lag. Dies war unabhängig von der eingeleiteten Therapieform der Fall, allerdings befanden sich hierunter keine Spickungen mit Kirschner-Drähten. Ob man allerdings postulieren kann, daß die Kirschner-Drahtspickung für die von der Erkrankung am stärksten betroffenen Patienten die Therapie der ersten Wahl ist, ist aufgrund der nur geringen Anzahl der von uns untersuchten Patienten ungewiß.

Artikulo-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom chronologischen Alter der Patienten

Die aufgetragenen 95 %-Konfidenzintervalle der artikulo-trochantären Distanz weisen eine starke Schwankung auf. Insgesamt ist die Aussagekraft der ATD eher gering. Dieses Ergebnis steht in Einklang mit der Untersuchung von Ordeberg¹⁰⁹. Ordeberg konnte keine signifikante Korrelation zwischen der ATD und dem chronologischen Alter der Patienten entdecken. Hingegen konnten Segal¹³⁷ et al. zeigen, daß es bei einer juvenilen Gruppe der Erkrankten zu einer 2- fach größeren Veränderung der ATD kam als in einer Gruppe, in der die älteren Patienten zusammengefaßt waren.

Artikulo-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom Knochenalter

Die artikulo-trochantäre Distanz zeigt keinerlei Abhängigkeit vom Knochenalter der untersuchten Patienten. Sie ist in allen Knochenaltersgruppen etwa gleich groß.

Zusammenfassend kann noch einmal betont werden, daß die artikulo-trochantäre Distanz sich nahezu unabhängig vom chronologischen und vom radiologischen Alter der Patienten verhält. Auch weist dieser Meßparameter nur einen geringen Zusammenhang mit der Schwere der Erkrankung auf. Die artikulo-trochantäre Distanz beträgt fast immer einen Wert um die 21 mm und liegt somit im Normalbereich dieses Parameters²⁵. Kumm⁷⁹ et al. konnten in ihrer Untersuchung ähnliche Ergebnisse finden. Bei den von ihnen untersuchten SCFE-Patienten betrug der Mittelwert der artikulo-trochantären Distanz 16,1 mm (minimal 8 mm, maximal 30mm).

Die Spickung der Epiphysiolysis capitis femoris mit Kirschner-Drähten scheint die physiologischen Wachstumsprozesse nicht wesentlich zu stören. Dies wird auch durch den Kurvenverlauf der ATD unterstrichen.

5.3.2.2.4 Centro-trochantäre Distanz

Centro-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel

Der zeitliche Verlauf der centro-trochantären Distanz in den vier verschiedenen Krankengruppen zeigt in allen Gruppen einen abfallenden Verlauf. Auch bei dieser Graphik können die starken Schwankungen beim zweiten Zeitintervall (1 - 31 Tage) mit der geringen Fallzahl erklärt werden.

Nach diesem Termin verhalten sich alle Krankengruppen annähernd gleich. Es kommt zu einer Abnahme der centro-trochantären Distanz. Bei den am stärksten von der Erkrankung betroffenen Kindern ist diese Abnahme etwas stärker ausgeprägt als bei den nur geringer von der Epiphyseolyse betroffenen Patienten. Aufgrund der vielfältigen Überschneidungen der Konfidenzintervalle ist dieses Ergebnis jedoch nicht signifikant. Wenn man bedenkt, daß durch die Veränderungen der pin-joint ratio und der pin-physis ratio ein Wachstumsprozess in allen vier Krankengruppen belegt worden ist, so kann man davon ausgehen, daß der Wachstumsvorgang des proximalen Femurs in allen vier Krankengruppen einen ähnlichen Verlauf nimmt. Die Epiphysiolysis capitis femoris beeinflusst zwar das Wachstumsverhalten in den verschiedenen Krankengruppen, führt aber zu keiner bedeutsamen Veränderung der centro-trochantären Distanz. Die Form des proximalen Femurs ist in allen Krankengruppen also weitgehend gleich.

Centro-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom chronologischen Alter

Auch die Darstellung des Verlaufes der centro-trochantären Distanz in Abhängigkeit vom chronologischen Alter der Patienten ergibt aufgrund der starken Schwankung der Meßergebnisse keine weiterreichenden Informationen. Die Abbildung der 95 %-Konfidenzintervalle der CTD zeigt in allen vier Altersgruppen keinen eindeutigen An- oder Abfall der Werte. Über die Gründe hierfür kann aufgrund der Retrospektivität der Untersuchung nur spekuliert werden. Aufgrund der Ergebnisse des Vorversuchs scheint die Abhängigkeit der CTD von der Rotation jedoch als Ursache hierfür nur wenig ins Gewicht zu fallen.

Centro-trochantäre Distanz in Abhängigkeit vom Knochenalter

Bei der Darstellung der 95 %-Konfidenzintervalle der centro-trochantären Distanz in Abhängigkeit vom Knochenalter der Patienten fällt ein stark schwankender Kurvenverlauf auf. Die ersten Schwankungen bzw. fehlenden Meßwerte in der Zeit von 1. - 31. Tag nach der Operation lassen sich, wie schon so oft, auf eine geringe Fallzahl zurückführen. Doch auch im weiteren Verlauf kommt es zu einem An- und Absteigen der Meßparameter, wobei man jedoch insgesamt einen leicht abfallenden Kurvenverlauf in allen drei Patientengruppen erkennen kann. Wodurch der stark schwankende Verlauf erklärt werden kann, ist aber nicht augenscheinlich. Vielleicht ist dies durch die oben beschriebene Abhängigkeit der Meßwerte von der Rotation des Femurs bzw. des Film- Fokus-Abstandes während der Untersuchung bedingt. Allerdings wird in der Universitätsklinik Marburg die Bildgebung in einer standardisierten Einstellung vorgenommen, so daß man davon ausgehen kann, daß es zu keinen wesentlichen Veränderungen der Rotationsstellung und der Film-Fokus-Abstände gekommen sein sollte.

5.3.2.2.5 Centrum-Collum-Diaphysenwinkel

Centrum-Collum-Diaphysenwinkel in Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel

