

Aus der Ordination für Orthopädie, orthopädische Chirurgie und Sportmedizin
München
Univ.-Professor Dr. med. Wolfgang Pförringer

Die Epiphyseolysis capitis femoris

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Anna Christine Rauschenbach
aus München
2009

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. W. Pförringer

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 18.06.2009

„Das was aus Bestandteilen so zusammengesetzt ist,
dass es ein einheitliches Ganzes bildet, nicht nach
Art eines Haufens, sondern wie eine Silbe, das ist
offenbar mehr als bloß die Summe seiner Bestandteile.“

Aristoteles, Metaphysik

Inhaltsverzeichnis

1.	Entwicklung und funktionelle Struktur der Epiphysenfugen	7
1.1	Osteogenese und Entstehung der Epiphysenfuge	7
1.2	Aufbau der Epiphysenfuge	9
1.3	Begrenzung der Epiphysenfuge	11
1.4	Blutversorgung der Epiphysenfuge	12
1.5	Funktion der Epiphysenfuge	12
2.	Definition und Klassifikationen der Epiphyseolysis capitis femoris	13
3.	Differentialdiagnosen	15
4.	Inzidenz und internationale Demographie der Epiphyseolysis capitis femoris	16
5.	Anthropometrische Besonderheiten der Epiphyseolysis capitis femoris	17
6.	Ätiologie der Epiphyseolysis capitis femoris	25
7.	Jahreszeitliche Unterschiede der Epiphyseolysis capitis femoris	28
8.	Diagnostik der Epiphyseolysis capitis femoris	31
8.1	Klinische Diagnostik	31
8.2	Apparative Diagnostik	33
8.2.1	Radiologie und Radiometrie	33
8.2.2	Sonographie, CT und MRT	37

9.	Therapie der Epiphyseolysis capitis femoris	41
9.1	Konservative Therapie	41
9.2	Operative Therapie	42
9.2.1	Indikationen zur operativen Versorgung	42
9.2.1.1	Drohende und beginnende ECF	42
9.2.1.2	Akute ECF	44
9.2.1.3	Chronische ECF	45
9.2.1.4	Sekundärtherapie	46
9.2.2	Operationstechniken	47
9.2.2.1	Implantatwahl	47
9.2.2.2	Sicherung der Hüftkopfepiphyse	48
9.2.2.3	Die intertrochantäre Osteotomie	50
9.2.2.4	Eigene Technik der intertrochantären Korrektur nach Gekeler	56
9.2.2.5	Die offene Reposition	58
9.2.2.6	Die subkapitale Osteotomie	63
9.2.3	Aufklärung	65
9.3	Therapieergebnisse	66
10.	Komplikationen	67
10.1	Frühe Komplikationen	67
10.2	Späte Komplikationen	69
11.	Prognose	71
12.	Prävention	71
13.	Zusammenfassung	72

14.	Anhang	75
14.1	Abkürzungen	75
14.2	Bildnachweis	76
14.3	Tabellennachweis	78
14.4	Literaturverzeichnis	79
14.5	Danksagung	81
14.6	Lebenslauf	82

1. Entwicklung und funktionelle Struktur der Epiphysenfugen

1.1. Osteogenese und Entstehung der Epiphysenfuge

Bei der Bildung von Knochengewebe werden grundsätzlich zwei verschiedene Mechanismen unterschieden:

Zum einen gibt es den Weg der desmalen Ossifikation, durch die eine Reihe von flachen Schädelknochen und die Klavikula unmittelbar aus eigenen Mesenchymzellen entstehen, ohne dass vorher ein Knorpelmodell besteht.

Zum anderen findet man die chondrale Ossifikation, bei der hyaliner Knorpel nach und nach durch das zukünftige Skelettelement ersetzt wird (Abb. 1-1, 1-2). Durch diese indirekte Knochenbildung entstehen die meisten Knochen des Körpers, zum Beispiel die Rumpf- und Extremitätenknochen. Nach Anlage eines knorpeligen Skelettstücks erfolgt die chondrale Knochenbildung in zwei Schritten.

Zunächst kommt es im Bereich der Diaphyse zur desmalen Ausbildung einer Knochenmanschette. Die von dieser Manschette umgebenen Knorpelzellen vergrößern sich und werden mitochondrienreich („hypertroph“). Im Folgenden verkalkt die Knochenmatrix (perichondrale Ossifikation). Dann dringen Blutgefäße in den verkalkten Diaphysenknorpel und der Prozess der enchondralen Ossifikation wird eingeleitet. Durch Knorpel abbauende Zellen (Resorption) werden Hohlräume geschaffen, die anschließend durch Mesenchym aufgefüllt werden. Aus diesen Mesenchymzellen entwickeln sich Osteoblasten, die sich an stehengebliebenen Knochenbälkchen anlagern und dort die Bildung des enchondralen Knochens in Gang setzen.

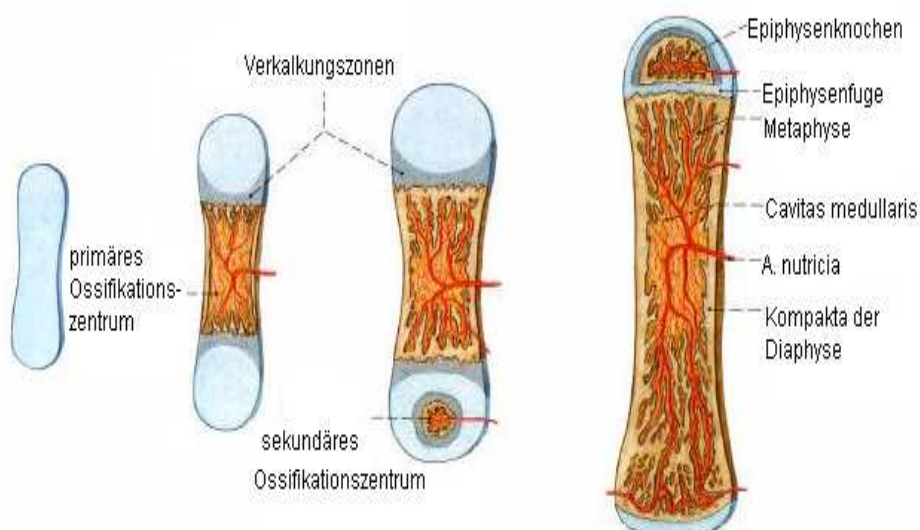


Abb. 1-1
Indirekte
Verknöcherung –
Chondrale
Ossifikation

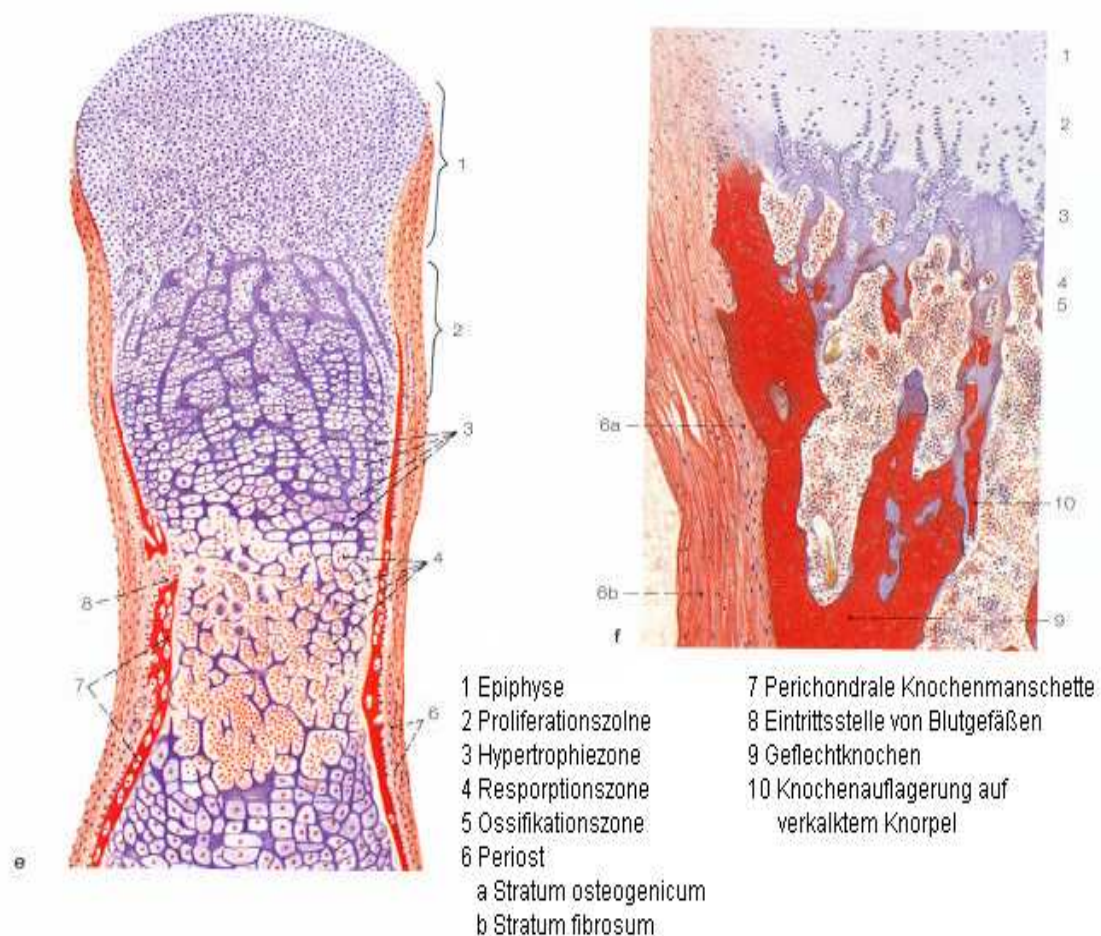


Abb. 1-2 Indirekte Verknöcherung – Chondrale Ossifikation

Der Vorgang der enchondralen Verknöcherung der Diaphyse schreitet langsam epiphysenwärts fort, die Epiphysen selbst bleiben an den Gelenkenden zunächst rein knorpelig.

Meist erst nach der Geburt beginnt nach ähnlichem Schema dann auch die Verknöcherung der Epiphyse. Es kommt zur Bildung eines zentralen, gefäßreichen epiphysären Knochenkerns, der sich radiär ausdehnt. Ein schmaler Knorpelsaum, der Gelenkknorpel, bleibt zum zukünftigen Gelenk hin erhalten. Zusätzlich besteht, solange das Wachstum anhält, weiterhin Knorpel in der Übergangszone zwischen Epi- und Diaphyse, der sogenannten Metaphyse, und bildet hier die Epiphysenfuge (Wachstumsfuge). Erst wenn diese Knorpelfuge verknöchert, ist das Wachstum des jeweiligen Knochens beendet.

Am Rand der Epiphysenfuge besteht zusätzlich noch eine Einkerbung, die von *Ranvier* 1873 erstmals beschrieben wurde als „rainure circulaire“ (Abb. 1-3 a,b). Außerdem beschreibt er in diesem Zusammenhang eine Knochenlamelle, die „l'écorce osseuse périchondrale“. Diese enthält an Ihrer Innenseite chondrale Stammzellen, die den Ablauf des transversalen Wachstums der Knorpelfuge vorgeben [Milz et al., 2002]. Als eigene „Wachstumszone“ wird von vielen Autoren die „l'encoche d'ossification“ am diaphysären Anteil der Fuge beschrieben [Wasmer und Pförringer, 1987].

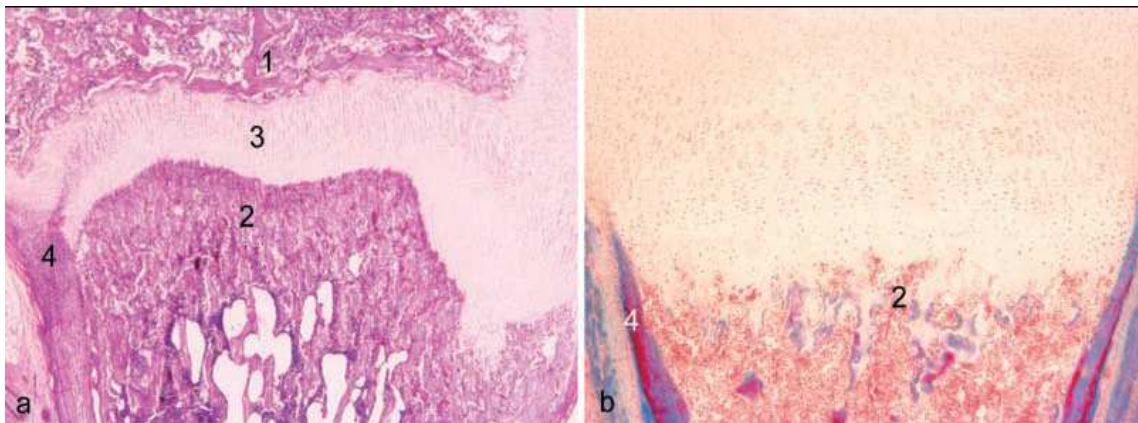


Abb. 1-3 a,b Äußere Form der Epiphysenfuge. **a** Epiphysenfuge des distalen Femurendes (Fetus, Azanfärbung, Vergr. ca. 20fach; Präp. von Prof. Dr. H. Loeweneck); **b** distale Wachstumsplatte einer Mittelphalanx (Fetus, Azanfärbung, Vergr. ca. 20fach).
1 distale Epiphyse, 2 Metaphyse, 3 Wachstumsfuge, 4 zirkuläre Ranvier-Knochenlamelle

1.2 Aufbau der Epiphysenfuge

Eine einheitliche anatomische Einteilung der Wachstumsfuge gibt es in der Literatur nicht, die Terminologie ist aus histologischen Gründen oft sehr vielfältig. Hinzu kommt, dass strukturelle Merkmale einer Region mit funktionellen oder physiologischen Merkmalen vermengt werden [Wasmer und Pförringer, 1987].

An der Grenze zum Knochengewebe der Epiphyse breitet sich eine unterschiedlich dicke Zone typisch hyalinen Knorpels aus, die als Reservezone (Andere Bezeichnungen sind Zone des ruhenden Knorpels, Keimzone oder Basalzone [Wasmer und Pförringer, 1987]) bezeichnet wird (Abb. 1-4 b).

In dieser Zone erfolgt kein Wachstum. Sie dient viel mehr dazu, das gesamte Knorpelgewebe der Fuge an der knöchernen Epiphyse zu verankern [Welsch, 2003].

Nach Meinung von *Knese* [Wasmer und Pförringer, 1987] soll hingegen gerade in dieser Zone das Wachstum vorherrschen und er empfiehlt deshalb den Begriff des wachsenden Knorpels. Der metamorphosierende Knorpel bei der Bildung des Knochenkerns ist jedoch von diesem wachsenden Knorpel zu unterscheiden [Wasmer und Pförringer, 1987]. Die genaue Funktion dieser Zone, die beim Menschen während des gesamten Wachstums Bestandteil der Epiphysenfuge ist, ist nicht geklärt. „Sie kann aber keine „Reserve“- Zone von Stammzellen für die Epiphyse sein, da sie mit fortschreitendem Wachstum nicht dünner wird oder verschwindet“ [Wasmer und Pförringer, 1987].

Nach einer sogenannten Übergangszone (Transformationszone, Abb. 1-4 d) folgt die Zone des eigentlichen Wachstums mit ihrer charakteristischen Anordnung der Chondrozyten in Säulen (Zone der Säulenknorpel). Diese ersetzen die Knorpelzellen, die an der diaphysären Seite der Wachstumsfuge verloren gehen [Welsch, 2003]. Es ist nicht geklärt, ob diese Proliferation eventuell nur in einem Teilbereich des Säulenknorpels stattfindet [Wasmer und Pförringer, 1987]. Außerdem wird in diesem Bereich die in der Transformationszone begonnene Extrusion von Interzellulärsubstanz in großem Umfang fortgesetzt.

Die folgende Zone besteht aus ausdifferenzierten (hypertrophen) Knorpelzellen. Aufgrund der starken Zunahme des Zellvolumens wird diese Zone des reifen Knorpels auch als „Blasenknorpel“ [Welsch, 2003] bezeichnet. Sie bildet den Übergang zum enchondralen Ossifikationsbereich der Diaphyse und lässt sich wiederum in drei unterschiedliche Bereiche gliedern. In der proximalen und mittleren Zone steht die Hypertrophie der Chondrozyten im Vordergrund. Aufgrund der charakteristischen Verkalkung der Matrix am Übergang zur Metaphyse bezeichnet man die distale Zone als Mineralisationszone (Verkalkungszone, Abb. 1-4 e) [Wasmer und Pförringer, 1987]. Osteoblasten siedeln sich schließlich an den schlanken Septen der verkalkten Knorpelreste an und scheiden Osteoid zur Knochenneubildung ab.

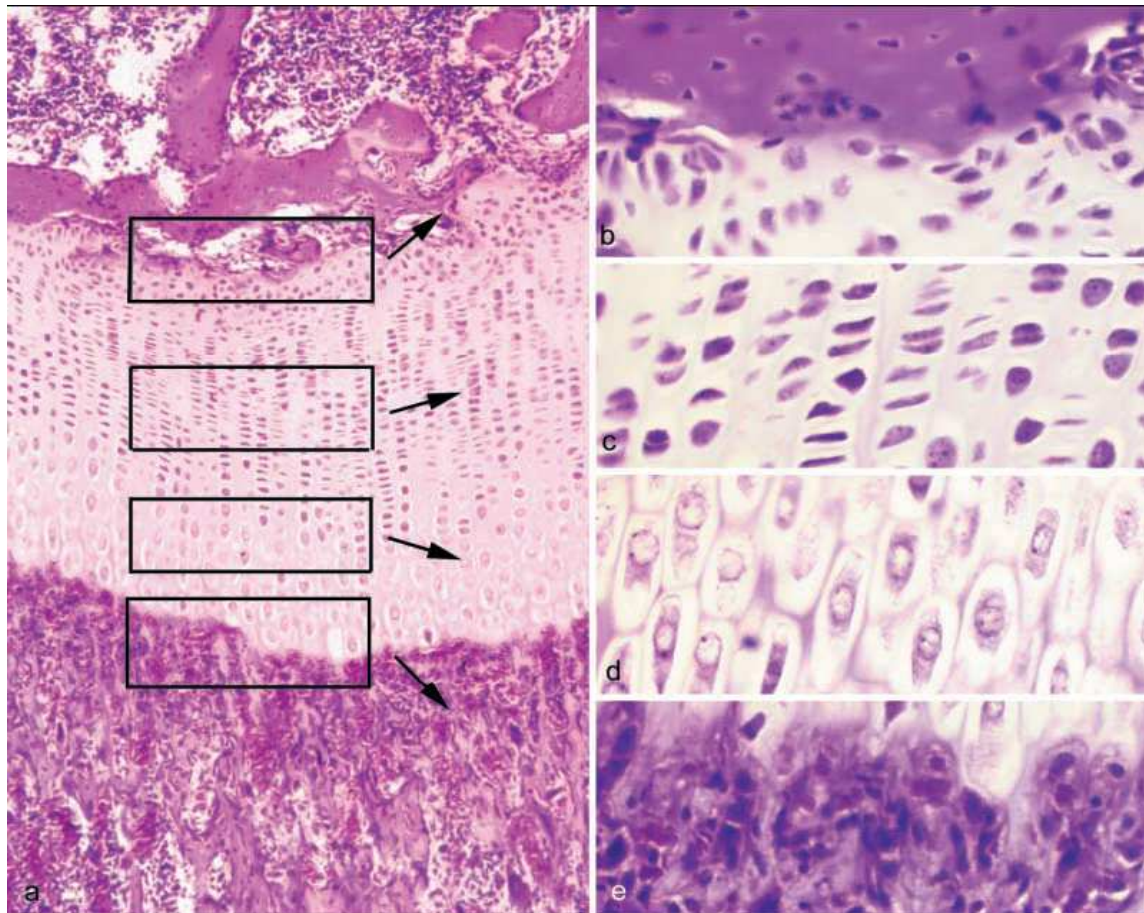


Abb. 1-4 a–e Zonale Gliederung der Epiphysenfuge (Fetus, Azanfärbung, Präp. von Prof. Dr. H. Loeweneck).
a Übersicht (Vergr. ca. 80fach), **b** Reservezone, **c** Proliferationszone, **d** Transformationszone und Blasenknorpel, **e** Verkalkungszone. **b, c, d** Vergr. ca. 400fach

1.3 Begrenzung der Epiphysenfuge

Die Wachstumsfugen und damit auch ihre metaphysären und epiphysären Grenzplatten verlaufen in etwa senkrecht zur jeweils wirkenden Resultierenden [Wasmer und Pförringer, 1987]. Diese Grenzplatten sind gegen die Ränder hin abgewinkelt.