Der Centrum-Collum-Diaphysenwinkel ist vom Schweregrad der Erkrankung abhängig. So liegt der CCD-Winkel der am stärksten von der Erkrankung betroffenen Hüften oberhalb der anderen Gruppen. Das in dem Zeitraum 1 - 31 Tage nach der Diagnosestellung auftretende große Konfidenzintervall in dieser Gruppe ist, ebenso wie die große Spannweite in den anderen Gruppen, auf die Tatsache zurückzuführen, daß zu diesem Termin nur wenige CCD-Winkel (2, 4, 7, 3 CCD-Winkel) bestimmt werden konnten. Im weiteren Verlauf zeigen die anderen drei Gruppen einen annähernd gleichbleibenden Verlauf der CCD-Winkel. Allerdings kann man erkennen, daß jene Patienten, die stärker von der Erkrankung betroffen sind, auch hier einen größeren CCD-Winkel aufweisen. Es wäre somit anzunehmen, daß der CCD-Winkel in einer Relation zum Schweregrad der Erkrankung steht und daß er um so größer ist, je stärker die Erkrankung ausgeprägt ist. Wenn man bedenkt, daß der CCD-Winkel in der Pubertät nach Angaben von Glogowski³⁹ 132° beträgt und sich die Epiphysiolysis capitis femoris zu einem Zeitpunkt ausbildet in dem sich die Patienten in der präpubertären Wachstumsphase befinden, dürfte der CCD-Winkel im Normalfall nur geringfügig oberhalb dieses Wertes liegen. Tatsächlich beträgt der Mittelwert der hier betrachteten CCD-Winkel, abgesehen von der Gruppe, welche die Patienten mit einem Epiphysenwinkel größer als 80° enthält, jedoch in allen Fällen mehr als die angegebenen 132° , so daß eine Coxa valga vorliegt. Kordelle⁷⁶ et al. konnten in einer dreidimensionalen CT-Untersuchung von Epiphysiolysis capitis femoris-Patienten zeigen, daß der CCD-Winkel auf der erkrankten Seite mit $134,2^\circ$ niedriger war als auf der gesunden Seite ($141,0^\circ$). In beiden Gruppen ergeben sich jedoch andere Werte als die von Glogowski angegebenen Normalwerte.

Centrum-Collum-Diaphysenwinkel in Abhängigkeit vom chronologischen Alter

Das Alter der Patienten scheint in dem hier untersuchten Zeitraum nur einen geringen Einfluß auf den Verlauf des CCD-Winkels zu nehmen. Alle vier Altersgruppen zeigen einen annäherungsweise konstanten Kurvenverlauf. Unter der Prämisse, daß der CCD-Winkel während der Pubertät im Normalfall 132° beträgt, wird deutlich, daß dieser Wert von fast allen untersuchten Patienten überschritten wird. Es liegt folglich in der Mehrzahl der Fälle eine Coxa valga vor.

Centrum-Collum-Diaphysenwinkel in Abhängigkeit vom Knochenalter

In allen drei Röntgenaltersgruppen erkennt man einen annähernd gleichartigen Verlauf des CCD-Winkels. Die im Zeitintervall 1 - 31 Tage nach Diagnosestellung auftretenden großen Konfidenzintervalle bzw. fehlenden Werte sind wiederum auf die geringe Fallzahl zu diesem Termin zurückzuführen (2 bzw. 0 Meßwerte). Mit Ausnahme des Meßwertes der Gruppe der 11- und 12- Jährigen im Zeitraum 1 - 31 Tage nach Diagnosestellung, der mit der zuvor erwähnten geringen Fallzahl (2 Meßwerte) in Zusammenhang gebracht werden kann, liegen alle Meßwerte oberhalb der für die Pubertät üblichen 132° . Es liegt also eine Coxa valga vor. Wenn man bedenkt, daß sich der CCD- Winkel bei einem gesunden Menschen nach Moll¹⁰¹ im Laufe des Lebens beträchtlich verändert (150° beim Neugeborenen, 133° während der Pubertät, 127° ($120-133^\circ$) beim Erwachsenen), so könnte man erwarten, in der Altersgruppe der 15- Jährigen einen niedrigeren CCD- Winkel zu messen als in den Gruppen, welche die Patienten umfassen, deren Knochenalter unterhalb dieses Wertes liegt. Allerdings kann man anhand des Diagramms keinen Zusammenhang zwischen dem radiologischen Alter des Patienten und dem CCD- Winkel erkennen. Leider war es nicht möglich die Gründe hierfür herauszufinden. So könnte der dargestellte Verlauf mit der Erkrankung in Zusammenhang stehen,

oder aber auch der Altersunterschied der Patienten könnte so gering sein, daß eine Veränderung des CCD- Winkels in Abhängigkeit mit dem Alter nicht augenscheinlich wird.

Worin allerdings die Ursache für die bei allen Patienten zu beobachtende Coxa valga liegt ist unklar, denn die Ätiologie einer Coxa valga ist vielfältig. Papadopulos/Hofmann¹¹⁰ vertreten die Auffassung, daß der Schenkelhals-Schaft-Winkel vor allem durch periostale Wachstumsprozesse beeinflusst wird und nicht durch epiphysäres Längenwachstum. Sie behaupten, daß ein medial beschleunigtes Längenwachstum des Schenkelhalses nur einen minimalen Valgisierungseffekt ausüben könne. Durch dieses Längenwachstum kommt es auch zu einer cranialen Verlagerung des Kopfbereiches, wodurch der Kopfmittelpunkt ebenfalls nach cranial verlagert wird. Somit wird der Schenkelhals in seiner Beziehung zur Femurachse, wenn überhaupt, nur minimal verändert. Kummer⁸⁰ widerspricht dieser These. Die Ursache für eine Coxa valga ist seiner Meinung nach in einer sehr steil verlaufenden Hüftgelenksresultierenden zu sehen. Die Ätiologie dieser sehr steil verlaufenden Hüftgelenksresultierenden zu klären gestaltete sich jedoch schwierig. Bedenkt man, daß sich die Hüftgelenksresultierende beim Einbeinstand aus einem Teilgewicht G_5 (Körpergewicht abzüglich des Gewichtes des Stützbeines) und der Muskelkraft M der Hüftabduktoren zusammensetzt, so gibt es prinzipiell zwei Ursachen für eine Veränderung der Hüftgelenksresultierenden. Weiterhin ist zu erwähnen, daß im Normalfall die Abduktionskraft zu 70 % von den kleinen Glutäen (*Mm. gluteus medius et minimus*) und zu 30 % vom Tractus iliotibialis, der vom *M. gluteus maximus* und *M. tensor fasciae latae* gespannt wird, aufgebracht wird. Kummer vertritt die These, daß die Steilstellung der Hüftgelenksresultierenden durch eine relative Schwäche der kleinen Glutäen, welche eine stärkere Spannung des Tractus iliotibialis zu Folge hätte, zu erklären sei. Gezielte Untersuchungen in diese Richtung stehen jedoch noch aus.

Auch Pauwels¹¹⁴ widerspricht der These von Papadopulos/Hofmann. Er ist der Auffassung, daß das epiphysäre Längenwachstum und nicht das

periostale Breitenwachstum für die Gestaltung des Schenkelhals-Schaft-Winkels verantwortlich ist. Nach seinen Analysen der Beanspruchung des Epiphysenknorpels muß man davon ausgehen, daß physiologischerweise die Druckkraft senkrecht auf seiner Mitte steht, so daß er in seiner gesamten Ausdehnung nur von Druck beansprucht ist. Kommt es jedoch aus irgendeinem Grunde zu einer schräg gerichteten Druckkraft, so wird diese Druckbelastung durch eine mehr oder weniger große Biegebeanspruchung überlagert. Die Druckspannung wird nun an der Druckseite der Biegung gegen den Rand hin vergrößert, zur Zugseite hin dagegen durch die Zugspannung aus der Biegung zunehmend verkleinert. Durch ein stärkeres Längenwachstum an der Druckseite der Biegung kommt es automatisch zu einem Ausschalten der überlagerten Biegebeanspruchung.

5.3.2.2.6 Dorsale Abrutschdistanz nach Wirth

Bei der Bestimmung der dorsalen Abrutschdistanz nach Wirth scheint es wichtig herauszufinden, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Quotienten und dem Epiphysenwinkel gibt und wenn dies der Fall sein sollte, zu bestimmen, wie dieser Zusammenhang aussieht. Um dies herauszufinden wurden alle dorsalen Abrutschdistanzen nach Wirth in Abhängigkeit von dem Epiphysenwinkel in einem Diagramm aufgetragen. In der so entstandenen Abbildung wurde mit Hilfe des Programms SPSS die Regressionsgerade ermittelt und der dazugehörige Korrelationskoeffizient bestimmt. Es ergab sich eine kubisch verlaufende Regressionsgerade mit $r^2 = 0,697$, d.h. mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,83. Da ein Korrelationskoeffizient ab einer Größe von 0,8 nach Schäfer¹³³ als bedeutsam anzusehen ist, besteht in diesem Falle ein deutlicher Zusammenhang zwischen der dorsalen Abrutschdistanz nach Wirth und dem Epiphysenwinkel. Der Wert r^2 gibt an, welcher Teil der Gesamtvariabilität der dorsalen Abrutschdistanz nach Wirth auf die unterschiedlichen Epiphysenwinkel zurückzuführen ist. Dieser Wert ist mit 0,697 noch hinreichend. Allerdings ist die Bestimmung dieser Parameter viel zeitaufwendiger als die Ermittlung des Epiphysenwinkels und durch die Vielzahl der dazu notwendigen Werte für Meßfehler anfällig, so daß dieser Wert in der alltäglichen Diagnostik nicht den Epiphysenwinkel zur Bestimmung der Schwere des Abrutschprozesses verdrängen wird. Somit ist die Bedeutung dieser Meßgröße als gering anzusehen.

5.3.2.2.7 Mose-Ringe

Die verschiedenen Mosegruppen umfassen beim ersten Röntgentermin in der ersten Gruppe 73 (77,66 %), in der zweiten Gruppe 9 (9,57 %) und in der dritten Gruppe 12 (12,77 %) Femurköpfe. Zum Zeitpunkt des letzten Röntgenbildes ergab sich eine nur geringfügig andere Verteilung. In Gruppe 1 befanden sich 72 (76,7 %) in der zweiten Gruppe 5 (5,3 %) und in der dritten Gruppe 17 (18 %) Femurköpfe. In dem nachuntersuchten Zeitraum, zu dem man jedoch kritisch anmerken muß, daß er mit durchschnittlich 3,55 Jahren (Minimum 0,14 Jahre, Maximum 10,15 Jahre) nicht sehr lange ist, konnte keine wesentliche Veränderung der Sphärizität der Hüftköpfe festgestellt werden. Diese Beobachtung wird von einer von König⁷³ et al. durchgeführten Studie unterstrichen. In dieser Untersuchung werden die Sphärizität der Hüftköpfe nach Mose bei Epiphysiolyse capitis femoris-Patienten verglichen, welche mit Kirschner-Drähten, Nägeln und Schrauben operativ versorgt wurden. Hierbei zeigten sich in der Gruppe der mit Nägeln versorgten Patienten deutlich mehr asphärische Hüften als in den beiden anderen Gruppen. Eine Abweichung größer als 2 mm wurde bei 6,7 % der mit Kirschner-Drähten versorgten Patienten, bei 15,4 % der mit einer Schraubenosteosynthese behandelten Kinder und bei 19,2 % der mit Nägeln therapierten Patienten beobachtet. Allerdings muß hierbei kritisch angemerkt werden, daß sich der Nachuntersuchungszeitraum bei den verschiedenen Therapieformen deutlich unterschied. Im Durchschnitt waren 3,8 Jahre seit der Kirschner-Drahtspickung, 8,7 Jahre seit der Schraubenosteosynthese und 20,5 Jahre seit der Nagelung vergangen.

Da mit der Ausbildung arthrotischer Deformierungen, die auch mit einer Veränderung der Sphärizität einhergehen können, im allgemeinen erst Jahre bzw. Jahrzehnte nach dem auslösenden Ereignis zu rechnen ist, läßt sich mit der vorliegenden Untersuchung nicht abschätzen, bei wievielen Patienten sich eine Coxarthrose entwickeln wird.

5.3.2.2.8 Mosekriterien

Anhand dieser Untersuchungen läßt sich kein Zusammenhang zwischen der Schwere der Erkrankung und der späteren Entwicklung der Mosekriterien ableiten. Wenn man bedenkt, daß eine Veränderung der Hüftkopfoberfläche hin zu einer unregelmäßigeren Kontur möglicherweise den Beginn einer arthrotischen Veränderung darstellt, so ist dies für die Entwicklung der Mosekriterien bedeutsam. In wievielen Fällen sich jedoch zu einem späteren Zeitpunkt aus einem Mosekriterium 2 oder 3 eine klinisch bedeutsame Coxarthrose entwickelt, kann aufgrund des kurzen Nachuntersuchungszeitraumes von durchschnittlich 3,55 Jahren nicht geklärt werden. Sicherlich wäre eine Untersuchung der Patienten nach einem wesentlich längeren Zeitintervall sinnvoll.

Es bleibt aber anzumerken, daß eine Veränderung der Mosekriterien für den Patienten unbemerkt von statten gehen kann. So erzielten die von uns klinisch nachuntersuchten 14 Patienten eine exzellentes Ergebnis im Harris hip Score bzw. 12 dieser Patienten erzielten ein sehr gutes Ergebnis im Merle d'Aubigné Score. Sie zeigten im Röntgenbild jedoch Veränderungen, die eine Eingruppierung in die Mosekriteriengruppe 2 (bei drei Patienten) bzw. 3 (bei einer Patientin) veranlaßten. Hingegen waren die Röntgenbilder der beiden Patientinnen, die ein gutes bzw. mittelmäßiges Ergebnis im Merle d'Aubigné Score erzielten, frei von pathologischen Veränderungen und erfüllten die Kriterien der Mosekriteriengruppe 1.

6. Zusammenfassung

In der Universitätsklinik Marburg wurden 62 Patienten zwischen 1983 und 1997 aufgrund einer Epiphysiolysis capitis femoris behandelt. Diese Patienten wurden in der vorliegenden Arbeit sowohl klinisch als auch radiologisch untersucht.

In der untersuchten Patientenpopulation gab es 33 Knaben und 29 Mädchen. In 87,8 % der Fälle lag ein chronischer, in 8,8 % der Fälle ein akuter und in 3,5 % der Fälle ein acute on chronic slip vor. Das chronologische Alter betrug durchschnittlich 11,93 Jahre bei Mädchen und 13,97 Jahre bei Knaben. 51,9 % der Patienten waren adipös.

Bei 60 Patienten wurde eine Kirschner-Drahtspickung und bei zwei Patienten eine primäre Imhäuser-Operation durchgeführt. Bei den mit einer Kirschnerdraht-Spickung behandelten Kindern kam es in je einem Fall zu einer avaskulären Nekrose, einer Oberschenkelfraktur, einer Weichteilinfektion sowie einem Metallbruch.