Aus einigen Merkmalen der Fugen erschließt sich ein klarer Zusammenhang zum Aufbau eines Widerstandes gegen Abscherung. Bei der Fuge des proximalen Femurendes sprechen zum Beispiel sowohl die charakteristische Abwinklung der Epiphysenfuge als auch die klassische radiäre Rillenbildung für diesen Zusammenhang [Wasmer und Pförringer, 1987].

Zu erwähnen ist außerdem die Rolle der umgebenden periostalen Manschette, die nach *Amamilo et al.* [Milz et al., 2002] in der Aufrechterhaltung der lokalen Stabilität besteht.

1.4 Blutversorgung der Epiphysenfuge

Entgegen der früheren Meinung einer Blutversorgung der Epiphysenfuge überwiegend von der epiphysären Seite her [Draenert und Draenert, 1987], wird heute die Auffassung vertreten, dass die Epiphysenfuge von beiden knöchernen Begrenzungen aus versorgt wird. *Draenert und Draenert* gehen davon aus, dass sich auf der metaphysären Seite dicke Arterienstämme befinden [Draenert und Draenert, 1987]. Die abzweigenden Kapillaren ziehen entlang der longitudinalen Spongiosatrabekel bis hin zur Mineralisationszone des Knorpels. Hier erfolgt der Übergang in ein weit verzweigtes Gefäßsystem venöser Kapillaren. Hierbei handelt es sich um dünnwandige Sinusoide, die durch die Epiphyse abfließen beziehungsweise direkt Anschluss an die perichondralen Venen finden. Die Anordnung dieser Gefäße weist Ähnlichkeiten zu den entsprechenden Sinusoiden des Knochenmarks auf. Somit erfolgt nach Draenert und Draenert die arterielle Anflutung von der Metaphyse her, der venöse Abfluss dagegen über die epiphysäre Seite.

1.5 Funktion der Epiphysenfuge

Eine eigenständige Funktion ist der Epiphysenfuge nicht eindeutig zuzuschreiben [Milz et al., 2002].

Aufgrund der Form der Knorpelzellen und der Bestandteile der Matrix sind in der Epiphysenfuge hydrostatische Druckbedingungen anzunehmen. „Diese werden auf der einen Seite durch den Quellungsdruck der extrazellulären Matrix selbst hervorgerufen und andererseits durch das Netzwerk der kollagenen Verspannungen gewährleistet“ [Milz et al., 2002].

Der zirkuläre perichondrale Faserring, der aus dem Periost hervorgeht, scheint eine wichtige Aufgabe als „Wachstumszone“ zu besitzen. Zur Metaphyse hin wird dieser Ring durch eine Knochenlamelle verstärkt, die den Bereich des Blasen- und Säulenknorpels wie ein Flaschenhals einschließt [Milz et al., 2002].

2. Definition und Klassifikationen der Epiphyseolysis capitis femoris

Während des pubertären Wachstumsschubes, etwa zwischen dem neunten und fünfzehnten Lebensjahr, finden im Körper eines Jugendlichen bei vielen Körperfunktionen zahlreiche tiefgreifende Um- und Aufbauvorgänge statt. Mit das wichtigste Krankheitsbild der Hüfte stellt in dieser Entwicklungsphase die so genannte Epiphyseolysis capitis femoris (ECF) dar. Bereits 1572 wurde dieses Krankheitsbild von dem Franzosen Ambroise Paré beschrieben.

Die jugendliche Hüftkopflösung ist definiert als eine multifaktoriell bedingte Lockerung der proximalen Epiphysenfuge zwischen Epi- und Metaphyse mit Desintegration des Hüftkopfs von der Metaphyse. In der Regel erfolgt der Abrutsch des Hüftkopfes nach medio-dorso-kaudal. Relativ zum Hüftkopf gesehen disloziert der proximale Femur somit nach lateral, kranial und ventral [Krauspe et al., 2004]. Die Erkrankung kann sich über Wochen bis Monate erstrecken.

In seltenen Fällen kann es mitunter zu einer vollständigen Lösung des Hüftkopfes vom Schenkelhals kommen, wobei die Gefahr einer Zerstörung der Blutgefäße, die den Hüftkopf versorgen, besteht und es somit zu einer Hüftkopfnekrose kommen kann (Abb. 2-1).

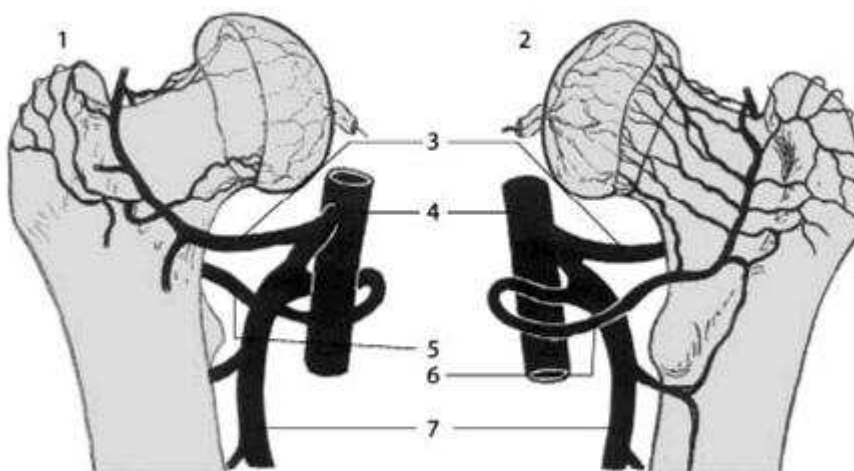


Abb. 2-1 Schematische Darstellung der Gefäßversorgung des Femurkopfes
1 Ansicht von vorn, 2 Ansicht von hinten, 3 A. circumflexa femoris lateralis,
4 A. femoralis, 5, 6 A. circumflexa femoris medialis, 7 A. femoralis profunda

In Bezug auf die unterschiedlichen Verlaufsformen lässt sich die Epiphyseolysis capitis femoris einteilen in:

- Drohende oder beginnende Epiphyseolysis capitis femoris
- Akute Epiphyseolysis capitis femoris
- Akut auf chronische Epiphyseolysis capitis femoris
- Chronische Epiphyseolysis capitis femoris [Loder et al., 2000]

Überwiegend (ca. 75%) tritt die schleichend verlaufende chronische Epiphysenlösung mit allmählich zunehmender Dislokation auf. Nur in ca. 10% der Fälle beobachtet man dagegen ein akutes Abgleiten des Hüftkopfes [Krauspe et al., 2004]. Den akuten Abrutsch bei schon bestehendem chronischen Verlauf bezeichnet man als akut auf chronische Verlaufsform [Krauspe et al., 2004].

Neben der Klassifikation der Epiphyseolysis capitis femoris nach der Verlaufsform wird die Hüftkopflösung auch nach Schweregraden des Abrutschwinkels in eine leichte, eine mittlere und eine schwere Form eingeteilt (Tab. 2-1).

Schweregrade der Epiphyseolysis	
Abrutschwinkel < 30°	leichter Abrutsch Grad 1
Abrutschwinkel 30-60°	mäßiger Abrutsch Grad 2
Abrutschwinkel > 60°	schwerer Abrutsch Grad 3

Tab. 2-1 Schweregrade der Epiphyseolysis

Auch die Gelenkstabilität und Belastbarkeit des Beines gelten als entscheidende Kriterien für die Klassifikation der Epiphyseolysis capitis femoris. Diejenige Form der Epiphysenlösung, bei denen es den Patienten noch möglich ist, mit oder ohne Krücken zu gehen, wird als stabil bezeichnet. Im Gegensatz hierzu ist der Patient bei der instabilen Form auch mit Krücken nicht mehr in der Lage ist zu gehen [Krauspe et al., 2004; Loder et al., 2000].

Auch die Möglichkeit einer Reposition spielt bei dieser Einteilung der Hüftkopflösung eine Rolle. Zwar ist bei der instabilen Form im Gegensatz zur stabilen Form eine Reposition möglich, jedoch ist in bis zu 50% der Fälle mit einem Nekroserisiko zu rechnen. Bei der chronischen Epiphyseolysis capitis femoris ist die Reposition nur nach vorangegangener Osteotomie möglich [Krauspe et al., 2004]. Nicht zuletzt wegen ihrer prognostischen Kriterien hat die Klassifikation nach Schweregraden inzwischen im angloamerikanischen Raum weite Verbreitung gefunden [Harland und Krappel, 2002].

Ferner ist eine radiographische Einteilung möglich, die durch die Anwesenheit beziehungsweise das Fehlen eines Ergusses in der Hüfte bedingt ist [Krauspe et al., 2004].

3. Differentialdiagnosen

Bei Knie- und Hüftschmerzen beim heranwachsenden Patienten muss primär an eine Epiphyseolysis capitis femoris gedacht werden. Um jedoch maligne Tumoren sicher ausschließen zu können ist im Zweifelsfall eine entsprechende Diagnostik, zum Beispiel eine Kernspintomographie und/oder eine Szintigraphie erforderlich.

Folgende wichtige Differentialdiagnosen zur Epiphyseolysis capitis femoris sind zu nach *Krauspe* berücksichtigen:

- maligne Tumoren
- benigne Tumoren
- Arthritiden
 - rheumatoide Arthritis
 - Monarthritis bei Spondylarthropathie, M. Bechterew
 - para-/postinfektiöse Arthritiden
- Sekundäre Frühkoxarthrosen
 - nach Hüftgelenkluxation
 - nach Morbus Perthes
 - nach Arthritis u.a. [Krauspe et al., 2004]

4. Inzidenz und internationale Demographie der Epiphyseolysis capitis femoris

Auf der Basis epidemiologischer Studien in Nordamerika und Europa wird heute von einer Inzidenz zwischen 2/100.000 und 1/10.000 ausgegangen [Harland und Krappel, 2002].

Knaben erkranken häufiger an einer jugendlichen Hüftkopfeiphysenlösung als Mädchen (etwa im Verhältnis 2-3:1). Der Altersgipfel liegt bei den Jungen ungefähr im 14. Lebensjahr, bei den Mädchen im 12. Lebensjahr [Harland und Krappel, 2002; Loder et al., 2002]. Im Zusammenhang mit klinisch manifesten metabolischen oder endokrinen Störungen kann sich der Zeitpunkt der Erkrankung jedoch durchaus erheblich verschieben [Krauspe et al., 2004; Treibel et al., 1987].

Die Mehrheit der erkrankten Kinder ist adipös. Über die Hälfte der Jugendlichen liegt mit ihrem Gewicht über der 95. Perzentil.

Bei bis zu mehr als jedem 2. Krankheitsfall ist in dessen Verlauf auch mit einem Abrutsch auf der primär nicht betroffenen gegenseitigen Hüfte zu rechnen [Loder et al., 2000; Engelhardt, 2002].

Dunkelhäutige Patienten sind beinahe doppelt so oft von einer beidseitigen Beteiligung betroffen als hellhäutige. Bei 50-60% des Patientenkollektives mit beidseitigem Abrutsch sind von vornherein beide Hüften betroffen.

Auch insgesamt ist die Epiphyseolysis bei den einzelnen Rassen sehr unterschiedlich ausgeprägt. Die relative Häufigkeitsverteilung liegt zum Beispiel bei der weißen Bevölkerung bei 1.0, bei der dunkelhäutigen bei 2.2, bei den Bewohnern der Pazifischen Inseln bei 4.5 und in den asiatischen Ländern bei 0,5 [Loder et al., 2000]. Für die Differenzen der Häufigkeitsverteilung zwischen den Rassen werden verschieden Ursachen und Gründe aufgeführt. Zum einen spiegeln diese Ergebnisse das unterschiedliche Durchschnittsgewicht der jeweiligen Bevölkerung wieder. Das wiederum unterstreicht die Theorie der Adipositas als Hauptursache des pathologischen Zustandes. Zum anderen gibt es Unterschiede in der Anatomie des Acetabulum und des Femurkopfes zwischen den einzelnen Rassen [Loder et al., 2000].

5. Anthropometrische Besonderheiten der ECF

Nach *Pförringer et al.* [Treibel et al., 1987] unterscheiden sich Patienten mit einer (idiopathischen) Epiphysenlösung in anthropometrischen Messungen und in der Pubertätsentwicklung in einigen entscheidenden Merkmalen von Ihrer gesunden Altersgruppe. Im Folgenden wird auf diese charakteristischen Besonderheiten näher eingegangen, bevor anschließend die verschiedenen Erklärungsversuche für die Ätiologie der Epiphyseolysis capitis femoris dargestellt werden.

Körperbautypen

Folgende auffällige Körperbautypen werden in der Literatur bei der Epiphyseolysis capitis femoris am häufigsten genannt:

1. Als Prototyp des an einer Epiphysenlösung erkrankten Patienten wird in der Literatur die so genannte *Dystrophia adiposogenitalis* (*Adiposohypogenitalis*, Fröhlich-Syndrom) dargestellt. Charakteristische Symptome sind Adipositas mit weiblichem Fettverteilungstyp, das heißt unproportionierte Fettsucht mit bevorzugtem Ansatz an Hüften und Stamm, verzögerte Sexualreife mit Zurückbleiben der sekundären Geschlechtsmerkmale. In diesem Zusammenhang kommt es nach *Pförringer* [Treibel et al., 1987] bei Knaben zum Hypogenitalismus und bei Mädchen zu einem verspäteten Beginn der Menses. Für andere Autoren hingegen ist der Hypogenitalismus nur scheinbar vorhanden und eher dadurch zu erklären, dass die Geschlechtsorgane nur deshalb unterentwickelt wirken, da sie von dicken Fettpolstern verdeckt werden [Treibel et al., 1987]. Des Weiteren wird eine Gynäkomastie bei männlichen Patienten beschrieben [Treibel et al., 1987]. Dieser Körperbautyp wird in Anlehnung an Abbildung 5-2 im Gegensatz zum „normalen“ Typ 0 (Abb. 5-1) als Typ I bezeichnet.

2. Der Adiposogigantismus (Typ II), auch als adipöser Riesenwuchs bezeichnet, ist durch eine überdurchschnittliche Körpergröße und wiederum ungleich verteiltem Fettansatz gekennzeichnet. Die Genitalentwicklung ist allerdings weitgehend normal.

3. Typische Merkmale beim eunuchoide Hochwuchs oder Pubertätshochwuchs (Typ III) sind sehr lange und schlanke Extremitäten, schmale Hüften und Schultern und unterentwickelte sekundäre Geschlechtsmerkmale. Dieser Körperbau soll durch einen verzögerten Schluss der Epiphyse zustande kommen. Zusätzlich wurde beschrieben, dass die Spannweite die Körpergröße übertreffen soll [Treibel et al., 1987].

Tabelle 5-1 gibt einen Überblick über die verschiedenen Körperbautypen.

Körperbau	Typ	Gewicht	Größe
Indifferenztyp	0	normal	normal
Adiposohypogenitalis	I	>97. Perzentil	normal
Adiposogigantismus	II	>97. Perzentil	>97. Perzentil
Eunuchoider Hochwuchs	III	normal	>97. Perzentil

Tab. 5-1 Modell einer Körperbaueinteilung in vier Typen nach Gewicht und Größe

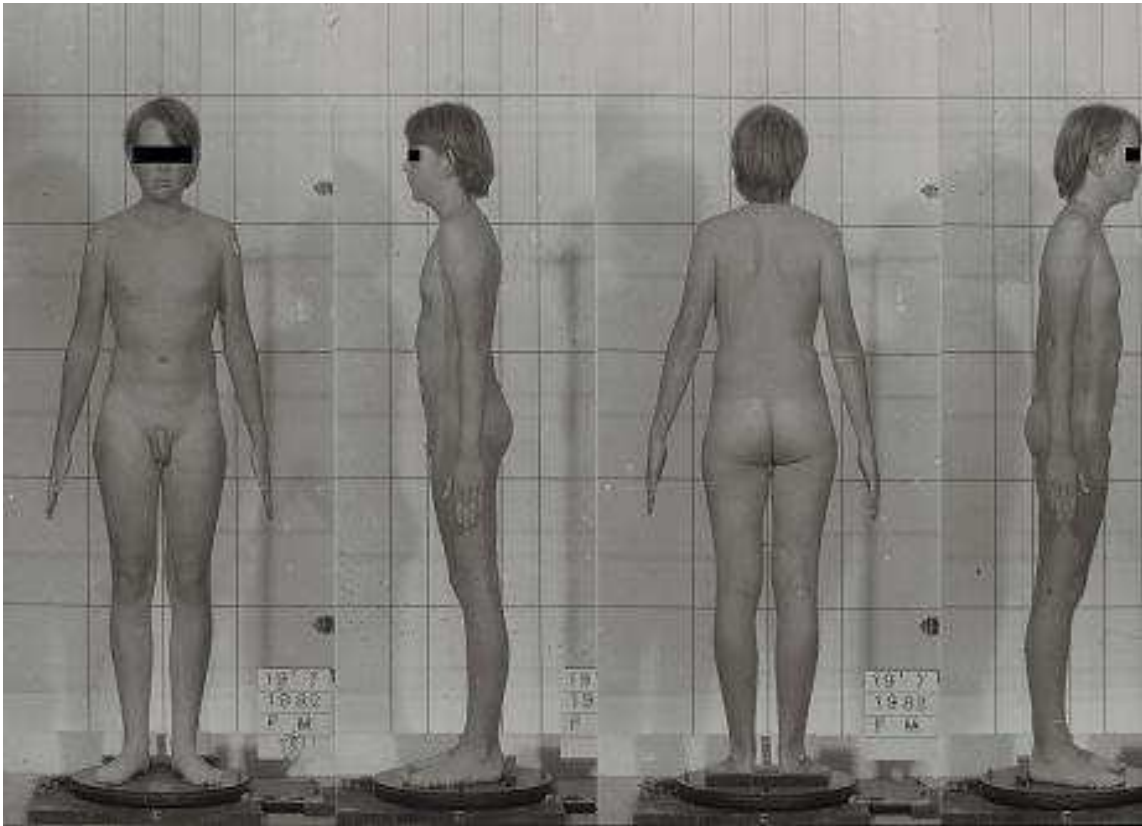


Abb. 5-1 Typ 0: Normal- oder Indifferenztyp

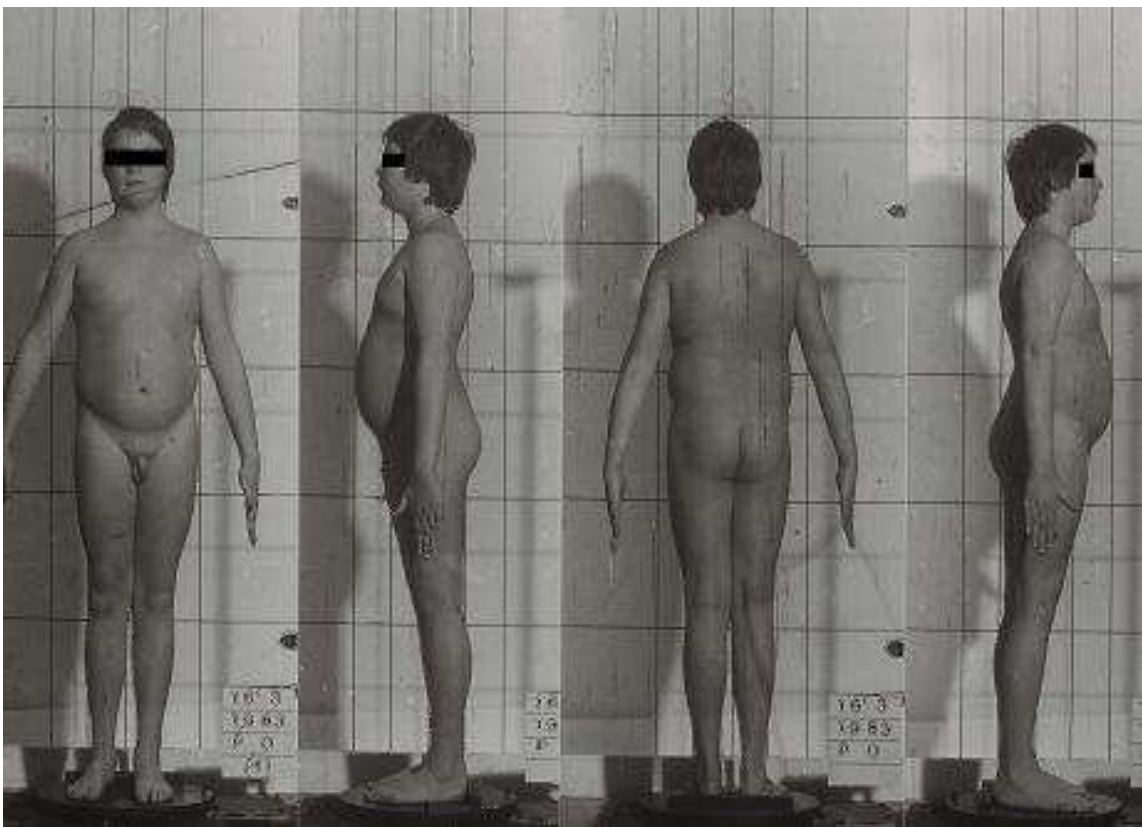
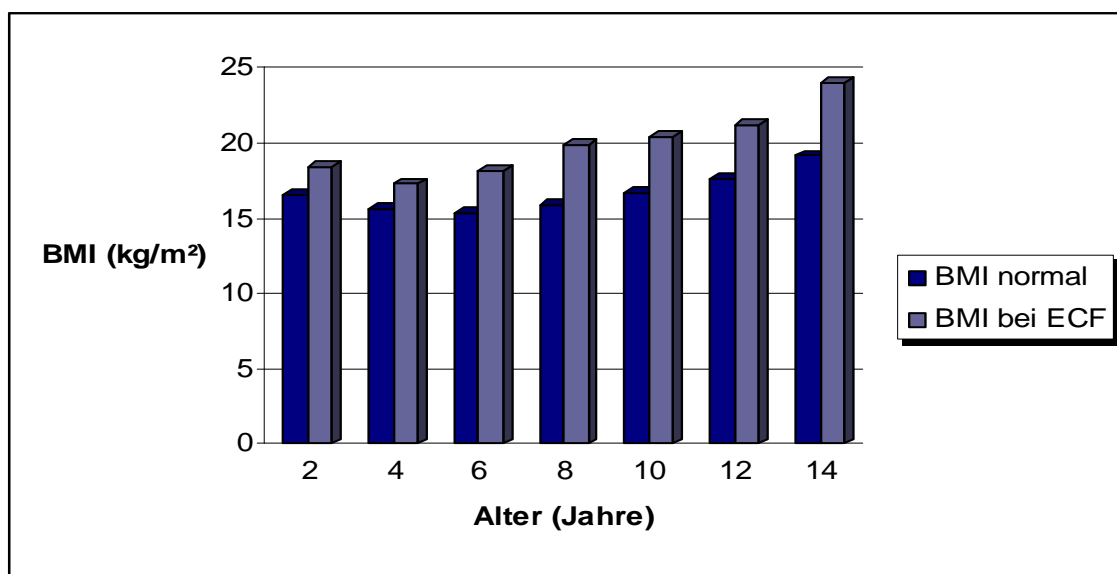


Abb. 5-2 Typ 1: Dystrophia adiposogenitalis

Körpergröße und Gewicht

Die Körpergröße liegt bei den Patienten nach *Pförringer* im Großen und Ganzen im Normbereich [Treibel et al., 1987]. Bei den Knaben beträgt die Abweichung der Größe vom Normwert, vor allem bei Typ II und III, durchschnittlich +3cm, bei den Mädchen hingegen -1cm. Hägglund et al. verzeichnet, dass zum einen die Größe seiner Patienten in über 50% der Fälle über dem Durchschnitt lag und zum anderen vor dem Abrutsch der Hüftkopfepiphyse ein überdurchschnittlich hoher Wachstumsschub stattgefunden hat [Maffulli und Douglas, 2002].

Bezüglich des Gewichtes fällt in nahezu allen Studien eine weitaus deutlichere Abweichung vom Normalbereich auf. Im Durchschnitt liegt diese bei den Knaben 14,7 kg und bei den Mädchen 9,4 kg über dem Mittelwert. Bei den männlichen Patienten fällt eine zweigipflige Gewichtsverschiebung auf, was durch die unterschiedlichen Körperbautypen zu erklären ist [Treibel et al., 1987]. Exaktere Daten bezüglich des Körperbaus liefert in neuerer Zeit der so genannte Body mass index (BMI), da er sowohl das Gewicht, als auch die Körpergröße berücksichtigt und miteinander in Verbindung bringt. Bei Patienten mit der Epiphyseolysis capitis femoris liegt auch dieser BMI deutlich über dem Durchschnitt der entsprechenden gesunden Altersklasse (Tabelle 5-2) [Poussa et al., 2003].



Tab. 5-2 Body mass index bei ECF

Jedoch ist es wichtig festzuhalten, dass mehr als die Hälfte der Patienten (60%) in Bezug auf Größe und Gewicht im Normbereich liegen. Auffällige Körpertypen sind also keine obligate Erscheinungsform der Epiphyseolysis capitis femoris [Treibel et al., 1987].

Sitzhöhe

Die Sitzhöhe ist bei Patienten mit Epiphyseolysis capitis femoris gegenüber der Norm zu klein. Die ansonsten weitgehend normale Körpergröße scheint also durch eine vergrößerte Beinlänge ausgeglichen zu werden. Ein deutliches und charakteristisches Überwiegen der Unterlänge gegenüber der Oberlänge ist bei der Mehrheit der Erkrankten nachzuweisen [Treibel et al., 1987].

Spannweite

Zur Spannweite gibt es keine vorgegebenen Normwerte, so dass nach *Pförringer* [Treibel et al., 1987] der gemessene Wert auf die Körpergröße bezogen und die Abweichung in Zentimeter berechnet werden kann. Nach Tanner ist die Spannweite bis zur Pubertät in der Regel kleiner als die Körpergröße. Nach Abschluss des Wachstums entspricht sie ihr in etwa. Nach *Martin et al.* soll sie jedoch ab Beginn der Pubertät stetig zunehmen und dauerhaft größer bleiben. *Pförringer* betrachtet Differenzen zwischen Spannweite und Körpergröße von mehr als 8 cm als auffällig [Treibel et al., 1987]. Demnach sind über die Hälfte der Patienten als auffällig zu betrachten. Dieses Ergebnis deutet ebenfalls auf ein verlängertes Extremitätenwachstum hin, da die Vergrößerung der Spannweite nicht allein auf eine erhöhte Schulterbreite zurückzuführen ist.

Schulter- und Beckenbreite

Es ist anzunehmen, dass eine vergrößerte Schulterbreite zumindest teilweise die Erhöhung der Spannweite bedingt, da auch hier deutliche Auffälligkeiten bei den Erkrankten aufzuweisen sind. Bei der Beckenbreite sind die Abweichungen zu den Normbereichen sogar noch ausgeprägter. Zusammenfassend besteht demnach bei Patienten mit der Epiphyseolysis capitis femoris die Tendenz zu großen relativen Breitenmaßen, wobei die Beckenbreite stärker ins Gewicht fällt als die Schulterbreite [Treibel et al., 1987].

Extremitätenlänge

Bei der Messung der Oberarmlänge werden Werte erzielt, die über der Norm liegen. Da die Verschiebung zu höheren Werten jedoch als gering einzustufen ist, zeigt die Oberarmlänge insgesamt eine unauffällige Verteilung. Auch die Hand- und Fußlängen liegen bei beiden Geschlechtern grundsätzlich im Normbereich. Im Gegensatz dazu sind sowohl die Unterarmlängen als auch die Länge der Unterschenkel bei Patienten mit Epiphyseolysis capitis femoris im Vergleich zu Gesunden deutlich erhöht.

Umfangmaße

Bei den Umfangmaßen von Oberarm, Oberschenkel und Wade zeigt sich ebenfalls eine deutliche Erhöhung der Mittelwerte, wobei die stärkste Abweichung gegenüber der Norm beim Oberschenkelumfang der Knaben liegt. Dies ist am ehesten in Zusammenhang mit der Adipositas von Typ I und II zu bringen. Daneben lässt die Messung des Kopfumfanges keine Auffälligkeiten erkennen [Treibel et al., 1987].

Hautfaltendicke

Zur Beurteilung des Ausmaßes einer Adipositas ist die Messung von Hautfalten aussagekräftiger als die Maße der Umfänge, da hierbei auch die für Typ I und II charakteristische Fettverteilung am Stamm berücksichtigt wird. Während bei der Trizeps-Hautfaltendicke bei Knaben nur eine geringe Erhöhung festzustellen ist, sticht bei der Subskapular-Hautfaltendicke bei beiden Geschlechtern eine deutliche Abweichung zu höheren Werten hervor. Dies bestätigt die in der Literatur angegebene Stammfettsucht beim Typ I und II [Treibel et al., 1987].

Größe und Gewicht der Familienmitglieder

Bei der Auswertung von Größen- und Gewichtsangaben der Familienmitglieder von Patienten mit Epiphyseolysis capitis femoris zeigen die Geschwister ein weitgehend unauffälliges Bild. Auch die Größe der Eltern folgt einer Normalverteilung. Im Bezug auf deren Gewicht zeigen sich jedoch deutliche Abweichungen zur Norm. Wie bei ihren kranken Kindern fällt eine abnorme Häufung von Extremwerten des Gewichts auf, die mit der bekannten Übergewichtigkeit unserer heutigen Wohlstandsgesellschaft allein nicht zu erklären ist. Interessant ist zusätzlich, dass vor allem die Eltern der Kinder vom adipösen Typ (I und II) durch Übergewicht auffallen. Somit ist eine positive Korrelation im Sinne einer familiären Übergewichtigkeit als gegeben anzusehen. Es scheint daher, dass die Patienten des Typ I und II die Disposition zur Adipositas direkt familiär erben oder aber zumindest die Eßgewohnheiten der Familie indirekt das Übergewicht bewirken. Gegen diese Annahme könnte allerdings das weitgehend normale Gewicht der Geschwister einzuwenden sein.

Familiäre Genese

In diesem Zusammenhang ist noch die familiäre Genese zu erwähnen, die mehrfach in der Literatur beschrieben wird [Treibel et al., 1987]. Ausführliche Untersuchungen belegen, dass bei etwa 14% aller Patienten eine familiäre Genese besteht. Zwar existiert grundsätzlich die Möglichkeit einer multifaktoriellen Genese, nach *Rennie* ist jedoch eher von einem autosomal-dominanten Erbgang mit variabler Penetranz auszugehen [Treibel et al., 1987]. Dessen Untersuchungen zeigen auch ein gehäuftes Auftreten von Koxarthrosen in den Familien von Patienten mit einer Epiphyseolysis capitis femoris. Dies spricht wiederum deutlich für eine familiäre Disposition.

Pubertätsentwicklung

„In der Entwicklungsperiode der Pubertät sind weder das chronologische Alter noch die Bestimmung von Körperlänge noch die Bestimmung von Körperlänge und Gewicht genügend charakteristisch“ [Treibel et al., 1987]. Vielmehr bilden das Skeletalter und die Körperreifung den wichtigsten Bezugsmaßstab zur Beurteilung einer fraglichen Entwicklungsverzögerung und indirekt auch als Nachweis von endokrinen Störungen.

Die Untersuchungen der Pubesstadien, Brustentwicklung, Menarche und Hodenvolumen [Treibel et al., 1987] in Bezug auf die Pubertätsentwicklung zeigen ein insgesamt leicht verspätetes Erreichen der Altersnorm bei Patienten mit Epiphyseolysis capitis femoris. Bei Mädchen liegt die Inzidenz grundsätzlich vor dem Zeitpunkt des Auftretens der ersten Monatsblutung [Loder, 1996].

6. Ätiologie der Epiphyseolysis capitis femoris

Über die Epiphyseolysis capitis femoris gibt es eine nahezu unüberschaubare Menge von Literaturveröffentlichungen und Untersuchungsberichten und doch können bis heute noch nicht alle Fragen zu diesem Krankheitsbild beantwortet werden. Insbesondere trifft dies für die Ätiologie zu, deren vollständige Klärung nach wie vor ein Problem darstellt.

In Bezug auf die Ursache der Epiphyseolysis capitis femoris erscheint zunächst eine Unterteilung in eine „idiopathische“ und eine „atypische“ Form dieser Krankheit sinnvoll.

Die „atypische Form“, früher auch als „pathologische“ Epiphyseolysis capitis femoris bezeichnet [Treibel et al., 1987], steht zum einen in engem Zusammenhang zu klinisch manifesten hormonellen oder metabolischen Störungen. Zum anderen kann Sie aber auch Folge einer Radiotherapie sein. Später im Text wird auf diese atypische Form noch näher eingegangen.

Zunächst wird jedoch von der weitaus häufigeren „idiopathischen“ Form der Epiphysenlösung die Rede sein, für deren Ätiologie eine große Anzahl von Theorien besteht. Als prädisponierende Faktoren werden unter anderem das männliche Geschlecht, afroamerikanisches Genom, Adipositas und familiäre Häufung als Hinweis auf eine genetische Disposition genannt.

Zusätzlich werden mechanische Ursachen für die idiopathische Epiphyseolysis capitis femoris diskutiert. Es ist jedoch bis heute nicht geklärt, ob mechanischen Faktoren, zum Beispiel auf die Epiphysenfuge einwirkende Scherkräfte, eine ätiologische Bedeutung zukommt. Bewiesen ist hingegen die pathogenetische Bedeutung der Mechanik für die Dislokation zwischen Hüftkopfeiphyse und Schenkelhals bei Schädigung der Epiphyse. Durch die schräge Lage zur Belastungsachse ist sie, im Gegensatz zu anderen Wachstumsfugen, vermehrt Scherkräften ausgesetzt. Ob diese Tatsache jedoch auch als Ursache der Epiphyseolysis capitis femoris gesehen werden kann, ist umstritten.

In Kombination mit zusätzlichen zellulären Veränderungen der Epiphysenfuge mit Desintegration der Grundsubstanz auf Proteinebene und der Proteoglykane besteht aber die Gefahr eines Abrutsches zwischen Epiphyse und Metaphyse. Zu den metabolischen Veränderungen der Knorpelzellen und deren Produkten in der Extrazellulärmatrix gehören die Abnahme der Zellzahl und der Verlust der physiologischen Anordnung der Knorpelzellsäulen.

Die Proteoglykane und Glykoproteine weisen eine Störung der Akkumulation, Verteilung und Vernetzung auf. Die Quervernetzung der Kollagenfibrillen kann nur noch mangelhaft erfolgen [Krauspe et al., 2004].

Von einem indirekten Einfluss der Hormone auf die Belastbarkeit der Fuge ist heutzutage ebenfalls auszugehen.

Das Wachstumshormon Somatotropin (STH) zum Beispiel bewirkt eine Verdickung und Auflockerung der Knorpelzellschicht der Epiphyse [Treibel et al., 1987]. Durch die verzögerte Verknöcherung soll eine statisch-mechanische Insuffizienz Folge dieser überstürzten Knochenneubildung durch das Wachstumshormon sein.

Demgegenüber verlangsamen Östrogene die Wachstumsgeschwindigkeit der Knorpelzellen. Daraus resultieren eine Verschmälerung der Fuge sowie ein vorzeitiger Verschluss. Im Gegensatz dazu führt eine Verminderung des Geschlechtshormons zu einer verzögerten enchondralen Ossifikation [Treibel et al., 1987].

Es besteht somit die Möglichkeit, die Ursache der Epiphyseolysis capitis femoris in einem absoluten oder relativen Wachstumshormon-Überschuss im Vergleich zu Östrogen zu sehen. Auch der bereits erwähnte auffällige Körperbau der Patienten legt den Verdacht einer hormonellen Dysregulation nahe.

Neben der dargestellten idiopathischen Form gibt es –wie schon erwähnt- die atypische Form der Epiphyseolysis capitis femoris.

Bei dieser sind Hormonstörungen, die das Längenwachstum beeinflussen, wie Hypogonadismus, Hypothyreose und Hypophysenvorderlappeninsuffizienz, überdurchschnittlich häufig mit einer Epiphyseolysis capitis femoris assoziiert.

So erkrankten zum Beispiel Kindern mit einem Mangel an Wachstumshormonen häufiger an einer Epiphyseolysis capitis femoris als gesunde Kinder, die diesen Mangel nicht aufweisen [Schmid und Hauffa, 1993].

Auch ein Zusammenhang der Epiphysenhüftkopflösung mit einer STH-Therapie aufgrund des Wachstumshormonmangels wurde schon mehrfach beschrieben. Bei isoliertem STH-Mangel führt die Gabe von Wachstumshormonen zu einem Aufholwachstum. In dieser Situation genügen scheinbar geringe Kräfte, um die Epiphyse zu lösen.

Des Weiteren kann es auch nach Abschluss einer Wachstumshormonbehandlung zu einer Hüftkopflösung kommen, wenn bei gleichzeitigem unerkannten, beziehungsweise unbehandelten Gonadotropinmangel die Wachstumsfugen bis ins Erwachsenenalter offen bleiben und einer verstärkten mechanischen Belastung (Körpergewicht, berufliche Belastung) ausgesetzt sind. Bei wachstumshormonbehandelten Patienten beträgt das Risiko für das Auftreten einer Epiphyseolysis capitis femoris nach einer groben Schätzung ungefähr 1-3% [Treibel et al., 1987].

Insbesondere junge Erwachsene, bei denen die Epiphysenfugen noch nicht verschlossen sind, sollten vor Beginn einer Wachstumshormontherapie auf die Möglichkeit einer Epiphysenhüftkopflösung hingewiesen werden. Klagen diese Patienten während der Wachstumshormonsubstitution über Schmerzen in den Extremitäten sollte an den Beginn einer Epiphyseolysis capitis femoris gedacht werden [Schmid und Hauffa, 1993].