47 Patienten wurden klinisch nachuntersucht. Hier zeigte der Harris hip Score 43 exzellente, 2 gute, ein befriedigendes und ein schlechtes Ergebnis. In dem Merle d'Aubigné Score zeigten 41 ein sehr gutes, 2 ein gutes, 1 ein mittleres, 2 ein ausreichendes und 1 Patient ein schlechtes Resultat. Eine Beziehung zwischen den beiden Scores und der Schwere der Erkrankung konnte nicht festgestellt werden.

Sieben Patienten zeigten eine familiäre Häufung der Erkrankung. Eine schwerwiegende Endokrinopathie konnte nicht eruiert werden. Das durchschnittliche Alter bei Beginn der Regelblutung wurde mit 13,7 Jahren angegeben. Eine Ausbildung einer Beinlängendifferenz von 1 bis 1,5 cm wurde bei neun Patienten festgestellt.

In einem Vorversuch konnte gezeigt werden, daß die pin-joint ratio, artikulo-trochantäre Distanz und die centro-trochantäre Distanz relativ gering von einer Veränderung der Rotationstellung des Femurs beeinflußt werden. Hingegen hat die Veränderung der Rotation auf die pin-physis ratio und den CCD-Winkel einen deutlichen Einfluß.

Die Röntgenbilder von 47 (27 Mädchen, 20 Jungen) Patienten wurden ausgewertet. In 31 Fällen war die rechte und in 38 Fällen die linke Seite erkrankt, somit trat die Erkrankung in 46,8 % der Fälle bilateral auf. Der Epiphysenwinkel betrug in 13 Fällen weniger als 50°, in 30 Fällen zwischen 51° - 69°, in 26 Fällen zwischen 70° - 79° und in 25 Fällen mehr als 80°. Bei Patienten, welche zu Beginn der Erkrankung älter als 14 Jahre waren, zeigte sich ein verzögertes Knochenalter.

Die pin-joint ratio der besonders stark von der Erkrankung betroffenen Kinder zeigt eine geringere Zunahme als bei den weniger von der Erkrankung betroffenen Patienten. Einen relevanter Unterschied dieses Meßwertes bezüglich des chronologischen Alters läßt sich nicht feststellen. Tendenziell weisen jedoch die Kinder mit einem niedrigeren Knochenalter ein größeres Wachstumspotenzial auf, als jene mit einem höheren Knochenalter.

Bei den am stärksten von der Erkrankung betroffenen Kindern zeigt die pin-physis ratio tendenziell ein geringeres Wachstum.

Die artikulo-trochantäre und centro-trochantäre Distanz zeigen keine Abhängigkeit von der Schwere der Erkrankung, dem chronologischen und dem Knochenalter der Patienten.

Der CCD-Winkel der am stärksten von der Erkrankung betroffenen Patienten liegt etwas oberhalb dem der weniger betroffenen Kinder. Das chronologische Alter sowie das Knochenalter haben nur einen geringen Einfluß auf diesen Wert. Die dorsale Abrutschdistanz nach Wirth zeigt eine Abhängigkeit vom Epiphysenwinkel.

Die Sphärizität der Hüftköpfe nimmt, wenn man die Hüften bei Diagnosestellung und zum Zeitpunkt des letzten Röntgentermine miteinander vergleicht, geringfügig ab. Ein Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Mosekriterien als Zeichen für die Hüftkopfverformung und der Schwere der Erkrankung läßt sich nicht erkennen.

Es kann geschlußfolgert werden, daß bei Patienten in jungen Erkrankungsalter und bei geringen Abrutsch (< 30°) ein Therapieverfahren gewählt werden soll, das das physiologische Wachstum des Schenkelhalses nicht behindert.

7. Literaturverzeichnis

1. Acheson R. The Oxford method of assessing skeletal maturity. *Clin Orthop* 1957;10:19-39.
2. Allen CPF, Calver PT. Simultaneous slipped capital femoral epiphysis in identical twins. *J Bone Joint Surg [Br]*1990; 72-B: 928-9.
3. Andrén L, Borgström KE. Seasonal variation of epiphysiolysis of the hip and possibility of causal factors. *Acta Orthop Scand* 1958;28:22-26.
4. Aronson DD, Carlson WE. Slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1992;74-A:810-9.
5. Aronson DD, Loder RT. Slipped capital femoral epiphysis in black children. *J Pediatr Orthop* 1992;12:74-79.
6. Bandyopadhyay S, Teach S. Slipped capital femoral epiphysis in a 5 _ - year-old obese male. *Pediatr Emerg Care(United States)* 1999; 15:104-5.
7. Beck W. Die operative Behandlung des jugendlichen Hüftkopfgleitens. *Bruns Beitr Klin Chir* 1971;219:150-8.
8. Bellemans J, Fabry G, Molenaers G, Lammens J, Moens P. *J Pediatr Orthop Part B* 1996; 5:151-7.
9. Billing L, Severin E. Slipping epiphysis of the hip. *Acta Radiol* 1959;Suppl. 174:1-76.
10. Bishop JO, Oley TJ, Stephenson CT, Tullos HS. Slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop* 1978; 135:93-6.
11. Blanco JS, Taylor B, Johnston II CE. Comparison of single pin versus multiple pin fixation in treatment of slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1992;12:384-9.
12. Bloomberg TJ, Nuttall J, Stoker DJ. Radiology in early slipped capital femoral epiphysis. *Clin Radiol* 1978;29:657-67.
13. Boyer WD, Mickelson MR, Ponseti IV. Slipped capital femoral epiphysis. Long-term follow up study of 121 patients. *J Bone Joint Surg [Am]* 1981;63-A:85-95.

14. Brenkel IJ, Dias JJ, Iqbal SJ, Gregg PJ. Thyroid hormone levels in patients with slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1988;8:22-5
15. Brenkel IJ, Dias JJ, Davies TG, Iqbal SJ, Gregg PJ. Hormone status in patients with slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Br]* 1989; 71-B:33-8.
16. Burrows HJ. Slipped capital femoral epiphysis characteristics of a hundred cases. *J Bone Joint Surg [Br]* 1987; 39-B:641-8.
17. Cameron HU, Wang M, Koreska J. Internal fixation of slipped femoral capital epiphysis. *Clin Orthop* 1978;137:148-53.
18. Canale ST Problems and complications of Slipped capital femoral epiphysis Instructional course lectures 1989, Park Ridge, Illinois, The American Academy of Orthopaedic Surgeons. Vol. 38: 281
19. Canale ST, Casillas M, Banta JV. Displaced femoral neck fractures at the bone-screw interface after in situ fixation of slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1997; 17:212-5.
20. Canale ST, Azar F, Young J, Beaty JH, Warner WC, Whitmer G. Subtrochanteric fracture after fixation of slipped capital femoral epiphysis: a complication of unused drill holes. *J Pediatr Orthop* 1994;14:623-6.
21. Chung SMK, Batterman SC, Brighton CT. Shear strength of the human femoral capital epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg [Am]* 1976; 58-A:94-103.
22. Cooperman DR, Charles LM, Pathria M, Latimer B, Thompson GH. Post-mortem description of slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Br]* 1992;74-A:595-599.
23. Drehmann F. Das Drehmannsche Zeichen. *Z Orthop* 1979;118:333-4.
24. Dunn DM. The treatment of adolescent slipping of the upper femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Br]* 1964; 46-B:621-629.
25. Edgren W. Coxa plana: a clinical and radiological investigation with particular referenc to the importance of the methaphyseal changes for the final shape of the proximal part of the femur. *Acta Orthop Scand* 1965; Suppl.84:1-129.

26. Eisenstein A, Rothschild S. Biochemical abnormalities in patients with slipped capital femoral epiphysis and chondrolysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1976; 58-A:459-467.
27. Emery RJ, Todd RC, Dunn DM. Prophylactic pinning in slipped upper femoral epiphysis. Prevention of complications. *J Bone Joint Surg [Br]* 1990; 72-B: 217-9.
28. Engelhardt P. Juvenile Hüftkopflösung und Koxarthrose. Stuttgart : *Enke-Verlag* Bücherei des Orthopäden; 1984.
29. Engelhardt P. Das Risiko der sekundären Coxarthrose und Hüftluxation nach M. Perthes und Epiphysiolysis capitis femoris. Stuttgart: *Thieme-Verlag*; 1988.
30. Engelhardt P. Spontanverlauf der Epiphysiolysis capitis femoris. *Orthopäde* 1994; 23:195-99.
31. Exner GU. Growth and development in slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1986; 6:403-9.
32. Fahey JJ, O'Brien ET. Acute slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1965; 47-A:1105-27.
33. Fish JB. Cuneiform osteotomie of the femoral neck in the treatment of slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1984; 66-A:1153-68.
34. Fron D, Forgues D, Mayrargue E, Hamili P, Herbaux B. Follow-up study in slipped capital femoral epiphysis in the treatment with Dunn's Osteotomy. *J Pediatr Orthop* 2000; 20: 320-5.
35. Frymoyer JW. Chondrolysis of the hip following Southwick osteotomie for sever slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop* 1974; 99:120-4.
36. Gajraj HA. Slipped capital femoral epiphysis in identical twins. *J Bone Joint Surg [Br]* 1986; 68-B:653-4.
37. Galbraith RT, Gelberman RH, Halek PC, Baker LA, Sartoris DJ, Rab GT, Cohen MS, Griffith PP. Obesity and decreased femoral anteversion in adolescence. *J Orthop Res* 1987; 5: 523-8.

38. Gelberman RH, Cohen MS, Shaw BA, Kasser JR, Griffith PP, Wilkinson RH. The association of femoral retroversion with slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1986; 68-A: 1000-7.
39. Glogowski G. Die Pathophysiologie des oberen Femurendes. *Z Orthop* 1962; Beilagenheft 95:1-61.
40. Gonzalez-Moran G, Carsi B, Albri JC, Albiñana J. Results after preoperativ traction and pinning in slipped capital femoral epiphysis: K wires versus cannulated screws. *J Pediatr Orthop* 1998; 7:53-8.
41. Goodman WW, Johnson JT, Robertson WW. Single scw fixation for acute and acute-on chronic slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop* 1996; 322: 86-90.
42. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal developement of the hand and wrist 2nd ed. Stanford: *Stanfort Univerversity Press*; 1959.
43. Günal I, Ates E. The HLA phenotype in slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1997; 17:655-6.
44. Günther KP, Stürmer T, Trepte CT, Nauman T, Kinzl L, Puhl W. Häufigkeit gelenkspezifischer Risikofaktoren bei Patienten mit fortgeschrittener Cox- und Gonarthrose im der Ulmer Coxarthrose-Studie. *Z Orthop* 1999; 137:468-73.
45. Hackenbroch MH, Bruns H. Kann ein Bagatelltrauma Ursache sein für eine inter-oder subtrochantäre Fraktur nach Nagelung oder Verrschraubung einer Epiphysilysis capitis femoris juvenilis ?. *Orthop Praxis* 1983; 5: 378-83.
46. Hackenbroch MH, Torwesten G. Erfahrungen mit dem Kölner Behandlungsschema bei Epiphysilysis capitis femoris juvenilis. *Z Orthop* 1990; 128: 422-5.
47. Hägglund G, Hansson LI. Slipped capital femoral epiphysis in three generations. *Acta Orthop Scand* 1986; 57:240-2
48. Hägglund G, Hansson LI, Ordeberg G. Epidemiology of slipped capital femoral epiphysis in southern sweden. *Clin Orthop* 1984; 191: 82-94.
49. Hägglund G, Hansson LI, Sandström S. Familial slipped capital femoral epiphysis. *Acta Orthop Scand* 1986; 57: 510-2.

50. Hägglund G, Hansson LI, Sandström S. Slipped capital femoral epiphysis in southern Sweden: long-term results after Nailing/Pinning. *Clin Orthop* 1987; 217: 190-200.
51. Hägglund G, Hansson LI, Ordeberg G, Sandström S. Bilaterality in slipped upper femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Br]* 1988; 70-B: 179-181.
52. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures. Treatment by moldy arthroplasty. *J Bone Joint Surg [Am]* 1969; 51-A: 737-55.
53. Harris WH. Etiology of osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop* 1986; 213: 20-33.
54. Harris WR. The endocrine basis for slipping of the upper femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Br]* 1950; 32-B: 5-11.
55. Hartjen CA, Koman LA. Slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1990; 10: 551-4.
56. Hensinger NH. Standards in pediatric orthopaedics. New York: Raven Press; 1986.
57. Herold G. Innere Medizin. *Köln*: 2000.
58. Howorth B. The bone-pegging operation: *Clin Orthop* 1966; 48: 79-87.
59. Imhäuser G. Zur Pathologie der jugendlichen Hüftkopflösung. *Z Orthop* 1956; 88: 3-41.
60. Irani RN, Rosenzweig AH, Cotler HB, Schwentker EP. Epiphysiodesis in slipped capital femoral epiphysis: a comparison of various surgical modalities. *J Pediatr Orthop* 1985; 5: 661-4.
61. Jacquemier M, Noca P, Dick R, Bollini G, Moulia-Pelat JP, Migliani R, Faure F. Etude de l'anteversion femorale dans les epiphysiolyses femorales superieures de l'adolescent. A propos de 25 cases. *Rev Chir Orthop* 1991; 77: 530-6.
62. Jani L, Arnold P, Soloniewicz A. Epiphysiolysis capitis femoris. *Z Orthop* 1996; 134: 400-6.
63. Jerre R, Karlson J, Hendrikson B. The incidence of physiolyis of the hip. *Acta Orthop Scand* 1996; 67: 53-6.