Auch eine primäre und zentrale Hypothyreose vor oder unter Behandlung von Schilddrüsenhormonen wird von einigen Autoren als Ursache einer Epiphyseolysis capitis femoris beschrieben [Schmid und Hauffa, 1993]. Die meisten Patienten sind jedoch meist entweder massiv adipös oder befinden sich in der Frühphase der Schilddrüsenhormontherapie mit beschleunigtem Längenwachstum im Sinne eines Aufholwachstums.

Bei jungen Erwachsenen mit Hypophyseninsuffizienz, deren Längenwachstum bei offener Epiphysenfuge geringer als bei jüngeren Kindern auf eine Wachstumshormonsubstitution anspricht, ist eine Beschleunigung des Epiphysenschlusses durch die Gabe von Testosteron zu Therapiebeginn möglich, das

Ausmaß aber relativ schlecht einschätzbar. Erst nachdem der alleinige Effekt des Wachstumshormons geprüft wurde, sollte dann über eine Ergänzung der Therapie um Testosteron nachgedacht werden.

All diese Beobachtungen scheinen die Theorie einer möglichen hormonellen Genese der Epiphyseolysis capitis femoris zu unterstützen.

Ebenso scheint ein Vitamin-C-Mangel bzw. ein erhöhter Parathormonspiegel prädisponierend für eine Epiphyseolysis zu sein [Milz et al., 2002]

Als seltene Ursache der Epiphyseolysis capitis femoris ist weiterhin eine Radiotherapie bei Jugendlichen zu nennen. Meist erfolgt hierbei die Bestrahlung der Hüftregion, die durch einen Tumor im Becken notwendig geworden war. Der Mechanismus der Hüftkopflösung in Zusammenhang mit einer Radiotherapie scheint multifaktoriell bedingt zu sein. Sowohl die Strahlenempfindlichkeit der Knorpelzellen, als auch indirekte hormonelle Effekte durch die Bestrahlung und die mittels Chemotherapie hervorgerufene Strahlensensibilisierung scheinen eine Rolle zu spielen. Eine Bestrahlung sowie eine Chemotherapie haben reduzierenden Einfluss auf das Längenwachstum. Im Gegensatz zu den typischerweise übergewichtigen Patienten sind die Kinder, bei denen die Epiphyseolysis capitis femoris mit einer Strahlentherapie assoziiert ist, dünn bis normalgewichtig und verhältnismäßig klein [Loder et al., 1998]. Außerdem entwickelt sich die Hüftkopflösung hier schon zu einem früheren Zeitpunkt, im Durchschnitt ungefähr im Alter von 10 Jahren. Obwohl der Zeitraum zwischen der Radiotherapie und der Entwicklung einer Epiphyseolysis capitis femoris bei den jeweiligen Patienten ziemlich unterschiedlich ist, verringert er sich jedoch verhältnismäßig bei Verlängerung der Bestrahlung [Loder et al., 1998].

7. Jahreszeitliche Unterschiede der Epiphyseolysis capitis femoris

Bei dem Versuch die Ursache der Epiphyseolysis capitis femoris zu klären, wird deutlich, dass diese Krankheit bevorzugt im jugendlichen Alter zu einem bestimmten Entwicklungsgrad der skelettalen Reife auftritt. Unverhältnismäßig oft sind dabei übergewichtige Kinder und von diesen vor allem die Knaben betroffen. Sowohl mechanische Faktoren als auch hormonelle Einflüsse scheinen eine Rolle in der Entwicklungskaskade dieser Krankheit zu spielen.

Die genaue und exakte Ätiologie ist jedoch, wie oben beschrieben, bis heute nicht hinreichend geklärt. Eine umfassende Kenntnis über eventuelle jahreszeitliche Unterschiede dieser Krankheit könnte zum Teil dazu beitragen, die offenen Fragen in Bezug auf die genaue Ursache der Krankheit beantworten zu können.

Die durchschnittlichen Wachstumskurven von Körpergröße und Gewicht eines normalen Kindes folgen einem strengen jahreszeitlichen Rhythmus.

Im Herbst wird das Höhenwachstum proportional geringer bis es in den Wintermonaten beinahe zum Stillstand kommt. Im Frühling erfolgt daraufhin wieder eine Zunahme der Körpergröße. Das Gewicht dagegen nimmt im Winter und folgendem Frühling vergleichsweise am stärksten zu. Unter normalen Umständen stagniert es dann während der Sommermonate und im Herbst.

Nach Meinung einiger europäischer und amerikanischer Autoren (Loder, Brown, Maffulli) sind auch bei der Inzidenz der jugendlichen Hüftkopflösung jahreszeitliche Schwankungen festzustellen. Die meisten Studien besagen, dass sich der Höhepunkt der Inzidenz im Verlauf des Sommers befindet. Dies könnte auf folgende Gründe zurückzuführen sein:

Zum einen scheint die erhöhte körperliche Aktivität in den Sommermonaten eine Rolle zu spielen. Die sich im Wachstum befindenden Knochen können hierdurch zum Teil stark belastet werden.

Zum anderen können zuvor erwähnte jahreszeitliche Wachstumsmuster und die Gewichtszunahme in der Entwicklung der Jugendlichen ebenfalls einen Einfluss auf den Zeitpunkt des Ausbruchs der Beschwerden ausüben.

Auch ein Vitamin D-Defizit, das sich während des Winters aufgrund verringerter Synthese über die Haut ausbilden kann, ist möglicherweise an der Entwicklung saisonaler Unterschiede in der Inzidenz der Epiphyseolysis capitis femoris beteiligt. Durch die jahreszeitlich bedingt verminderte UV-Exposition der Haut ist die Eigensynthese dieses Calciferols eventuell vermindert. Dadurch ist dessen wichtige Funktion für den Knochen, die in der Mobilisation von Calcium und Phosphat sowie in der Mineralisierung besteht, unter Umständen nicht mehr vollständig gewährleistet und eine erhöhte Weichheit und Verbiegungstendenz des Knochen sind denkbar.

Eine internationale Studie hat die erwähnten jahreszeitlichen Unterschiede jedoch nur bei der Bevölkerung festgestellt, die nördlich des 40. Breitengrades lebt. Sowohl bei Patienten mit einer Epiphyseolysis capitis femoris, die südlich dieses Breitengrades leben, als auch bei der afroamerikanischen Bevölkerung mit dieser Erkrankung, scheint ein Zusammenhang zur Jahreszeit vernachlässigbar zu sein. Im Übrigen wird dieses Phänomen in der Fachliteratur vorwiegend bei männlichen Patienten beobachtet [Maffulli und Douglas, 2002].

8. Diagnostik am Beispiel der Epiphyseolysis adolescentium

8.1 Klinische Diagnostik

Die Epiphyseolysis capitis femoris tritt in der Regel während des präpubertären Wachstumsschub oder in der Pubertät auf. Der Krankheitsbeginn, der durch eine Auflockerung der Wachstumsfuge und der damit verbundenen Minderung ihrer mechanischen Festigkeit charakterisiert ist, vollzieht sich klinisch häufig zunächst noch stumm [Gekeler, 2002].

In der Phase der beginnenden Hüftkopflösung klagen die Patienten typischerweise über Schmerzen in der Hüftregion, besonders in der Leistengegend und über dem Trochanter [Krauspe et al., 2004]. Zusätzlich werden aber auch Schwächegefühle in den Beinen bei Belastung und Schmerzen in den Oberschenkeln, die bis ins Knie ziehen, angegeben. Die Beschwerden sind zum Teil nur gering ausgeprägt und treten in Intervallen auf. Oft spürt der Patient ausschließlich Knieschmerzen, die nicht selten als Überlastungserscheinungen oder „Wachstumsschmerzen“ fehlgedeutet werden [Gekeler, 1987]. Somit kann bis zur endgültigen Diagnose der Epiphyseolysis capitis femoris und zur anschließenden notwendigen Operation wertvolle Zeit verstreichen.

Hervorgerufen werden die oben genannten Symptome scheinbar unter anderem durch allzu langes Stehen, Gehen oder sonstige starke Beanspruchung [Loder et al., 2000].

Bei der körperlichen Untersuchung ist in diesem anfänglichen Stadium eine verminderte Fähigkeit der Innenrotation maßgeblich.

Bei einem akuten Abrutsch ist der Patient meistens nicht mehr in der Lage das betroffene Bein zu belasten. Zudem scheint die Extremität verkürzt und nach außen rotiert, vergleichbar einer Schenkelhalsfraktur. Die Basisuntersuchung in diesem notfallmäßigen Stadium, das in etwa 10-15% aller Fälle auftritt [Loder et al., 2000], besteht aus Stand- und Gangbild, sowie aus der Prüfung der Bewegungsausmaße der Gelenke.

Bei der körperlichen Untersuchung ist das typische Zeichen der Epiphyseolysis capitis femoris das so genannte Drehmann-Zeichen. Bei Bewegung des gestreckten Beines auf der betroffenen Seite in die Hüft- und Kniebeugung kommt es hierbei automatisch zu einer Hüftgelenkaußenrotation, bei der das Knie nach außen abweicht und der Fuß die Mittellinie kreuzt (Abb. 8-1).

Die Untersuchung der Hüftgelenkrotation ist in Null-Grad-Stellung, in 45-Grad-Hüftgelenkbeugung und 90-Grad-Beugung vorzunehmen [Krauspe et al., 2004]. Ein Hinweis für eine Epiphyseolysis capitis femoris ist demnach eine mit zunehmender Beugung aufgehobene Innenrotation oder gar ausgeprägte Außenrotationskontraktur.

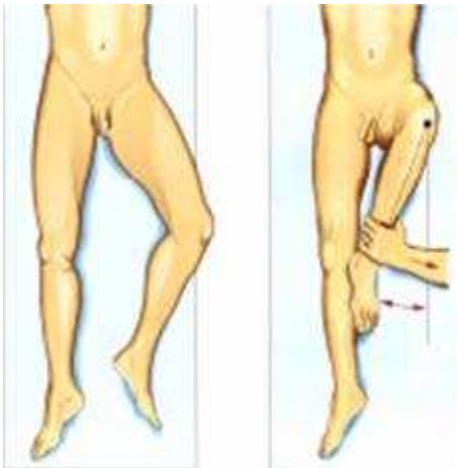


Abb. 8-1 Drehmann-Zeichen

Ein weiteres klinisches Kriterium der akuten Hüftkopflösung ist das Andauern der Symptome über einen Zeitraum von weniger als drei Wochen [Loder et al., 2000]. Dennoch liegen bei bis zu 67% dieser Patienten vor dem akuten Zeitraum über ein bis drei Monate milde Symptome im Sinne eines Prodromalstadiums vor [Loder et al., 2000].

Die Mehrheit der Erkrankungen an einer Epiphyseolysis capitis femoris verlaufen jedoch chronisch. Die Patienten präsentieren sich mit Schmerzen in der Leistengegend, im Oberschenkel und im Knie, die meist schon Monate bis Jahre andauern. In der Regel berichten Sie von Exazerbationen und Phasen völliger Remission [Loder et al., 2000]. Während der körperlichen Untersuchung wird eine Schonhaltung beim Gehen mit verminderter Innenrotation, Abduktion und Flexion der Hüfte sichtbar. Bei schwereren Verläufen kommt es zu einer

Diskrepanz der Länge der Extremitäten, wobei das kürzere Bein nach außen rotiert [Loder et al., 2000].

In besonderen Fällen der chronischen Epiphyseolysis capitis femoris kann es durch einen zusätzlichen akuten Abrutsch zu einer massiven Verschlechterung kommen. Dies wird als akut auf chronische Verlaufsform bezeichnet.

Bei sehr langsamen Verläufen chronischer Epiphyseolysis capitis femoris, die klinisch über mehrere Monate stumm bleiben kann, besteht das Risiko erheblicher Deformitäten [Krauspe et al., 2004].

Laborparameter, die zur Diagnose einer Epiphyseolysis capitis femoris beitragen könnten, existieren nicht. Um jedoch Differentialdiagnosen abzuklären und eine Endokrinopathie ausschließen zu können, sind entsprechende Untersuchungen unerlässlich.

8.2 Apparative Diagnostik

8.2.1 Radiologie und Radiometrie

Der klinischen Untersuchung folgt anschließend als Goldstandard zur primären Diagnostik die Anfertigung von Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen. Bis heute konnte sich jedoch keine einheitliche Diagnostik und radiometrische Erfassung bei der Epiphyseolysis capitis femoris durchsetzen, so dass es vor allem in den Frühstadien dieser Erkrankung zu Fehldeutungen und klinischen Fehlschlüssen kommen kann [Gekeler, 2002].

Als Frühzeichen bei drohender oder gerade beginnender Hüftkopfeiphysenlösung zeigt sich radiologisch meist eine deutliche Verbreiterung der Wachstumsfuge sowie eine unregelmäßige, „blättermartige“ [Gekeler, 2002] Auflockerung am metaphysären Übergang der Fuge. Die Epiphyse erscheint dabei durchsichtiger und lässt in einigen Fällen streifige Verdichtungen erkennen [Gekeler, 2002]. Eine Positionsänderung der Epiphyse selbst hat zu diesem Zeitpunkt noch nicht stattgefunden (Abb. 8-2, 8-3).

Mit dem beginnenden Abrutsch der Fuge wird dann eine allmählich zunehmende scheinbare Höhenminderung der Epiphyse sichtbar. Typisch für die juvenile Hüftkopflösung ist dann, dass eine Tangente, die an den lateralen Schenkelhals angelegt wird, die Epiphyse -bedingt durch deren dorso-mediokaudalen Abrutsch- nicht mehr oder nur randständig schneidet [Krauspe et al., 2004].



Abb. 8-2 Epiphyseolysis capitis femoris acuta mit ausgeprägter Dislokation des Schenkelhalses gegenüber der Epiphyse, breit klaffender Spalt, zystische Auflockerungen an der Metaphysengrenze, Kontinuität zwischen Epi- und Metaphyse unterbrochen



Abb. 8-3 "Acute on chronic slip" mit ausgeprägter Dislokation, zystische Auflockerung an der Metaphyse, fleckige Sklerosierung, am Schenkelhals medial Doppelkontur und Spornbildung

Um die Diagnose einer beginnenden Hüftkopfeiphysendislokation sichern zu können, ist zusätzlich eine 2. Röntgenaufnahme in der axialen Bezugsebene anzufertigen. In dieser lässt sich dann auch schon ein diskreter Abrutsch sicher erkennen.

Mit zunehmendem Fortschreiten der Hüftkopflösung über Wochen und Monate wird die Dislokation im Röntgenbild deutlicher sichtbar. Zur Höhenminderung kommt eine meist varische und selten auch valgische Fehlstellung der Epiphyse gegenüber der gesunden Gegenseite hinzu.

Bei länger bestehender, chronischer Epiphysenlösung werden neben der Dislokation des Hüftkopfes auch zunehmend eine Verbiegung des Schenkelhalses sowie Zeichen der Periostabhebung an der unteren Schenkelhalsbegrenzung in Form von Doppelkonturen oder Spornbildungen sichtbar [Gekeler, 1987].

Falls sich eine akut auf chronische Verlaufsform der Epiphyseolysis capitis femoris entwickelt, kommt es zu einer vollständigen Unterbrechung der kontinuierlichen Verbindung zwischen Epi- und Metaphyse. Der Femurschenkelhals steht gegenüber der Epiphyse, die sich noch in der Hüftpfanne befindet, in einer deutlichen Fehlposition. Neben den Zeichen der akuten Lösung treten zusätzlich die bekannten sekundären Merkmale des chronischen Gleitprozesses wie Schenkelhalskrümmung, zystische Veränderungen an der Metaphyse und Spornbildungen an der medialen Kopf-Hals-Grenze in Erscheinung [Gekeler, 2002]. Das Erkennen dieser Sonderform ist vor allem für die Planung der adäquaten Therapie und das Einschätzen eventueller Operationsrisiken unerlässlich. Im Zweifelsfall können vorsichtig durchgeführte, dynamische Röntgenbildverstärkeruntersuchungen helfen. Durch Relativbewegungen zwischen Schenkelhals und Kopfepiphyse kann so die Diagnose des akuten Abrutsches gesichert werden.

Den unbehandelten Spätfolgen einer akuten Hüftkopfepiphysenlösung mit hochgradiger Dislokation der Epiphyse und Deformierung des Schenkelhalses begegnet man aufgrund verbesserter Diagnostik und Therapie heute kaum noch. In der Literatur wird nach solch einem Gleitprozess ein rascher knöcherner Durchbau der Wachstumsfuge beschrieben [Gekeler, 2002]. Die Fuge der nicht dislozierten gegenseitigen Epiphyse bleibt bis zum Ende des Wachstums erhalten.

Bei der radiometrischen Erfassung der genauen Gleitwinkel ergeben sich folgende Probleme: Zum einen ist es schwierig, eine dreidimensionale Deformität im zweidimensionalen Röntgenbild zu projizieren und zum anderen verändert sich der projizierte Winkel im Röntgenbild durch die unterschiedliche Beinlagerung für die Röntgenaufnahme. *Imhäuser* empfiehlt daher sogenannte „orthograde“ Aufnahmen [Gekeler, 2002].

Nach seinen Vorschlägen fertigt man zunächst eine a.-p.-Röntgenaufnahme an, die das proximale Femur abbildet (Abb. 8-4). Ob sich das betroffene Bein bei dieser Aufnahme in Neutralstellung befinden (das heißt mit nach ventral zeigender Kniescheibe) oder einwärts gedreht sein soll, darüber sind sich die Autoren in der Literatur nicht einig [Gekeler, 2002].



Abb. 8-4 Lagerung zur a.-p.-Röntgenaufnahme des Femurs. Die Kniescheibe zeigt nach ventral. Das Becken ist rechts zum Ausgleich der Außenrotationsstellung angehoben

Für die Lagerung zur zweiten Standardröntgenaufnahme empfiehlt Imhäuser eine 90°-Beugung im Hüftgelenk mit Abduktion des gebeugten Oberschenkels um den Betrag des Komplementärwinkels zum Schenkelhalswinkel (so genannte Imhäuser-Projektion). Man misst anhand der Beckenübersichtsaufnahme den projizierten Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel (CCD-Winkel) und zieht von diesem 90° ab. Findet sich zum Beispiel ein projizierter CCD-Winkel von 130° resultieren 40°. Um diesen Betrag wird das Hüftgelenk bei 90°-Beugung abduziert/außenrotiert und das proximale Femur in dieser zweiten Ebene dargestellt [Krauspe et al., 2004]. Die häufig vorhandene Außenkontraktur im Hüftgelenk wird durch Anheben des Beckens und die damit verbundene Einwärtsdrehung des Beines bis zur Neutralstellung ausgeglichen [Gekeler, 2002]. Die Imhäuser-Projektion ermöglicht sowohl eine Diagnosestellung als auch eine Quantifizierung des Abrutsches. Letzteres ist vor allem für die Prognose von großer Bedeutung. Für die Indikationsstellung sowie Operationsplanung der Epiphyseolysis capitis femoris ist es üblich, die aus den Röntgenaufnahmen zeichnerisch ermittelten Dislokationswinkel zu verwenden.