64. Jerre T. A study of slipped capital femoral epiphysis. With special reference to late functional and radiological results and the value of closed reduction. *Acta Orthop Scand* 1950; Suppl. 6: 1-49.
65. Kallio PE, Paterson DC, Foster BK, Lequesne GW. Classification in slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop* 1993; 294: 196-203.
66. Kallio PE, Lequesne GW, Paterson DC, Foster BK, Jones JR. Ultrasonography in slipped capital femoral epiphysis Diagnosis and assesment of severity. *J Bone Joint Surg [Br]* 1991; 73-B: 884-9.
67. Kelsey JL. The incidence and distribution of slipped capital femoral epiphysis in Connecticut. *J Chron Dis* 1971; 23: 567-78.
68. Kelsey JL. Epidemiology of slipped capital femoral epiphysis: a revue of the literatur. *Pediatrics* 1973; 51: 1042-50.(102-4).
69. Kelsey JL, Keggi KJ, Southwick SO. The incidence and distribution of slipped capital femoral epiphysis in Connecticut and southwestern US. *J Bone Joint Surg [Am]* 1970; 52-A: 1203-16.
70. Kelsey JL, Acheson RM, Keggi KG. The body built of patients with slipped capital femoral epiphysis. *Am J Dis Child* 1972; 124: 276-281
71. Kinoshita J, Kaneda K, Matsuno T, Hosokawa Y, Nagashio R. *Int Orthop* 1995; 19: 245-7.
72. Klein A, Joplin RJ, Reidy JA, Hanelin J. Management of the contralateral hip in slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1953; 35-A: 81-87.
73. König A, Krauspe R, Fella E, Eulert J. Die Entwicklung des koxalen Femurendes nach operativer Therapie der Epiphysiolysis capitis femoris. *Orthop Praxis* 1996; 32: 515-20.
74. Konermann W, de Pellegrin M. Die Differentialdiagnose des kindlichen Hüftschmerzes im Sonogramm Coxitis fugax, Morbus Legg-Calvé-Perthes, Epiphysiolysis capitis femoris. *Orthopäde* 1993; 22:280-7.
75. Kordelle J, Richolt JA, Millis M, Jolesz FA, Kikinis R. Development of the acetabulum in patients with slipped capital femoral epiphysis: a three-dimensional analysis based on computed tomography. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 174-8.

76. Kordelle J, Millis M, Jolesz FA, Kikinis R, Richolt JA. Three-dimensional analysis of the proximal femur in patients with slipped capital femoral epiphysis based on computed tomography. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 179-82.
77. Krahn TH, Canale ST, Beaty JH, Warner WC, Lourenço P. Long-term follow-up of patients with avascular necrosis after treatment of slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1993; 13: 154-8.
78. Kulick RG, Denton JR. A retrospective study of 125 cases of slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop* 1982; 162: 87-90.
79. Kumm DA, Schmidt J, Eisenburger S-H, Rütt J, Hackenbroch MH. Prophylactic dynamic screw fixation of the asymptomatic hip in slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1996; 6: 249-53.
80. Kummer B. Die klinische Relevanz biomechanischer Analysen der Hüftregion. *Z Orthop* 1991; 129: 285-94.
81. Laplaza FJ, Burke SW. Epiphyseal growth after pinning of slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1995; 15: 357-61.
82. Lengsfeld M, Griss P. Die Schenkelhalsverlängernde Osteotomie bei schwerer Hüftdysplasie des jugendlichen und jungen Erwachsenen. Stuttgart: *Thieme-Verlag* Praktische Orthopädie Band 22; 1990.
83. Litchman HM, Duffy J. Slipped capital femoral epiphysis: Factors affecting shear forces on the epiphyseal plate. *J Pediatr Orthop* 1984; 4:745-8.
84. Loder RT, Hensinger RN. Slipped capital femoral epiphysis associated with renal failure osteodystrophy. *J Pediatr Orthop* 1997; 17: 205-11.
85. Loder RT, Aronson DD, Greenfield ML. The epidemiology of bilateral slipped capital femoral epiphysis. A study of children in Michigan. *J Bone Joint Surg [Am]* 1993; 75-A: 1141-7.
86. Loder RT, Wittenberg B, De Silva G. Slipped capital femoral epiphysis associated with endocrine disorders. *J Pediatr Orthop* 1995; 15: 349-56.
87. Loder RT, Richards BS, Shapiro PS, Reznick LR, Aronson DD. Acute slipped capital femoral epiphysis: the important of physeal stability. *J Bone Joint Surg [Am]* 1993; 75-A: 1134-40.

88. Loder RT, Farley FA, Herzenberg JE, Hensinger RN, Kuhn JL. Narrow window of bone age in children with slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1993; 13: 290-3.
89. Loder RT, Hensinger RN, Alburger PD, Aronsson DD, Beaty JH, Roy DR, Stanton RP, Turker R. Slipped capital femoral epiphysis associated with radiation therapy. *J Pediatr Orthop* 1998; 18: 630-6.
90. Loder RT and 47 coinvestigators. The demographics of slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop* 1996; 322: 8-27.
91. Loder RT and 47 coinvestigators. A worldwide study on the seasonal variation of slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop* 1996; 322: 28-36.
92. Lowe HG. Necrosis of articular cartilage after slipping of the capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Br]* 1970; 52-B: 108-18.
93. Lubicky JP. Chondrolysis and avascular necrosis: complications of slipped capital femoral epiphysis: *J Pediatr Orthop Part B* 1996; 5: 162-7.
94. Mann DC. Endocrine disorders and orthopedic problems in children. *Curr Opin Pediatr* 1996; 8: 68-70.
95. Mann DC, Weddington J, Richton S. Hormonal studies in patients with slipped capital femoral epiphysis without evidence of endocrinopathy. *J Pediatr Orthop* 1988; 8:543-5.
96. Marx RG, Wright JG. Slipped capital femoral epiphysis after septic arthritis of the hip in an adolescent: report of a case. *Can J Surg* 1999; 42: 145-8.
97. Masuda T, Matsuno T, Hasegawa I, Kanno T, Yamaguchi H, Hirai K, Konno H, Fukuhara H. Transtrochanteric anterior rotation osteotomy for slipped capital femoral epiphysis: a report of five cases. *J Pediatr Orthop* 1986; 6: 18-23.
98. Matava MJ, Patton CM, Luhman S, Gordon JE, Schoenecker PL. Knee pain as the initial symptom of slipped capital femoral epiphysis: an analysis of initial presentation and treatment. *J Pediatr Orthop* 1999; 19: 455-60.