Dabei wird vernachlässigt, dass mit jeder Lagerungs- und Röntgentechnik die Achsenwinkel der in Fehlposition befindlichen Epiphyse immer nur in ihrer Projektion, das heißt verzeichnet und nicht in ihrer realen Größe, dargestellt werden. Auch in Abhängigkeit von der Lagerungsposition des Beines ändert sich die erkennbare Position der dislozierten Hüftkopfeiphyse im Röntgenbild. Seit langem wird deshalb von mehreren Autoren gefordert, dass bei der Epiphyseolysis capitis femoris die Hüftkopfposition mittels definierter Lagerung und trigonometrischer Umrechnung exakt bestimmt werden muss [Gekeler, 2002].

Eine weitere Möglichkeit, die räumliche Lage der Hüftkopfeiphyse aus einer Röntgenaufnahme zu bestimmen, besteht in der „Ellipsenauswertung“. Da die Epiphysenbasis bei Dislokation als Ellipse abgebildet wird, lässt sich aus dem Verhältnis der Ellipsenseiten rechnerisch und tabellarisch ihre räumliche Position ermitteln. Diese Methode ist einfach durchzuführen und erfolgt unter geringer Strahlenbelastung. Ergänzend eignet sie sich zur Abschätzung des Dislokationswinkels bei fehlender zweiter Aufnahme. Allerdings erscheint die dorsale Partie des Kopfrandes hinter dem Schenkelhals oft etwas unscharf [Gekeler, 2002].

8.2.2 Sonographie, Computertomographie und Magnetresonanztomographie

Heutzutage können neue bildgebende Verfahren in der Diagnostik der Epiphyseolysis capitis femoris zur Verbesserung der Behandlungsergebnisse beitragen.

Zum einen ist durch die neuen Verfahren ein erheblicher Fortschritt in der Frühdiagnostik zu verzeichnen. Es kann nun bereits die drohende Hüftkopflösung vor dem eigentlichen Abrutsch dargestellt werden, was für den Behandlungserfolg entscheidend ist.

Zum anderen lässt sich jetzt auch der Übergang einer stabilen in eine instabile Hüfte darstellen. Außerdem lassen sich Behandlungsverläufe kontrollieren und drohende Komplikationen früh aufzeigen. Ein weiterer erheblicher Vorteil der neuen bildgebenden Verfahren besteht darin, dass eine Darstellung ohne Strahlenbelastung möglich ist.

Bei entsprechender Kenntnis lässt die Sonographie der Epiphyseolysis capitis femoris eine Stufenbildung in Höhe der Metaphyse nahe des Hüftgelenkes erkennen (Abb. 8-5) [Krauspe et al., 2004]. Aufgrund der verbesserten Darstellungsmöglichkeit besteht eine enge Korrelation zwischen radiologisch bestimmtem Abrutschwinkel und der sonographischen Stufenbildung zwischen Epi- und Metaphyse. So sind sogar Winkel von 10° sonographisch darstellbar [Harland und Krappel, 2002]. Untersuchungen haben ergeben, dass eine Stufe von einem Millimeter in etwa einem Abrutschwinkel von 5° entspricht. Die Ultraschalluntersuchung ist somit auch eine schnelle, sichere und vor allem harmlose Methode zur Diagnosestellung, Gradeinteilung und Nachbehandlung einer Epiphyseolysis capitis femoris, bei der, im Gegensatz zum Röntgen, oben beschriebene Projektionsfehler und Strahlenbelastungen am wachsenden Skelett entfallen.



Abb. 8-5 Sonographischer Befund einer 9-jährigen Patientin mit einer Epiphyseolysis capitis femoris Acuta. Deutlich erkennbar sind die Stufenbildung, das spitze Ende der Metaphyse und der Gelenkerguss

Bei der akuten Epiphyseolysis capitis femoris sowie bei schwerwiegenden Fällen ist auch deshalb zu überlegen, zusätzlich eine Ultraschalluntersuchung vorzunehmen, um etwaige intraartikuläre Ergüsse ausschließen zu können. Ein Erguss bei gleichzeitiger Stufe ist als klares Zeichen der Instabilität zu werten.

Mit der Einführung der Computertomographie (CT) wurde die Möglichkeit der Winkelbestimmung durch konventionelle Untersuchungen erweitert (Abb. 8-6). Auch als Basis für die so genannte 3D-Rekonstruktion und Visualisierung der epiphysären Deformität können die CT-Bilddaten heutzutage herangezogen werden [Gekeler, 2002].

Da die Strahlenbelastung jedoch noch höher als beim Röntgen ist und die Computertomographie im Ganzen keinen erheblich größeren Informationsgewinn bringt, bietet sie insgesamt keinen wesentlichen Vorteil zur konventionellen Röntgentechnik [Harland und Krappel, 2002].

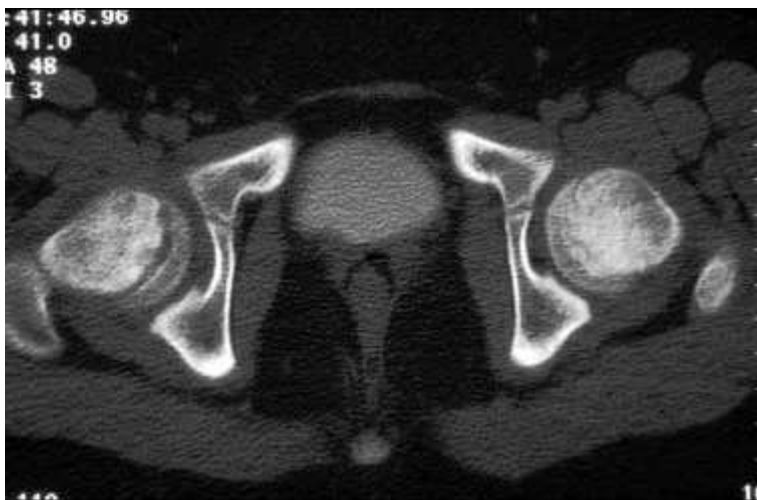


Abb. 8-6 CT-Befund der gleichen Patientin (Abb. 8-5). Der Abrutsch und die aufgelockerte Epiphyse sind leicht erkennbar

Bisher hat die Magnetresonanztomographie (MRT) zahlenmäßig eine untergeordnete Rolle in der Diagnostik der Epiphyseolysis capitis femoris gespielt [Harland und Krappel, 2002].

Bei unklaren Hüftschmerzen mit unauffälligen Röntgenbildern kann die Kernspintomographie unter Umständen beginnende Formen der Epiphyseolyse frühzeitig aufdecken (Abb. 8-7, 8-8). Sie bietet somit die beste Möglichkeit der Frühdiagnostik, aber auch der morphologischen Beurteilung des Gelenkknorpels und der Darstellung einer möglicherweise assoziierten Osteonekrose lange vor der röntgenologischen Sichtbarkeit [Gekeler, 2002]. Eine drohende Hüftkopflösung ohne stattgefundenen Abrutsch ist zum Beispiel an einem Knochenmarködem im proximalen Schenkelhals klar erkennbar. Auch die Ergussdiagnostik wird als ein weiterer Vorteil der MRT genannt.

Die MRT bietet insgesamt die sehr guten Eigenschaften der Knorpeldarstellung, des Weichteilkontrastes und der frühen Darstellung auch kleinster ödematöser Veränderungen. Als Routineverfahren ist eine kernspintomographische Untersuchung jedoch aufgrund des Aufwandes, der relativ geringen Verfügbarkeit und der hohen Kosten grundsätzlich nicht erforderlich [Gekeler, 2002; Krauspe et al., 2004]



Abb. 8-7 Form der Epiphysenfuge eines 13-jährigen Mädchens im MRT; diese entspricht annähernd einem Kegelstumpf



Abb. 8-8 MRT eines 11-jährigen Mädchens mit akutem Abrutsch bei chronischem Gleiten und Abrutsch von ca.70°. Deutlich ist das Einhaken des ventrolateralen Pfannenrandes in den freigelegten Metaphysen - abschnitt

9. Therapie der Epiphyseolysis capitis femoris

9.1 Konservative Therapie

Bei Patienten mit einer Epiphyseolysis capitis femoris lautet die absolute Priorität: "primum non nocere" (lat.: zuerst einmal nicht schaden).

Demnach sind sich die meisten Autoren einig darüber, dass das primäre Ziel nach der Diagnosestellung einer Epiphysenhüftkopflösung darin besteht, ein Fortschreiten des Abrutsches möglichst zu verhindern [Loder et al., 2000].

Des Weiteren sollen durch eine adäquate Therapie die Artikulation der Gelenkpartner gewahrt beziehungsweise verbessert sowie mögliche Komplikationen und Spätfolgen so weit wie möglich vermieden werden.

Die Behandlung der Epiphyseolysis capitis femoris des Adoleszenten setzt das Verständnis der anatomischen Gegebenheiten des proximalen Femures im Wachstumsalter voraus. Vereinfacht hat die Epiphysenfuge die Form eines Kegelstumpfes [Exner et al., 2002]. Die Knorpelkappe, die die Epiphyse bedeckt, reicht -die Fuge übergreifend- bis zur Metaphyse. In der Literatur wird beschrieben, dass sich bei der ECF nicht der Hüftkopf als Ganzes mit seiner kompletten Knorpelkappe vom Schenkelhals löst. Vielmehr reißt die Knorpelkappe ein und infolge der Verschiebung des Hüftkopfes gegenüber dem Schenkelhals kommt es zu einem Konflikt zwischen der, im Epiphysenfugenbereich freigelegten, Metaphyse und der Hüftpfanne.

Die –heute nicht mehr angewandte- konservative Therapie bestand aus einer Langzeitimmobilisation. Monate- bis jahrelanges Entlasten des betroffenen Hüftgelenks (zum Beispiel mittels Bettruhe, Gipsverbänden, Orthesen, Krücken oder Rollstuhl) habend sich jedoch als ungeeignet, unzumutbar erwiesen. Bei der Behandlung im Gipsverband konnte gehäuft die Entwicklung einer Chondrolyse beobachtet werden. Außerdem besteht bei fehlender interner Fixation das Risiko einer Progression des Abgleitens der Hüftkopfeiphyse.

9.2 Operative Therapie

9.2.1 Indikationen zur operativen Versorgung

9.2.2.1 Drohende und beginnende Epiphyseolysis capitis femoris

In der Literatur wird immer wieder darauf hingewiesen, dass die primär nicht betroffene Gegenhälfte zunächst symptomlos bleiben kann [Gekeler, 1987]. Schließlich muss jedoch bei mehr als jedem dritten Fall mit einem Abrutsch auch auf der Gegenseite gerechnet werden [Engelhardt, 2002]. Die in Mitteleuropa übliche beidseitige Fixation der Kopfkalotte gilt somit als Therapiestandard, um auch die scheinbar gesunde Seite prophylaktisch zu sichern. Da die Lyse der Gegenhälfte mit damit eventuell verbundenen erheblichen Fehlstellungen die Therapie deutlich erschwert, ist bereits vor dem Hintergrund einer drohenden Hüftkopflösung der Gegenseite eine beidseitige Verschraubung als Standardtherapie zu betrachten.

Schulitz et al. operieren jedoch nicht grundsätzlich die Gegenseite, sondern beziehen Alter, Geschlecht und Stadium der Skelettreife in ihre Überlegungen mit ein [Gekeler, 1987].

Auch *Engelhardt* steht einer beidseitigen Operation bei einem Abrutsch der ersten Seite unmittelbar vor Wachstumsende kritisch gegenüber [Engelhardt, 2002]. Es stellt sich die Frage, ob die Gegenhälfte für die kurze Zeit ihrer Gefährdung im Sinne der Prophylaxe mittherapiert werden muss. Allerdings darf man wiederum nicht davon ausgehen, dass sich die Wachstumsfugen der rechten und linken Seite synchron verhalten und das Wachstum zur gleichen Zeit abgeschlossen ist. Ein unterschiedlicher, diskordanter Fugenverschluss ist vor allem dann zu beobachten, sobald eine Seite in den Gleitprozess eingetreten ist.

Engelhardt hält einen Eingriff auf der Gegenseite kurz vor Wachstumsende nicht für zwingend notwendig, wenn folgende Kriterien eingehalten werden können:

- regelmäßige ärztliche Kontrollen bei guter Compliance des Patienten und seiner Eltern
- fehlende Stigmata des Gleitvorgangs bei der Röntgenuntersuchung der Gegenhäfte auch in der zweiten Ebene [*Engelhardt*, 2002]

Eine zusätzliche CT-Untersuchung kann Aufschluss darüber geben, ob die Epiphysenfuge eventuell schon teilweise verschlossen ist. Abgesehen von den obgenannten Ausnahmen darf heute die beidseitige Behandlung der Hüftgelenke auch bei einseitiger Krankheitsmanifestation als Standardverfahren angesehen werden [*Engelhardt*, 2002].

Nach Auffassung aller Autoren genügt bei einer beginnenden Epiphyseolysis capitis femoris bis zu einem Dislokationswinkel von 30° die innere Fixation [*Hackenbroch et al.*, 2002]. Bei jungen Patienten, die noch mehrere Jahre wachsen (Pubertätsstadium Tanner II, III), ist die Fixation in situ mittels Gleitschrauben oder Kirschner-Drähten mit der Option des weiteren Wachstums Mittel der Wahl. Da in diesem Stadium weder eine klinisch relevante Funktionsstörung besteht noch die Entwicklung einer Früharthrose droht, scheint eine ergänzende Korrektur der Deformität nach *Gekeler* nicht erforderlich [*Gekeler*, 1987]. Nach *Krause* ist eine Remodellierung des proximalen Femurs jedoch zusätzlich indiziert [*Krauspe et al.*, 2004].

Einige Langzeituntersuchungen haben ergeben, dass die Sphärizität des Hüftkopfes bei Verwendung von Kirschner-Drähten günstiger ist im Vergleich zu zwei Schrauben oder Smith-Peterson-Nägeln [*Krauspe et al.*, 2004]. Da gegen Ende des Wachstums nicht mehr mit einem wesentlichen Wachstumsschub beziehungsweise einer wesentlichen Remodellierung zu rechnen ist, scheint die stabile interne Fixation mit Schrauben gleichwertig gegenüber der mit Kirschner-Drähten.

9.2.1.2 Akute Epiphyseolysis capitis femoris

Bei einem akuten Abrutsch der Wachstumsfuge ist eine sofortige Immobilisation vorzunehmen, eine Operation zu planen und möglichst bald durch ein erfahrenes Ärzteteam durchzuführen. Sollten die Bedingungen einer Operation am Aufnahmetag des Patienten mit akuter Epiphyseolyse nicht gegeben sein, wird von *Krauspe* eine Extension des Beines mit 5-10 kg Zuggewicht je nach Gewicht des Patienten empfohlen [Krauspe et al., 2004].

Bei einer akuten Epiphyseolysis capitis femoris besteht die Gefahr der Schädigung der Blutgefäßversorgung des Hüftkopfes oder der Chondrolyse. Jede manipulative Reposition, die die Gefäßversorgung weiter komprimiert, erhöht das Risiko einer avaskulären Knochennekrose oder einer Chondrolyse. In der Literatur werden sehr unterschiedliche Behandlungskonzepte beim akuten Abrutsch erörtert. Die Therapieempfehlungen reichen von der rein konservativen Behandlung über die Fixation in situ bis zur schonenden Reposition und Stabilisierung der Epiphyse mit Schrauben und Drähten. Nach *Krauspe* hat sich die indirekte Reposition durch Zug am Bein, Innenrotation, Beugung und Abduktion bewährt. Unter dieser Manipulation kommt es oft zu einer vollständigen Reposition.

Die Transfixation von Meta- und Epiphyse erfolgt mit 3-4 Kirschner-Drähten oder 1-2 Gleitschrauben. Die durch den intraartikulären Kapseldruck mögliche Entstehung eines Blutergusses im Gelenk birgt die Möglichkeit einer Blutzirkulationsstörung. Deshalb ist eine regelmäßige Kapsulotomie und Gelenkspülung ratsam. Dabei legt man zur weiteren Drainage und Druckentlastung für 24 Stunden eine Redon-Drainage mit mittlerem Sog in das Gelenk [Krauspe et al., 2004]. Die kontroversen Meinungen im Bezug auf die optimale Behandlungsstrategie bei der akuten Epiphysenlösung und die in der Literatur uneinheitlich beschriebenen Operationstechniken machen das Festsetzen eines optimalen Therapiekonzeptes schwierig.

9.2.1.3 Chronische Epiphyseolysis capitis femoris

Die Therapie der chronischen Epiphyseolysis capitis femoris besteht zum einen in einer Transfixation von Epi- und Metaphyse mit Kirschner-Drähten oder Schrauben. Früher vertraten einige Autoren die Meinung [Gekeler, 1987], dass bei starker Dislokation der Hüftkopfeiphyse im Rahmen der chronischen Epiphyseolysis capitis femoris nur mit Hilfe eines intrakapsulären Eingriffes am Schenkelhals funktionell und anatomisch befriedigende Ergebnisse zu erzielen seien. Andere Lehrmeinungen warnen heute vor solch einer zervikalen Osteotomie, da sie die Hüftkopfdurchblutung zusätzlich gefährdet. Bevorzugt werden stattdessen die so genannte intertrochantäre Osteotomie, die in aller Regel jedoch keine vollständige Wiederherstellung der gestörten Kopf-Pfannen-Beziehung ermöglicht.

Dieses Manko entschärfen klinische Untersuchungen, die belegen, dass bei Teilkorrekturen beziehungsweise Restdeformitäten unter 30° keine schwerwiegenden Konsequenzen hinsichtlich der Funktion des Hüftgelenkes und der Arthroseentwicklung zu erwarten sind [Gekeler, 1987].

Tabelle 9-1 veranschaulicht das Therapieschema der chronischen Epiphyseolysis capitis femoris.

Sowohl beim akuten Abrutsch als auch bei der chronischen Verlaufsform ist eine Transfixation der Gegenseite als prophylaktische Spickung in Betracht zu ziehen.

Therapie der chronischen Epiphyseolysis capitis femoris (ECF)	
Abrutschwinkel < 30°	Grad 1: Fixation in situ, Nachbeobachtung in definierten Intervallen
Abrutschwinkel 30-60°	Grad 2: Fixation in situ, ein- oder zweizeitige Osteotomie
Abrutschwinkel > 60°	Grad 3: Fixation in situ und Osteotomie

Tab. 9-1 Therapie der chronischen Epiphyseolysis capitis femoris

9.2.1.4 Sekundärtherapie

Klagen die Patienten über persistierende Schmerzen und hält das Hüft-Beuge-Defizit weiterhin an, sind engmaschige Folgeuntersuchungen in Abständen von vier bis sechs Monaten erforderlich. Ziel ist stets, notwendige therapeutische Schritte einzuleiten, um eventuelle avaskuläre Knochennekrosen oder Chondrolyse erkennen und behandeln zu können.

Weiterhin ist bei persistierenden Schmerzen und Funktionsstörungen das Hüftimpingement-Syndrom zu behandeln. Bei Patienten mit mäßigem Abrutsch und mäßiger Funktionsstörung kann die so genannte Imhäuser-Weber-Osteotomie gute Langzeitergebnisse erzielen. Diese Flexions-Rotations-Valgisationsosteotomie kann das Bewegungsmaß bei bestehender relativer Retrotorsion verbessern und die Entwicklung eines Hüftimpingement-Syndrom verhindern.

Bei schweren Funktionsstörungen und einer Flexionsbegrenzung unter 90° ist dagegen an eine basozervikale Osteotomie zu denken [Krauspe et al., 2004]. „Bei sorgfältiger Beachtung der Anatomie und Operationstechnik kann via chirurgischer Hüftluxation nach *Ganz* oder aber über zwei Zugänge mit lateralem Standardzugang und modifiziertem Smith-Peterson-Zugang mit Osteotomie des Schenkelhalses von vorn eine vollständige Reposition hergestellt und intern osteosynthetisch fixiert werden“ [Krauspe et al., 2004]. Dabei muss man darauf achten, dass die Taillierung zwischen Hüftkopf und Schenkelhals wiederhergestellt wird, damit bei Beugung eine freie Rotation möglich ist und ein Anschlagen am Pfannenrand mit Folge einer Hebel-Quetsch-Wirkung des Hüftkopfes gegen den Pfannenknorpel verhindert wird.