99. Mau H. Spezifizierung der korrespondierenden Wachstums-Gesetze von Hueter-Volkman und Pauwels (Wachstumsdeformitäten) und ihre Beziehung zu den Belastungsdeformitäten. *Z Orthop* 1984; 122: 293-8.
100. Merle d'Aubigné R, Postel M. Functional results of hip arthroplasty with acrylic prothesis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1954; 36-A: 451-75.
101. Moll KJ, Moll M. Anatomie 13. Auflage. Neckarsulm Stuttgart: *Jungjohann verlagsgesellschaft*; 1993.
102. Montskó P, de Jonge T. Slipped capital femoral epiphysis in 6 of 8 first-degree relatives. *Acta Orthop Scand* 1995; 66: 511-2.
103. Moreira JF, Neves MC, Lopes G, Gomes AR. Slipped capital femoral epiphysis A report of 4 cases occurring in one family. *Int Orthop* 1998; 22:193-196.
104. Morscher E. Die operative Therapie der Epiphysiolysis capitis femoris. *Z Orthop* 1960; 92: 153-74.
105. Morscher E. Strength and morphology of the growth cartilage under hormonal influence of the puberty. *Reconstr Surg Traumatol* 1968; 10:3-104.
106. Mose K. Methods of measuring in Legg-Calvé-Perthes disease with special regard to the prognosis. *Clin Orthop* 1980; 150: 103-9.
107. Niessen KH. Pädiatrie 4. Auflage. Weinheim: Chapman & Hall-Verlag; 1996.
108. Ogden JA. Skeletal injury in the child Ed 2. Philadelphia WB: *Saunders Company*; 1990.
109. Ordeberg G, Hägglund G, Hansson LI, Sandström S. Articulotrochanteric distance in slipped capital femoral epiphysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 1990; 109 (4): 191-3.
110. Papadopoulos JS, Hofmann A. Das periostale Wachstum, Hauptmittel zu funktionellen Anpassung des Schenkelhals-Schaft-Winkels (CCD-Winkel). *Arch Orthop Unfall Chir.* 1972; 73: 33-46.
111. Paré A. Fractures of the neck of the femur. *Paris. Cinq livres de chirurgie*; 1572.

112. Parsch K, Zehender H, Bühl T, Weller S. Intertrochanteric correctiv osteotomy for moderate and severe chronic slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop Part B* 1999; 8: 223-30.
113. Pauwels F. Funktionelle Anpassung des Knochens durch Längenwachstum. *Z Orthop* 1958; Suppl.90: 34-56.
114. Pauwels F. Eine klinische Beobachtung als Beispiel und Beweis für funktionelle Anpassung des Knochens durch Längenwachstum. *Z Orthop* 1975; 113: 1-5.
115. Phillips SA, Griffith WEG, Clarke NMP. The timing of reduction and stabilisation of the acute, unstable, slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Br]* 2001; 83-B:1046-9
116. Plötz GM, Hippe P, Hassenflug J. „Rezidivierende“ Epiphysiolysis capitis femoris- die Notwendigkeit der simultanen Stabilisierung beider Hüftgelenke. Ein Beitrag zur kontroversen internationalen Diskussion. *Z Orthop* 1998; 136: 534-41.
117. Ponseti IV. Skeletal lesions produced by aminonitriles. *Clin Orthop* 1957; 9: 131-44.
118. Ponseti IV, Shephard RS. Lesions of the skeleton and of other mesodermal tissues in rats fed sweet-pea (*Lathyrus odoratus*) seeds. *J Bone Joint Surg [Am]* 1954; 36-A: 1031-59.
119. Prader A, Largo RH, Molinari L, Issler C. Physeal growth of swiss children from birth to 20 years of age. *Helv paediatr Acta* 1988; Suppl. 52
120. Prasad V, Greig F, Bastian W, Castells S, Juan C, AvRuskin TW. Slipped capital femoral epiphysis during treatment with recombinant growth hormone for isolated, partial growth hormone deficiency. *J Pediatr* 1990; 116: 397-9.
121. Pritchett JW, Perdue KD. Mechanical factors in slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1988; 8: 385-8.
122. Psychrembel W. Klinisches Wörterbuch 256. Auflage. Berlin New York: *W. de Gruyter-Verlag*; 1990.
123. Psychrembel W. Praktische Gynäkologie für Studium und Praxis 5. Auflage. Berlin New York: *W. de Gruyter-Verlag*; 1991.

124. Rao SB, Crawford AH, Burger RR, Roy DR. Open bone epiphysiodesis for slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1996; 16:37-48.
125. Rattey T, Piehl F, Wright JG. Acute Slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1996; 78-A: 398-402.
126. Ray RD, Asling WC, Walker DG, Simpson ME, Li CH, Evans HM. Growth and differentiation of the skeleton in thyroidectomized-hypophysectomized rats treated with thyroxin, growth hormone, and the combination. *J Bone Joint Surg [Am]* 1954; 36-A: 94-103.
127. Reichelt A. Orthopädie. Stuttgart: *Ferdinand Enke Verlag*; 1993.
128. Rennie AM. The inheritance of slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Br]* 1982; 64-B: 180-184.
129. Richards BS. Slipped capital femoral epiphysis. *Pediatr Rev* 1996; 17: 69-71.
130. Rosenfield RI, Furlanetto R, Bock D. Relationship of somatomedin-C concentrations to pubertal changes. *J Pediatr* 1983; 103: 723-8.
131. Rostoucher P, Bensahel H, Pennecot GF, Kaewpornawan K, Mazda K. Slipped capital femoral epiphysis: evaluation of different methods of treatment. *J Pediatr Orthop Part B* 1996; 5: 96-101.
132. Salvati EA, Robinson HJ, O'Dowd TJ. Southwick osteotomy for severe chronic slipped capital femoral epiphysis: results and complications. *J Bone Joint Surg [Am]* 1980; 62-A: 561-70.
133. Schäfer H. Biomathematik für Mediziner Skript zur Vorlesung. *Marburg: Philipps-Universität*; 1995.
134. Schai PA, Exner GU, Hänsch O. Prevention of secondary coxarthrosis in slipped capital femoral epiphysis: a long-term follow-up study after correctiv intertrochanteric osteotomy. *J Pediatr Orthop Part B* 1996; 5: 135-43.
135. Schmid H, Hauffa BP. Beschleunigung einer Epiphysiolysis capitis femoris lenta als Komplikation einer Wachstumshormontherapie bei Hypophyseninsuffizienz. *Klin Pädiatr* 1993; 205: 59-63.

136. Schmidt R, Gregg JR. Subtrochanteric fractures complicating pin fixation of slipped capital femoral epiphysis. *Orthop Trans* 1985; 9: 497.
137. Segal LS, Davidson RS, Robertson WW, Drummond DS. Growth disturbances of the proximal femur after pinning of juvenile slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1991; 11: 631-7.
138. Smeets T, van Buul-Offers S. The influence of growth hormone somatomedins, prolactin and thyroxine on the morphology of the proximal tibial epiphysis and growth plate of snell dwarf mice. *Growth* 1983; 47: 160-73.
139. Sørensen KH. Slipped capital femoral epiphysis Clinical study on aetiology. *Acta Orthop Scand* 1968; 39: 499-517.
140. Southwick WO. Osteotomy through the lesser trochanter for slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1967; 49-A: 807-35.
141. Spero CR; Masciale JP, Tornetta III P, Star MJ, Tucci JJ. Slipped capital femoral epiphysis in black children: incidence of chondrolysis. *J Pediatr Orthop* 1992; 12: 444-8.
142. Stambough JL, Davidson RS, Ellis RD, Gregg JR. Slipped capital femoral epiphysis: an analysis of 80 patients as to pin placement and number. *J Pediatr Orthop* 1986; 6: 265-73.
143. Stanburg JB, Wyngarden JB, Fredicjson DS, Goldensten JL, Brown MS. The metabolic basis of inherited diseases Ed 5. *New York: Mc Graw-Hill*; 1983.
144. Stanitski CL, Wood R, Stanitski DF. Femoral version in acute slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop Part B* 1996; 5: 74-6.
145. Stanitski CL, Wood R, Stanitski DF. Acetabular Version in slipped capital femoral epiphysis: a prospective study. *J Pediatr Orthop Part B* 1996; 5: 77-9.
146. Steel HH. The metaphyseal blanch sign of slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1986; 68-A: 920-2
147. Strange-Vognsen H, Wagner A, Dirksen K, Rabøl A, Folke M, Hede A, Christensen S. The value of scintigraphy in hips with slipped capital