Bei Patienten mit ausgeprägtem metaphysären Knochenbuckel und Retrotorsion des Schenkelhalses kann dieses Verfahren mit einer intertrochantären Osteotomie kombiniert oder die Hüftkopfkappe unter gleichzeitiger Stellungskorrektur der Antetorsion refixiert werden.

Bei einem schweren Verlauf der chronischen Epiphyseolysis capitis femoris gegen Ende des Wachstumsalters ist keine wesentliche spontane Remodellierung zu erwarten. In diesen Fällen ist eine primäre Korrektur-Osteotomie neben oder als Ersatz der Transfixation in Betracht zu ziehen.

Tabelle 9-2 bietet einen abschließenden Überblick über die Therapieoptionen der Epiphyseolysis capitis femoris.

Therapieschema der Epiphyseolysis capitis femoris (ECF)	
akute ECF	instabile ECF: schonende Reposition und Fixation
akut auf chronische ECF:	instabile ECF: schonende Reposition und Fixation, (ein-) oder zweizeitige Osteotomie je nach Abrutschwinkel
chronische ECF	stabile ECF: Fixation in situ, Osteotomie je nach Abrutschwinkel

Tab. 9-2 Abschließender Überblick über die Therapieoptionen der Epiphyseolysis capitis femoris

9.2.2 Operationstechniken

9.2.2.1 Implantatwahl

„Bei der Auswahl der Fixationsmaterialien sollte darauf geachtet werden, dass die Implantate eine sichere und stabile Verbindung der Kopfepiphyse mit dem Schenkelhals gewährleisten, ohne dass eine allzu starke Beeinträchtigung des Schenkelhalses durch vorzeitigen Fugenverschluss resultiert“ [Arnold et al., 2002].

Die In-situ-Fixation mittels Kirschner-Drähten, Schrauben oder Steinmann-Nägeln ist die gebräuchlichste Behandlungsmethode, Hüftkopfepiphysenlösungen mit einem Dislokationswinkel bis zu 30° zu behandeln. Einige Autoren schlagen dieses Verfahren auch für höhergradige Dislokationswinkel vor [Hackenbroch et al., 2002].

In Bezug auf die minimalinvasive Therapie wird von einigen Autoren die perkutane Schraubenfixation mit einer kanülierten Schraube favorisiert [Kraspe et al., 2004]. Voraussetzung bei diesem Verfahren sind jedoch erfahrene Operateure. Die Literatur ist sich einig darüber, dass die Zahl der Hüftkopfnekrosen bei der Verwendung von Schrauben größer ist als bei der

Verwendung von Kirschner-Drähten. Einige Untersuchungen haben gezeigt, dass bei der Verwendung von Kirschner-Drähten 93% der Patienten einen sphärischen Hüftkopf und nur knapp 7% eine geringe Entrundung aufwiesen. Dagegen zeigten bei der Behandlung mit 3-Lamellen-Nägeln nur 80-85% der Patienten sphärische Hüftköpfe. Auch das klinische Ergebnis zeigte nach dem Harris-Hips-Score eine klare Überlegenheit der Kirschner-Drähte [Krauspe et al., 2004].

9.2.2.2 In-situ-Fixation

Grundsätzlich ist die Behandlung der Epiphyseolysis capitis femoris in allen Stadien operativ. Das Operationsverfahren hängt zum einen vom Dislokationswinkel und zum anderen vom Dislokationsmodus ab, das heißt ob es sich um die akute oder chronische Form der Erkrankung handelt.

Bis zu einem Dislokationswinkel von 30° gilt heutzutage die In-situ-Fixation mittels Kirschner-Drähten, Steinmann-Nägeln oder Schrauben als Methode der Wahl (Abb. 9-1). Dabei wird angestrebt, die Lagebeziehung zwischen Epiphyse und Schenkelhals bis zum endgültigen Fugenverschluss zu stabilisieren, ohne dass das weitere Wachstum des Femurs beeinträchtigt wird.



Abb. 9-1 In-situ-Fixation der rechten Hüfte

Hackenbroch empfiehlt hierfür das Verfahren der dynamischen Schraubenfixation (DSF) mit einer kanülierten nach lateral überstehenden Gleitschraube mit Kurzgewinde [Hackenbroch et al., 2002]. Seiner Meinung nach ist diese Methode einfach in der Handhabung und führt zu einer sicheren und dauerhaften Stabilisierung der Kopfepiphyse. Außerdem fördert dieses Verfahren nicht den vorzeitigen Verschluss der Wachstumsfuge und ist komplikationsarm. Daher ist es auch für die prophylaktische Fixation der gegenseitigen „gesunden“ Hüfte geeignet.

Die dynamische Schraubenfixation basiert auf dem Prinzip einer Gleitschraube. Diese 7,0-mm-Schraube mit einem 10 mm langen rückschneidenden Spongiosagewinde wird von lateral her so durch den Schenkelhals eingebracht, dass das Gewinde vollständig in der Hüftkopfepiphyse liegt und die Wachstumsfuge nicht mehr berührt. Zusätzlich sollte die Schraube zentral in der Hüftkopfepiphyse platziert werden, den Epiphysenfugenanteil der Kopfkalotte senkrecht kreuzen und an der lateralen Femurkortikalis 15-20 mm überstehen, um ein weiteres Längenwachstum des Schenkelhalses zuzulassen [Hackenbroch et al., 2002].

Nachdem zunächst ein Kirschner-Draht unter Bildverstärkerkontrolle ohne wesentliche Traumatisierung der Epiphysenfuge primär eingebracht worden ist, wird durch die Verwendung kanülierter Schrauben das präzise Platzieren über diesen Draht ermöglicht. Eine Unterlegscheibe dient als Indikator auf dem Röntgenbild, wenn die Gleitstrecke der Schraube aufgebraucht ist und das Gleitschraubenprinzip in ein Zugschraubenprinzip überzugehen droht. Außerdem sorgt sie dafür, dass der Schraubenkopf nach Aufbrauchen der Gleitstrecke nicht in die Femurkortikalis einsinkt.

Diese im angloamerikanischen Sprachraum bevorzugte Fixationsmethode führt in der Regel zu einem vorzeitigen Verschluss der Epiphysenfuge. Zwar wird ein weiterer Gleitprozess mit Sicherheit verhindert, durch häufig noch stattfindendes Wachstum kommt es jedoch zu einer biomechanisch ungünstigen Verkürzung des Schenkelhalses mit funktioneller Schwächung der Abduktoren [Arnold et al., 2002]. *Hackenbroch* empfiehlt deshalb: „Falls im weiteren Verlauf durch das Schenkelwachstum die Reservegleitstrecke der Schraube aufgebraucht, die Wachstumsfuge aber noch nicht verschlossen ist, kann über einen perkutan eingebrachten Kirschner-Draht ein Schraubenwechsel gegen eine längere Schraube erfolgen“ [Hackenbroch et al., 2002].

Andere Autoren bevorzugen dagegen als Fixationsmaterial Kirschner-Drähte, um eine Verkürzung des Schenkelhalses zu vermeiden [Arnold et al., 2002; Gekeler, 1987]. Nachteil dieser Methode ist allerdings, dass bei jüngeren Patienten mit entsprechender Wachstumspotenz die Drahtspitzen aus der Wachstumsfuge herauswandern können. Bei noch offenen Fugen wäre somit, zur Verhinderung eines erneuten Gleitprozesses, eine erneute Fixation nötig.

Nicht mehr angewandt werden sowohl die Verschraubung mittels längerer Zugschrauben als auch die Knochenspannung der Epiphysenfuge, da sie zu einem vorzeitigen knöchernen Durchbau der Wachstumsfuge führen und somit eine Verkürzung des Schenkelhalses nach sich ziehen. Außerdem erfordern diese Methoden lange postoperative Immobilisation und Entlastung des Hüftgelenks, sodass diese Verfahren nicht mehr zeitgemäß erscheinen.

„Auch die Fixation mit dem Dreilamellennagel gilt heute als überholt, weil neben der Wachstumsbremsung auch die Gefahr besteht, dass mit dem Eintreiben des Nagels eine vollständige Loslösung der Epiphyse von der Metaphyse erfolgt und dabei Gefäße des Periostschlauches einreißen [Gekeler, 1987].

9.2.2.3 Die intertrochantäre Osteotomie

In der Wissenschaft besteht Einigkeit darüber, dass zumindest bis zu einem Dislokationswinkel von 30° eine alleinige innere Fixation, die In-situ-Fixation, ausreicht.

Die Frage, ab welchem Dislokationswinkel zusätzliche Operationsverfahren erfolgen sollten, wird dagegen kontrovers diskutiert.

In der Regel strebt man bei Dislokationswinkeln von $> 30-50^\circ$ durch zusätzliche operative Maßnahmen eine Rezentrierung des Femurkopfes in die Hüftpfanne an. Das hierfür heutzutage am häufigsten durchgeführte Verfahren ist die intertrochantäre dreidimensionale Korrekturosteotomie nach *Imhäuser*.

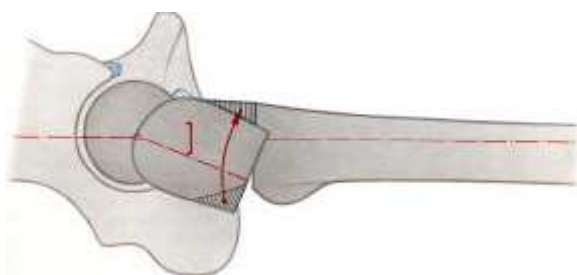


Abb. 9-2 Modell der intertrochantären Osteotomie

Die von *Imhäuser* 1957 erstmals beschriebene intertrochantäre Osteotomie intendiert eine Wiederherstellung der Gelenkkongruenz zur Verminderung der präarthrotischen Deformität und Senkung der Koxathroseinzidenz (Abb. 9-2).

Zur Reorientierung der abgeglittenen Femurepiphyse erfolgt eine Flexionsosteotomie, welche die potentielle femoroazetabuläre Fehlkontaktierung reduziert [Schai und Exner, 2002].

Grundlage für die operative Korrekturosteotomie ist die radiologische Analyse von Gleitrichtung und -ausmaß. Aus der Differenz zwischen Epiphysengleitwinkel beim Abrutsch und der postoperativ erzielten Epiphysenposition kann so der durch die intertrochantäre Korrekturosteotomie erzielte Epiphysenkorrekturwinkel bestimmt werden.

Die Operation wird in Rückenlage des Patienten unter Bildverstärkerkontrolle durchgeführt. Nach lateraler Inzision über der Trochanterregion wird der Tractus iliotibialis gespalten und der Musculus vastus lateralis abgelöst, so dass die intertrochantäre Region dargestellt wird (Abbildung 9-3).

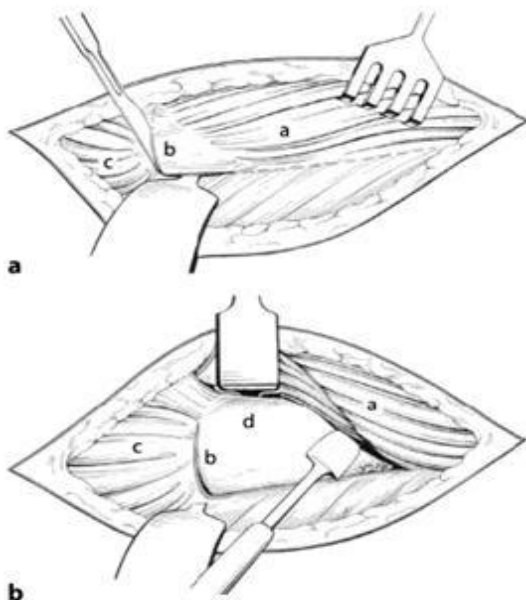


Abb. 9-3a,b Lateraler Zugang zum Hüftgelenk über der Trochanter major-Region.

a M. vastus lateralis

b Tuberculum innominatum

c M. gluteus medius

d intertrochantäre Region

a Nach Längsspaltung des Tractus iliotibialis L-förmige Desinsertion der Vastus-lateralis-Faszie des Tuberculum innominatum.

b Freilegung der intertrochantären Region durch ventromediales Abschieben der Vastus-lateralis-Muskulatur mit dem Raspatorium.

Falls die Wachstumsfuge des Hüftkopfes noch nicht verlötet ist, sollte sie vorsorglich gesichert werden, um ein weiteres Abgleiten im Zusammenhang mit der Korrekturbewegung zu vermeiden. Für diesen Vorgang werden bevorzugt Steinmann-Nägel von 3 mm Durchmesser verwendet [Schai und Exner, 2002]. Bei inkorrekt positionierter Epiphyse kann es zu einer ungenügenden Fixation der Epiphyse, bei dorsaler Bohrrichtung mit dorsalem Nagelaustritt zur Verletzung der posterioren retinaculären Gefäße am dorsalen Schenkelhals kommen (Abb. 9-4).

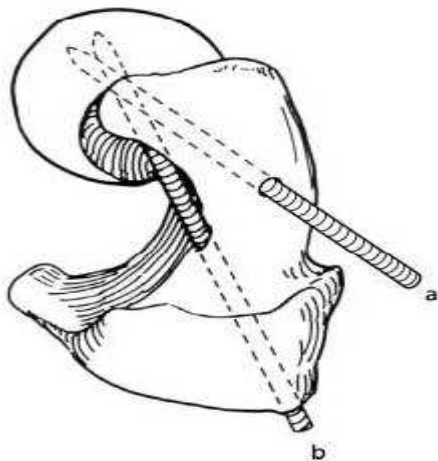


Abb. 9-4a,b Fixation der nach dorsal abgeglittenen Epiphyse mittels Steinmann-Nägeln.
a Korrekte Eintrittsstelle am ventralen Schenkelhals und dorsale Bohrrichtung zur Fixation der dorsalen Femurkopfeiphyse.
b Inkorrekte laterale Einführung und Bohrrichtung mit Penetration des dorsalen Schenkelhalses.

Um die Osteotomiehöhe und die Keilentnahme zu markieren und die geplante Klingenplatte korrekt platzieren zu können werden bei der Durchführung der intertrochantären Osteotomie Kirschner-Drähte verwendet.

Der erste Draht markiert die ventrale Schenkelhalsebene, der zweite wird zur Orientierung des Klingenmeißels 90° zur Femurschaft achse und schenkelhalsparallel in den Trochanter major eingebohrt. Zwei weitere Kirschner-Drähte werden in den ventralen proximalen Femurkortex eingebracht und dienen proximal und distal der geplanten Osteotomieebene der Rotationskontrolle (Abb. 9-5).

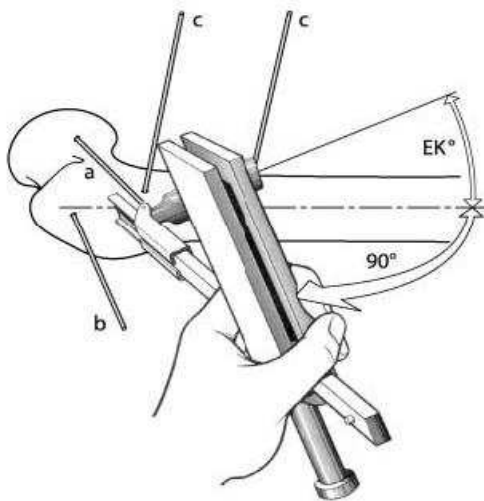


Abb. 9-5a-c Einbringen von Kirschner-Drähten **a** zur Orientierung der Schenkelhalsrichtung **b** zur rechtwinkligen Orientierung gegenüber der Femurschaftachse **c** sowie zur Kontrolle der Rotation. Das Klingensetzgerät wird mit dem geplanten Korrekturwinkel (EK) gegenüber der Femurschaftachse eingeschlagen.

Beim anschließenden Einschlagen des Klingensetzgeräts müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Die Einschlagstelle muss in genügender Distanz zur geplanten Osteotomiehöhe liegen.
- Aufgrund der harten Femurkortikalis ist meist ein Vorbohren nötig.
- Zur Vermeidung einer Schenkelhalsperforation muss die Klinge parallel zu den ersten zwei Kirschner-Drähten eingeschlagen werden.
- Die Angulation gegenüber der Femurschaftachse muss der geplanten Flexionskorrektur entsprechen.

Nach radiologischer Kontrolle der Klingenslage erfolgt die intertrochantäre Keilosteotomie, zunächst mit einer ersten Osteotomie unmittelbar proximal des Trochanter minors und folgend mit einer zweiten Osteotomie zur Keilentnahme am proximalen Fragment (Abb. 9-6).

Da in den meisten Fällen ein dorsales Abrutschen der Epiphysenfuge vorliegt, ist ein ventral geöffneter Keil zur Korrektur in der Regel ausreichend. Nur der seltene Fall einer echten varischen Deformation macht einen zusätzlichen lateral basierenden Keil notwendig [Schai und Exner, 2002]. „Sofern notwendig und entsprechend der präoperativen Planung kann dann das distale Femur unter Kontrolle durch die Rotations-Kirschner-Drähte innenrotiert werden.“

Die Klingenplatte wird manuell in das proximale Fragment eingeführt. Das distale Femur wird dem proximalen Trochanterblock unter Schließung der Osteotomie angenähert und die Platte mit kortikalen Schrauben fixiert.“ [Schai und Exner, 2002]

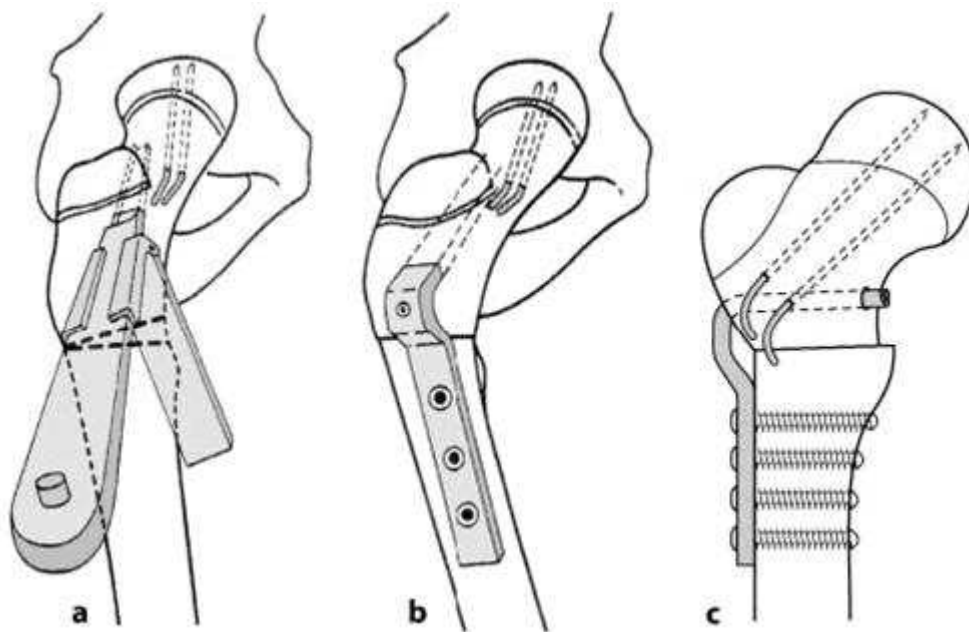


Abb. 9-6 a-c Intertrochantäre Osteotomie mittels oszillierender Säge und Plattenstabilisation des proximalen Femurs.
a Ventral geöffnete Keilentnahme im intertrochantären Bereich und Einschlagen des Klingensetzgerätes in korrigierender Angulation.
b Axiale Ansicht nach Readaptation der Fragmente durch Flexion und Einbringen der Platte.
c Frontale Ansicht nach Fixation mittels Adoleszentenklingsplatte unter interfragmentärer Kompression der Osteotomie und Verankerung am Femurschaft mit kortikalen 4,5 mm Schrauben

Nach *Gekeler* ist bei dieser Drehosteotomie mit Entfernung des ventralen Korrekturkeiles allerdings keine vollständige Stellungskorrektur des dislozierten Hüftkopfes möglich [Gekeler, 1987].

Anatomische, klinische und rechnerische Untersuchungen haben ergeben, dass die Größe des ventralen Beugekeiles meist bei 30° liegt, vorausgesetzt, es kommt gleichzeitig noch eine Außenrotation des proximalen Fragmentes von 10° bis 20° hinzu. Da der straffe Kapselschlauch des Hüftgelenkes eine weitere Absenkung und Ventralverlagerung des Schenkelhalses nicht zulässt, ist eine stärkere Korrekturbewegung des proximalen Fragmentes zur Verbesserung der gestörten Kopf-Pfannen-Beziehung nicht möglich.

Bei stärkerer Varusdislokation der Epiphyse kann die Korrekturwirkung eines Keiles mit ventrolateral gerichteter Basis Vorteile bringen, bei valgischer Dislokation dagegen eine solche mit ventromedial gerichteter Basis. Entgegen den meisten Empfehlungen schließt *Gekeler* aus den genannten Untersuchungen, dass der zusätzlich zum ventralen Keil entnommene Keil mit rein lateral gerichteter Basis aus geometrischen Gründen nicht geeignet ist, die nach hinten zeigende Epiphyse „aufzurichten“.

Vielmehr kann der lateral gerichtete Keil unter Umständen die dorsale Dislokationskomponente der Epiphyse sogar verstärken. Mit den oben erwähnten Berechnungen sind die Prinzipien der räumlichen intertrochantären Korrektur rechnerisch begründbar. Somit können/konnten auch die Möglichkeiten und Grenzen dieses Verfahrens exakt und frei von Röntgenprojektionsfehlern ermittelt werden. In der klinischen Praxis sind die zitierten Berechnungen der Winkeländerungen jedoch vernachlässigbar, „...da sich hier eine an die Situation angepasste, das heißt unter Sicht- und Bildwandlerkontrolle durchgeführte räumliche Stellungsänderung des proximalen Femurs anbietet“ [Gekeler, 1987]. So entfällt jegliche komplizierte Vorausberechnung der Keil- und Drehwinkel. Der technische Ablauf der Operation hingegen erfährt eine Änderung, da nun entgegen den bekannten Vorschlägen zur Planung des Plattensitzes erst nach vollzogener Keilentnahme und Stellungskorrektur des proximalen Fragmentes die Winkelplattenosteosynthese erfolgt.

In der Langzeitprognose, die für Patienten mit Epiphyseolysis capitis femoris von entscheidender Bedeutung ist, bleiben nach Imhäuser-Osteotomie bei mehr als der Hälfte der Patienten die Hüftgelenke über 20 Jahre nach dem Abrutsch der Hüftkopfepiphyse arthrosefrei, was einer deutlichen Verbesserung der Prognose zum Beispiel gegenüber der In-situ-Fixation entspricht und die Indikation dieses Verfahrens unterstreicht [Schai und Exner, 2002].

9.2.2.4 Eigene Technik der intertrochantären Korrektur nach Gekeler

Gekeler hat aufgrund der oben genannten Kritikpunkte eine eigene Technik der intertrochantären Korrektur entwickelt:

Nach lateraler Inzision über der Trochanterregion wird der Tractus iliotibialis gespalten und der Musculus vastus lateralis abgelöst, so dass die intertrochantäre Region dargestellt wird. Falls die Wachstumsfuge des Hüftkopfes noch nicht verlötet ist, ist sie vorsorglich mit Kirschner-Drähten zu sichern, um ein weiteres Abgleiten im Zusammenhang mit der Korrekturbewegung zu vermeiden. Zu diesem Zweck genügen Drähte ohne Gewinde, die von der ventralen Schenkelhalsbasis aus eingebohrt und anschließend hier auch umgebogen werden.

Vor der Osteotomie wird von lateral eine speziell für den Trochanter angepasste Faszange angelegt. Danach wird der Knochen in Höhe des Trochanter minor quer durchtrennt. Während der zweite Assistent das Bein in Extensionsstellung hält, dreht der Operateur das proximale Femurende mit Hilfe der Faszange in die gewünschte neue Position. Im Falle der üblichen Dislokation nach dorsokaudal handelt es sich bei der Korrekturbewegung um eine Ventral- und Außendrehung des proximalen Fragments. Unter Röntgenkontrolle wird die Epiphyse in die gewünschte Position gebracht. Bei eröffneter Hüftgelenkscapsel kann man diese Stellungsänderung auch direkt beobachten. Dann fixiert der erste Assistent mit Hilfe der Faszange das proximale Fragment in der gewünschten Stellung. Währenddessen legt der Operateur parallel zur ersten Osteotomie einen zweiten Knochenschnitt an diesem Fragment und entnimmt damit einen raumgeometrisch korrekt orientierten Knochenkeil.

Falls zu diesem Zeitpunkt der Operation die Weichteilspannung zwischen den Fragmenten zu groß ist und die Manipulierbarkeit des proximalen Teiles dadurch beeinträchtigt wird, ist ein Entnehmen des Keiles in zwei Etappen zu empfehlen.

Zunächst wird ein erster kleiner Keil entfernt, bevor durch einen dritten Knochenschnitt die Keilentnahme bis zur Parallelität der Osteotomieflächen vervollständigt wird.

Während das proximale Fragment weiterhin mit Hilfe der Zange in der Korrekturposition fixiert bleibt, wird daraufhin das Plattensitzinstrument nach Vorreißen der Eintrittsstelle im Winkel der gewählten Platte (meist 90°) eingeschlagen. Nach Einschlagen der Adoleszenten-Rechtwinkelplatte oder der Erwachsenenplatte mit kurzer Klinge folgt die Abstimmung der rotatorischen Stellung beider Fragmente zueinander durch einfaches Heben und Senken des Zangengriffes. Da bei der Mehrheit der Fälle die Hüftkopfepiphyse nach hinten-unten disloziert, bedeutet dies eine annähernd maximale Anspannung der Gelenkkapsel im Sinne der Außendrehung des proximalen Fragments. Sobald die erste Fixationsschraube an der Winkelplatte liegt, erfolgt abschließend eine Kontrolle des Rotationsspiels. Dadurch wird sichergestellt, dass noch eine leichte Außenrotation im Hüftgelenk möglich ist und eine Einwärtsdrehfehlstellung ausgeschlossen ist.

Zum Schluss sollte der Korrektoreffekt an der Hüftkopfepiphyse auch in der zweiten Röntgenebene bei 90° Beugung und 45° Abduktion im Hüftgelenk kontrolliert werden. Ziel ist dabei, dass die Epiphysenachse (Senkrechte zur Epiphysenbasis) bei voller Korrektur parallel zur Femurschaftachse verläuft und der Schenkelhals selbst aufgrund der Korrektur eine deutlich verstärkte Antetorsion aufweist [Gekeler, 1987].

9.2.2.5 Die offene Reposition

Die offene Reposition dient dazu, unter kontrollierten Bedingungen die Hüftkopfepiphyse auf den Schenkelhals zu reponieren und dabei eine zusätzliche Devaskularisierung zu vermeiden [Exner et al., 2002].

Um das Risiko der Devaskularisierung entscheidend zu reduzieren, erfolgt die Resektion des Kallussporns mit eventueller gleichzeitiger Kürzung des Schenkelhalses. Dabei ist darauf zu achten, dass die in der Regel nicht einsehbaren verbliebenen Gefäße, die den Hüftkopf versorgen, geschont werden [Exner et al., 2002].

Der Zugang erfolgt zwischen dem Musculus tensor faciae latae und dem Musculus gluteus medius. Die Rektussehne wird Z-förmig eingekerbt. Dadurch wird die Hüftgelenkscapsel sichtbar und in Richtung des Schenkelhalses T-förmig parallel zum Pfannenrand geöffnet.

Die Zipfel der Gelenkscapsel werden mit starken Haltefäden fixiert und seitlich weggehalten. Der metaphysäre Schenkelhalsstumpf mit dem eingerissenen Periostschlauch wird, nach dem Absaugen des blutigen Gelenkergusses, gut einsehbar. Die Epiphyse selbst jedoch bleibt während dieser Phase der Operation meist noch in der Pfannentiefe verborgen. Unter Röntgenkontrolle werden jetzt vom Trochanter aus drei dicke Kirschner-Drähte bis zur Metaphysengrenze eingebohrt. Der Operationsassistent streckt das Bein mit mäßiger Kraft und dreht es geringfügig einwärts. Der zuvor noch vom Schenkelhalsstumpf verdeckte Pfanneneingang ist daraufhin besser einsehbar. Zwei weitere kräftige Kirschner-Drähte mit Gewinde werden die weit klaffende Periostlücke dicht am Schenkelhalsstumpf vorbei randständig in die Basis der dislozierten Epiphyse gebohrt, ohne dass weiteres Periost abgelöst wird. Während das Bein weiterhin in Extension bleibt, zieht der Operateur an den beiden gewindetragenden Drähten und reponiert so die Epiphyse. Dadurch, dass sich der Epiphysenrand der alten Abrissstelle nähert, wird der Grad der Reposition deutlich.

Nachdem die Reposition vollständig vollzogen ist, werden zwei Fixationsdrähte, die bereits im Schenkelhals liegen, weiter in die reponierte Epiphyse gebohrt.

Durch Zurückziehen dieser Drähte und erneutes Versuchen dieses Vorgangs, kann ein optimales Ergebnis erzielt werden.

Gelingt die schonende Reposition der Epiphyse bis zur alten Abrissstelle nicht vollständig, ist eine bereits eingetretene Schrumpfung des dorsokaudalen Periostschlauches anzunehmen. Es sollte jedoch darauf verzichtet werden, eine vollständige Reposition zu erzwingen, um eine Überdehnung oder gar weitere Zerreißung zu vermeiden. Vielmehr sollte man es bei einer geringen Restdislokation von 10° bis 20° belassen.

Auch die Erweiterung des Eingriffs in Form einer zusätzlichen subkapitalen Osteotomie ist möglich, jedoch sind hierbei Gefirritationen zu bedenken.

Nach erfolgter Reposition werden die Zug-Kirschner-Drähte wieder entfernt und noch ein dritter Fixationsdraht bis zur Epiphyse gebohrt. Durch eine abschließende Röntgendurchleuchtung unter Flexion, Extension und Rotation des Beines wird die räumliche Lage der Fixationsdrhte kontrolliert. Folgend wird die Hftkapselinzision mit einigen Situationsnhten verschlossen, die Redon-Drainage liegt dabei unmittelbar extrakapsulr.

Um den Schmerz zu lindern und die Pflege zu erleichtern, ist vor allem bei jüngeren Kindern eine Ruhigstellung im Beckenbeingips bis zum Abklingen des Reizzustandes für ein bis zwei Wochen ratsam. Anschließend folgt eine prophylaktische Entlastung des betroffenen Beines für weitere sechs bis acht Monate [Gekeler, 1987].

Abbildungen 9-7 a bis c geben folgend einen zusammengefassten Überblick über die Technik der offenen Reposition.

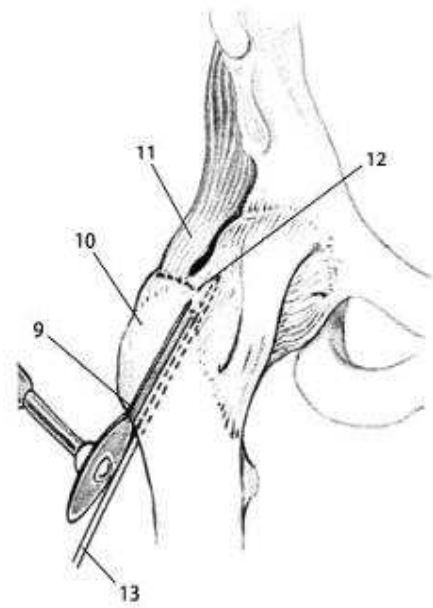
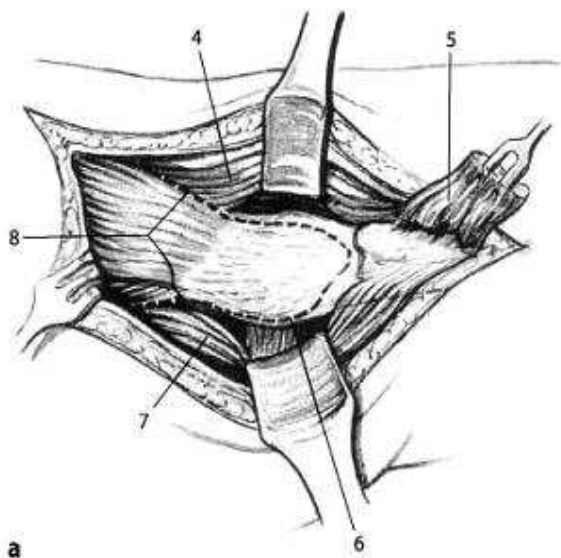
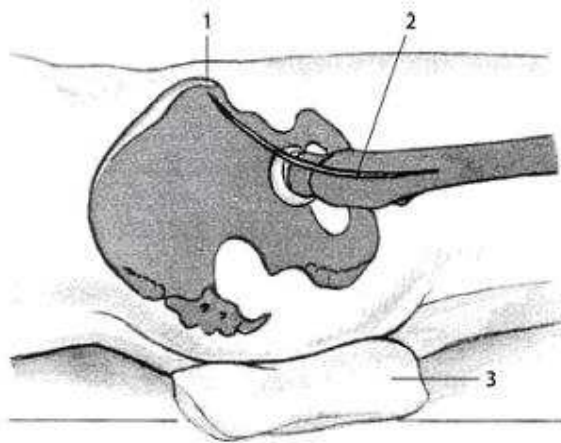


Abb. 9-7 a-c Technik der offenen Reposition bei Epiphyseolysis capitis femoris.

a 1 Spina iliaca anterior superior, 2 Hauteinschnitt, 3 Sandkissen, 4 M.rectus femoris und M.tensor fasciae latae (leicht zurückgeschoben), 5 M.vastus lateralis und intermedius: Vom proximalen Ursprung gelöst und nach distal geklappt, 6 Schnittlinie für die Osteotomie an der Basis vom Trochanter major, 7 M.glutaeus maximus (nach hinten gezogen), 8 M.glutaeus medius und minimus: Schnittlinie zur Mobilisierung der Sehnen, 9 Tochanter-major-Osteotomie, 10 Trochanter major, 11 Sehnen der Mm.glutaeus medius und minimus, 12 Cave: Um keine Gefäße zu verletzen, darf im Bereich des oberen medialen Kortex nicht geschnitten werden, 13 Kirschner-Draht zur Führung der Osteotomie

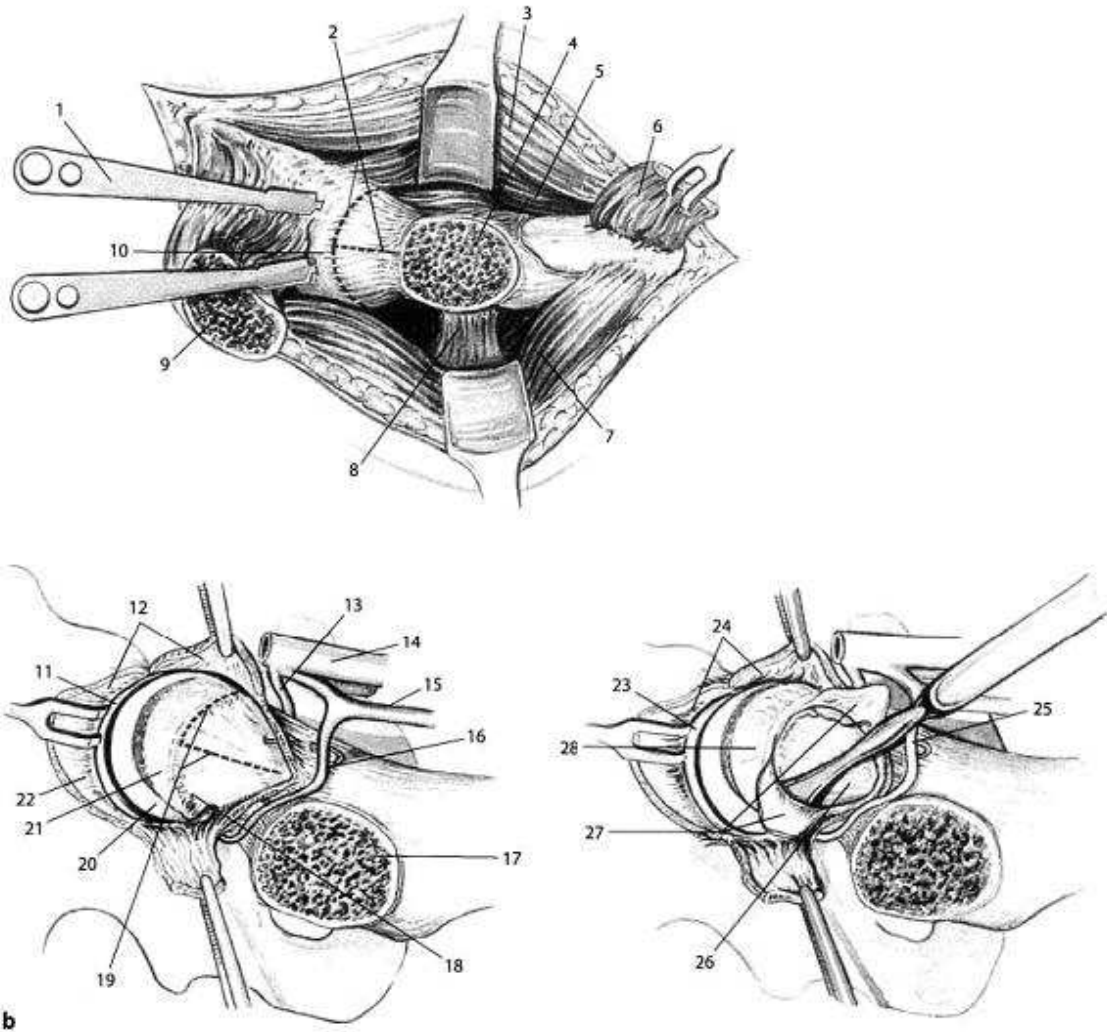


Abb. 9-7 b 1 Zwei am Acetabulumrand eingebetteter Hohmann-Haken erleichtern das Zurückziehen der Glutäalmuskulatur. 2 T-Schnitt in der Kapsel, 3 M.tensor fasciae latae, 4 Basis des Trochanter major, 5 M.rectus femoris, 6 Zurückgeklappte Mm.vastus lateralis et intermedius, 7 M.glutaeus maximus, 8 M.quadratus femoris, 9 abgehobener Trochanter major, 10 lateraler Acetabulumrand, 11 Acetabulumrand, 12 geöffnete Kapsel, 13 A.circumflexa femoris medialis, 14 A.femoralis profunda, 15 Ramus descendens, 16 A.circumflexa femoris lateralis, 17 Trochanter-major-Basis, 18 verkürzte posterior-inferiore retinakuläre Gefäße (Cave: Die Gefäße dürfen nicht verletzt werden), 19 Einschnittlinie in die Halssynovialis (Ansicht von vorn-seitlich) vor dem Gefäßgebiet an der Kopfecke und dem vorderen Rand des Kopfes, 20 verrutschte Epiphyse des Caput ossis femoris, 21 Kallus, 22 Kapsel, 23 lateraler Acetabulumrand, 24 Kapsel, 25 A.circumflexa femoris lateralis, 26 Cave: Die superiore Oberfläche ist relativ frei von Gefäßen; 27 Anteriore und poterolaterale Halsoberfläche mit leicht angehobener Synovialis, 28 Kallus