- femoral epiphysis and the value of radiography and MRI after 10 years. *Acta Orthop Belg* 1999; 65: 33-8.
148. Strong FM. Lathyrism and odoratism. *Nutr Rev* 1956; 14: 65-7.
149. Sugioka Y. Transtrochanteric anterior rotational osteotomy of the femoral head in the treatment of osteonecrosis affecting the hip. *Clin Orthop* 1978; 130: 191-201.
150. Sugioka Y. Transtrochanteric rotational osteotomy in the treatment of idiopathic and steroid induced femoral head necrosis, Perthes' disease, slipped capital femoral epiphysis, and osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop* 1984; 184: 12-23.
151. Tachdjian MO. Pediatric Orthopedics. *Philadelphia: Saunders*; 1990.
152. Tanner JM. Wachstum und Reifung des Menschen. *Stuttgart: Georg Thieme Verlag*; 1962.
153. Terjesen T. Ultrasonography for diagnosis of slipped capital femoral epiphysis Comparison with radiography in 9 cases. *Acta Orthop Scand* 1992; 63: 653-7.
154. Tönnis D, Heinecke A. Verringerte Pfannenanteversion und Schenkelhalsantetorsion verursachen Schmerz und Arthrose. *Z Orthop* 1999; 137: 160-7.
155. Tudisco C, Caterini R, Farsetti P, Potenza V. Chondrolysis of the hip complicating slipped capital femoral epiphysis: long-term follow-up of nine patients. *J Pediatr Orthop Part B* 1999; 8: 107-11.
156. Velasco R, Schai PA, Exner GU. Slipped capital femoral epiphysis: a long-term follow-up study after open reduction of the femoral head combined with subcapital wedge resection. *J Pediatr Orthop Part B* 1998; 7: 43-52.
157. Vick St, Jaster D, Kundt G, Plath J, Schulze R. Bestimmung des Skeletalters mit dem Oxford-Score bei Kindern mit Epiphysiolyse capitis femoris. *Z Orthop* 1996; 134: 305-8.
158. Vrettos BC, Hoffman EB. Chondrolysis in slipped capital femoral epiphysis Long-term study of the aetiology and natural history. *J Bone Joint Surg [Br]* 1993; 75-B: 956-61.

159. Waldenström H. On necrosis of the joint cartilage by epiphysiolysis capitis femoris. *Acta Chir Scand* 1930; 67: 936-46.
160. Waldenström H. On necrosis of the joint cartilage by epiphysiolysis capitis femoris. *Clin Orthop* 1996; 322:3-7
161. Warner WC, Beaty JH, Canale ST. Chondrolysis after slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop Part B* 1996; 5: 168-72.
162. Weber BG. Die Imhäuser-Osteotomie bei floridem Gleitprozeß. *Z Orthop* 1965; 100: 312-320.
163. Wells D, King JD, Roe TF, Kaufman FR. Review of slipped capital femoral epiphysis associated with endocrine disease. *J Pediatr Orthop* 1993; 13: 610-4.
164. Wenger DR, Rang M. The art and practice of children's orthopaedics. *New York: Raven Press*; 1993.
165. Wilcox PG, Weiner DS, Leighley B. Maturation factors in slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1988; 8: 196-200
166. Wilson PD; Jacobs B, Schechter L. Slipped capital femoral epiphysis an end-result study. *J Bone Joint Surg [Am]* 1965; 47-A: 1128-45.
167. Wirth CJ. Praxis der Orthopädie I +II. 3. Auflage. Stuttgart: *Thieme-Verlag*; 2001.
168. Zahrawi FB, Stephens TL, Spencer GE, Clough JM. Comparative study in pinning in situ and open epiphysiodesis in 105 patients with slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop* 1983; 177: 160-8.

Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer waren in Marburg die Damen und Herren

Amon	Hilgermann	Oepen
Arnold	Huffmann	Oertel
Aumüller	Joseph	Pfab
Basler	Kaffarnik	Pohlen
Bauer	Kern	Remschmidt
Baum	Kleine	Riedmiller
Beato	Kleinsasser	Rieger
Blankenburg	Klenk	Rothmund
Bode	Klose	Schachtschabel
Christiansen	Krause	Schmitz-Moormann
Daume	Kretschmer	Schneider
Daut	Krieg	Schüffel
Drenckhahn	Kroll	Schuhmacher
Egbring	Kummer	Schulz
Emmons	Kuni	Schwerk
Eschenbach	Kußmann	Seifart
Engel	Küster	Seitz
Fruhstorfer	Lang	Seyberth
Fuhrmann	Lange	Siegrist
Ganz	Lauer	Slenzka
Gemsa	Lennartz	Steiniger
Geus	Lorenz	Stinner
Golenhofen	Lührmann	Thomas
Gotzen	Maisch	Ulmar
Gressner	Mannheim	Unsicker
Griss	Mannherz	v. Wichert
Grzeschik	Massarrat	Voigt
Habermehl	Mennel	Wagner
Happle	Meyer-Breitling	Wiegand
Havemann	Moll	

Meine akademischen Lehrer waren in Köln die Herren

Bewermeyer, Krone, Paul, Troidl

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Thomas Wirth. Seine wertvollen Ratschläge und Hilfestellungen sowie seine unermüdliche Geduld haben zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Ich danke Herrn Prof. Dr. Griss für die freundliche Aufnahme in seiner Abteilung.

Für die freundliche Unterstützung bei der Bearbeitung statistischer Fragen und Problemlösungen mit Hilfe des Programms SPSS bin ich Herrn Thomas Dietze zu Dank verpflichtet.

Herrn Wolfram Koch danke ich für seine Hilfe bei computertechnischen Fragen und beim Druck dieser Arbeit.

Ein besonderes Dankeschön für die menschliche und finanzielle Unterstützung sowie das Durchsehen dieser Arbeit gilt meinen Eltern.

Meinem Mann danke ich für die vertrauensvolle Unterstützung und sein Verständnis für viele unausgeglichene Momente meinerseits während der Erstellung der Arbeit.

Zuletzt möchte ich mich bei meinem Sohn Tobias dafür bedanken, daß er wenigstens ab und zu friedlich auf seiner Decke gespielt hat und ich mich der Promotion widmen konnte.