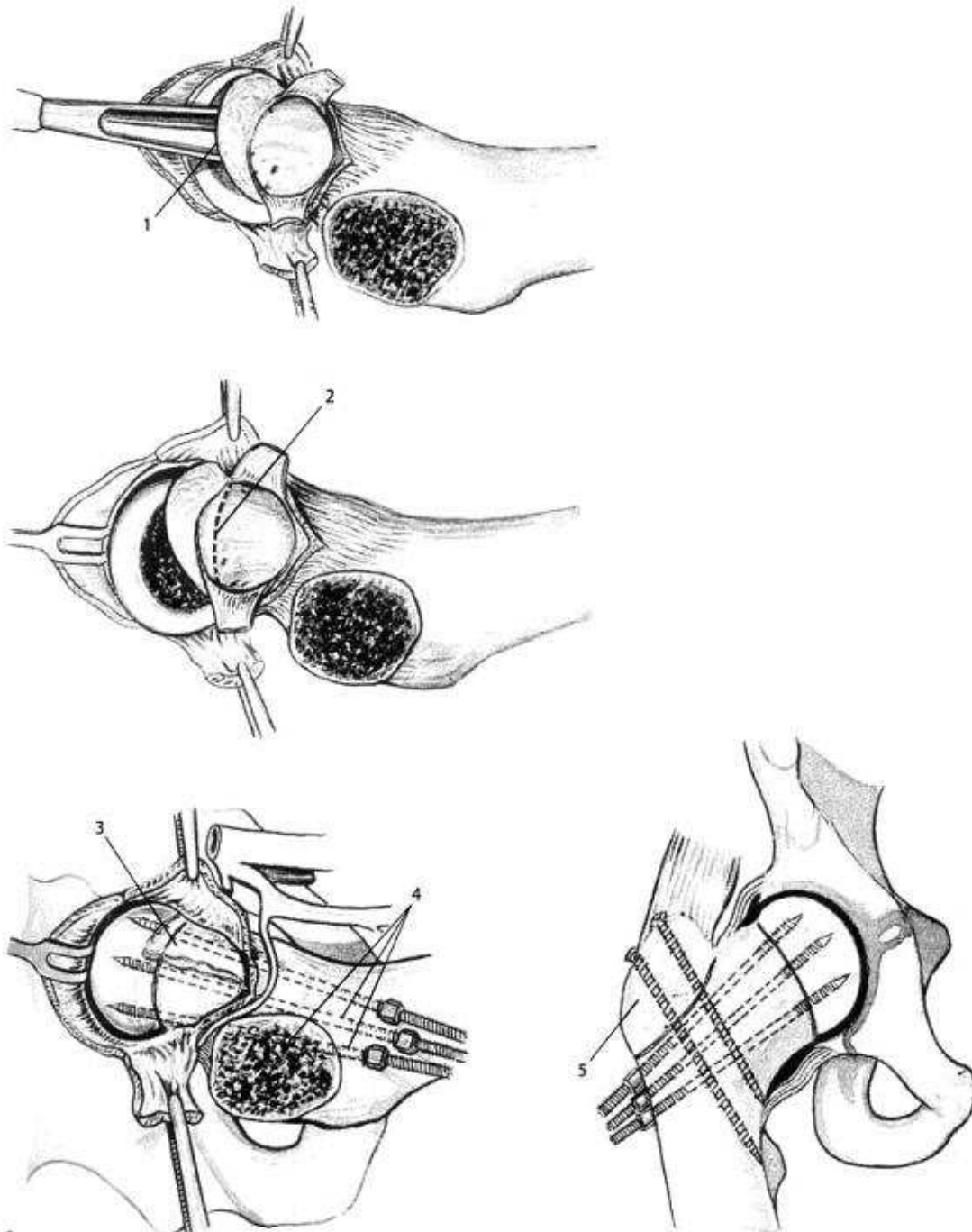


Abb. 9-7 c 1 Kopf mit Hohlmeißel: alle Verbindungen zu Kallus oder Hals wurden gelöst, 2 Linie der trapezoiden Osteotomie im rechten Winkel zur Halsachse stehend; die Resektion schließt den Kallussporn mit ein, 3 Gefäße und Synovialis reponiert, 4 3 Steinmann-Nägel mit Gewinde fixieren Schaft, Hals und Kopf, 5 reponierter Trochanter major: Verankerung mit 2 Spongiosaschrauben

Ob bei mäßiggradigem Abrutsch mit der offenen Reposition bessere Ergebnisse als bei anderen Operationsverfahren erzielt werden können, steht mangels verfügbarer Langzeitbeobachtungen noch nicht fest, weshalb diese Methode auch noch nicht generell empfohlen werden kann [Exner et al., 2002].

9.2.2.6 Die subkapitale Osteotomie

Die Therapie der Epiphyseolysis capitis femoris durch eine Fixation der Kopfepiphyse in situ bei geringen Abrutschwinkeln gilt heutzutage als unumstritten.

Bedeutend schwieriger ist jedoch eine eindeutige Therapie zu empfehlen, wenn bereits ein hochgradiger Abrutsch der Epiphyse stattgefunden hat [Arnold et al., 2002]. Bei solch schweren Fehlstellungen des Hüftkopfes besteht eine deutliche Funktionseinschränkung des Gelenkes, sodass eine frühzeitige Arthrose droht.

Arnold bevorzugt bei Abrutschwinkeln über 70° die subkapitale Osteotomie, da nur mit dieser Operationstechnik annähernd normale anatomische Verhältnisse zwischen dem Kopf und der Pfanne wiederherzustellen seien.

Bei dieser Technik erhält man durch den lateralen Zugang mit temporärer Ablösung des Trochanter major einen guten Überblick über die kraniallaterale und dorsale Schenkelhalsregion, die besonders gefährdet sind. Schonend wird daraufhin das Periost abgelöst und anschließend der Schenkelhalsstumpf modelliert beziehungsweise verkürzt. Die Fixation der Hüftkopfepiphyse und die Nachbehandlung erfolgen entsprechend dem Vorgehen bei der offenen Reposition.

In der Literatur wird diese Operationstechnik jedoch aufgrund einer nicht unerheblichen Rate von Hüftkopfnekrosen und Chondrolysen kontrovers diskutiert. Nach *Gekeler* ist die subkapitale Osteotomie am Schenkelhals aus diesem Grund nur noch in seltenen Fällen indiziert [Gekeler, 1987].

Auch *Arnold* teilt die Ansicht, dass die Operationsindikation zu einer subkapitalen Osteotomie aufgrund der möglichen Risiken sehr streng gestellt werden und die Durchführung des Eingriffs dem erfahrenen orthopädischen Chirurgen vorbehalten bleiben soll.

Bei sorgfältiger und schonender Operationstechnik ist die Rate der Komplikationen heute allerdings gering, die mittelfristigen klinischen und röntgenologischen Resultate sind gut [Arnold et al., 2002]. Abbildungen 9-8 c und d zeigen das Ergebnis einer subkapitalen Osteotomie im Röntgenbild.



Abb. 9-8 a-d 14-jähriger Junge mit seit 1 Jahr bestehenden Oberschenkelschmerzen und Funktionsstörungen der Hüfte. Die angefertigten Röntgenbilder zeigten in der axialen Ebene einen hochgradigen Abrutsch der Epiphyse (a,b). Nach der subkapitalen Osteotomie und Fixierung mit Kirschner-Drähten regelrechte Stellung des Hüftkopfes in beiden Ebenen bei geringer Verkürzung des Schenkelhalses (c,d).

9.2.3 Aufklärung

Wegen der strengen Rechtsprechung zur ärztlichen Aufklärungspflicht, ist es erforderlich, dem Patienten umfassend und verständlich die Folgen der Erkrankung und Risiken der Therapie aufzuzeigen.

Folgende Punkte sind zu erörtern:

Bei der Epiphyseolysis capitis femoris besteht vor allem in den akuten Fällen das Risiko einer avaskulären Knochennekrose (10-20% der Fälle). Eine Chondrolyse tritt ungefähr in 6% der Fälle auf [Krauspe et al., 2004].

Die avaskuläre Knochennekrose nach Transfixation eines eindeutig chronischen Abrutsches ist mit großer Wahrscheinlichkeit als Folge des Therapieverfahrens zu sehen. Auch eine Chondrolyse bei nachgewiesener Penetration der Implantate ins Gelenk ist der Therapie anzulasten [Krauspe et al., 2004].

Neben diesen beiden schwerwiegenden Komplikationen müssen Patienten unter anderem über das mögliche Auftreten einer Infektion, einer sekundären Koxarthrose, einer Implantatmigration, eines Implantatbruches, eines Knochenbruches und die eventuelle Schädigung von Blutgefäßen oder Nerven aufgeklärt werden [Krauspe et al., 2004].

Ein besonderes Augenmerk des Aufklärungsgespräches hat auch dem möglichen Abrutschen der Gegenseite und den Risiken der prophylaktischen Spickung zu gelten. Es hat sich gezeigt, dass Patienten ohne Behandlung der primär nicht betroffenen Seite in 25% der Fälle eine Hüftarthrose vor dem 50. Lebensjahr entwickeln.

Patienten hingegen, die eine prophylaktische Transfixation erhielten, entwickelten in keinem einzigen Fall eine Hüftarthrose [Krauspe et al., 2004]. Bei sorgfältiger Operationstechnik sind keine schwerwiegenden Komplikationen bei einer prophylaktischen Spickung zu erwarten, vielmehr wurde ein soziomedizinischer und individueller Nutzen einer prophylaktischen Transfixation in der amerikanischen Literatur belegt [Krauspe et al., 2004].

9.3 Therapieergebnisse

Eine statistische Erfassung der Therapieergebnisse der akuten Epiphyseolysis capitis femoris ist nur schwer möglich, da die Anzahl dieser Patienten in Relation zur chronischen Verlaufsform zu klein ist. Auch die uneinheitlichen Behandlungsregime an den einzelnen Kliniken machen das Erstellen allgemeingültiger Konzepte schwierig.

Die Spontanverläufe der ausschließlich durch Bettruhe behandelten Patienten sind weitgehend mit denjenigen vergleichbar, die durch In-situ-Stabilisierung ohne Reposition behandelt werden, da unter der langfristigen Bettruhe ein Fortschreiten des Abrutsches bei den meisten Patienten nicht stattgefunden hat. Jedoch erlaubt eine korrekte In-situ-Fixation die rasche Remobilisierung des Patienten bei kleinen Behandlungsrisiken und ist letztendlich deshalb ohne Zweifel der langfristigen Bettruhe vorzuziehen.

Nach *Exner* werden bei Abrutschwinkeln über 30° durch intertrochantäre (Imhäuser-) Korrekturosteotomie oder offene Reposition im Vergleich zum Spontanverlauf deutlich bessere Langzeitergebnisse erreicht [Exner et al., 2002].

Zu Berücksichtigen sind jedoch technische Fehler, die die Ergebnisse eventuell verändert darstellen. Es besteht zum Beispiel die Gefahr, dass die Implantatlage bei der In-situ-Fixation inkorrekt ist und intraartikulär platziert wird.

Bei der Imhäuser-Osteotomie kann die Fehlerquelle in der unkorrekten Erfassung der Gleitrichtung oder der unzureichenden Flexion liegen.

Die offene Reposition hat unter Berücksichtigung der Schwere des Abrutsches unter anderem in Bezug auf die Nekroserate die wohl besten Ergebnisse erzielt. Diese Operation wird jedoch nur von sehr wenigen, äußerst erfahren Operateuren vorgenommen [Exner et al., 2002].

Bei schweren Dislokationen über 50-60° ist laut Literatur nur mit der subkapitalen Osteotomie ein annähernd normales anatomisches Verhältnis zwischen dem Hüftkopf und der Pfanne wiederherzustellen [Arnold et al., 2002; Exner et al., 2002].

10. Komplikationen

10.1 Frühe Komplikationen

Als Komplikationen bei der Primärbehandlung der Erkrankung treten im Wesentlichen die avaskuläre Hüftkopfnekrose und die Chondrolyse auf. Zusätzlich kann es abhängig von der Operationsmethode zu Materialbrüchen, Materialmigrationen, Infektionen oder zu Frakturen kommen. Bestimmte Schrauben scheinen Frakturen bei der Materialentfernung zu begünstigen. Dies führt zu einer erheblichen Steigerung der Morbidität.

Die avaskuläre Knochennekrose kann den Hüftkopf partiell oder vollständig betreffen. Sie ist abhängig von der Akuität/ Instabilität der Epiphysenlösung sowie der Behandlungsmethode und tritt im Durchschnitt ungefähr bei 15% der Krankheitsfälle auf. Einige Autoren halten die Entwicklung der avaskulären Hüftkopfnekrose für eine Folge der Minderperfusion vor allem bei akuten Formen. Nach anderen Autoren führt schon allein der akute Abrutsch in 10-20% der Fälle zu einer Nekrose als Folge der Erkrankung. Perfusionsszintigraphische Aufnahmen belegen diese Hypothese. Während sich bei Patienten mit stabiler Epiphyseolysis capitis femoris eine normale Radionuklidverteilung zeigt, werden bei der instabilen Form deutliche Hinweise auf eine Ischämie des Hüftkopfes sichtbar [Krauspe et al., 2004].

Bei einer avaskulären Nekrose kann es durch den Einbruch des Knochens zu einem relativen Überstehen der Implantate kommen. Dies wiederum kompliziert den Krankheitsverlauf. Deshalb ist eine engmaschige Nachbeobachtung und Untersuchung der Patienten mit persistierenden Schmerzen erforderlich. Anzeichen einer Hüftkopfnekrose indizieren eine bildgebende Diagnostik (Abbildung 10-1), bei liegenden Implantaten bevorzugt eine Computertomographie. Außerdem ist eine Metallentfernung und zumindest bei partiellen Nekrosen eine korrigierende Osteotomie in Betracht zu ziehen. Die Remodellierung des Hüftkopfes kann für lange Zeit die Funktion des Gelenkes sichern. Andernfalls werden aufwendige Sekundäroperationen wie zum Beispiel ein alloarthroplastischer Gelenkersatz oder eine Arthrodesse notwendig.

In jedem Fall sind erfahrene Ärzte sind für die Behandlung der Epiphyseolysis capitis femoris und auch für deren Komplikationen unerlässlich.



Abb. 10-1 Hüftkopfnekrose bei Epiphyseolysis capitis femoris (Zustand nach intertrochantärer Keilentnahme und Drehung bei hochgradiger Dislokation)

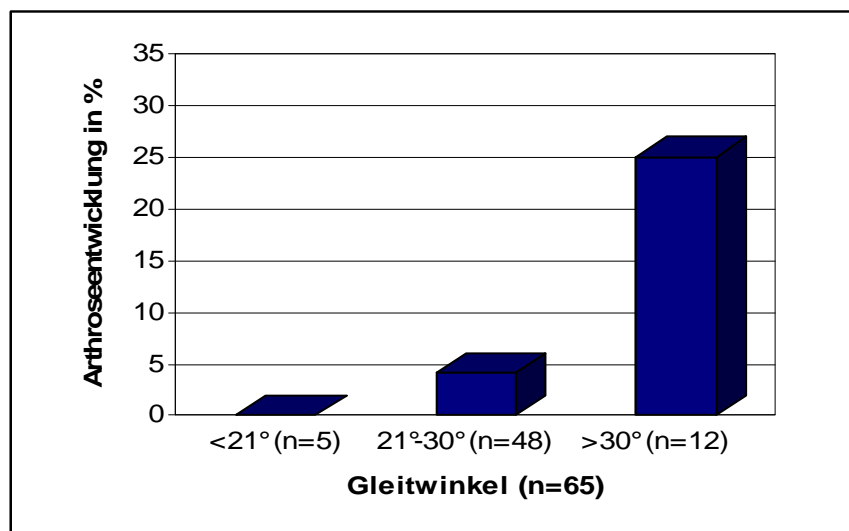
Die Inzidenz einer Chondrolyse nach Epiphyseolysis capitis femoris hat in den letzten 20 Jahren abgenommen und liegt im Durchschnitt ca. bei 7%. Infolge einer Chondrolyse mit Aufbrauch des hüftkopfseitigen, aber auch des pfannen-seitigen Gelenkknorpels resultiert eine relative Überlänge der Implantate mit möglicher Perforation in das Gelenk, was den Chondrolyseprozess negativ akzentuiert. Eine entlastende und gelenkmobilisierende Behandlung scheint im Allgemeinen den Verlauf der Chondrolyse günstig zu beeinflussen. Dennoch lässt sich als Folge einer Chondrolyse eine progrediente Gelenksteife sowohl auf der Seite des Hüftkopfes als auch auf Seiten der Pfanne manchmal nicht verhindern. Auch hier sind Sekundäroperationen angezeigt. Bei der intraartikulären Fehllage von Implantaten kann es ebenfalls zu einer Chondrolyse kommen. In 15-61% der Krankheitsfälle kommt es zu solch einer intraartikulären Penetration der Implantate [Krauspe et al., 2004]. Dies kann mit modernen bildgebenden Verfahren und einer intraoperativ durchgeführten Röntgendurchleuchtungsuntersuchung verhindert werden.

Bei der Epiphyseolysis capitis femoris bleibt bisweilen eine „Pistol grip deformity“ zurück. Diese Deformität ist das typische Beispiel für eine Schenkelhalsprominenz, die zu einem Hüftimpingement-Syndrom führt [Krauspe et al., 2004].

10.2 Späte Komplikationen

Die Epiphyseolysis capitis femoris betrifft Patienten in der Adoleszenz. Somit leuchtet es ein, dass prognostische und therapeutische Ansätze auch die Langzeitfolgen der Erkrankung berücksichtigen müssen. Der so genannte „natural course“ dieser Krankheit ist durch eine geringe Komplikationsrate im akuten Stadium, jedoch durch eine vorzeitige Arthroseentwicklung im späteren Verlauf gekennzeichnet.

Die aufgrund einer Hüftkopflösung resultierende Deformität des proximalen Femures kann durch die fehlerhafte Gelenkkongruenz zu einer vorzeitigen Koxarthrosebildung führen [Schai und Exner, 2002]. Tabelle 10-1 zeigt die Entwicklung von Hüftkopfnekrosen nach In-situ-Spicklung in Abhängigkeit vom Gleitwinkel.



Tab. 10-1 Entwicklung der Hüftarthrosen 1.Grades nach In-situ-Spickung in Abhängigkeit vom Gleitwinkel (n=65)

Sekundäre Koxarthrosen als Spätfolge der Epiphyseolysis capitis femoris treten gehäuft in der 5. und 6. Lebensdekade auf, gelegentlich auch schon früher [Krauspe et al., 2004].

Zunächst ist bei diesen Patienten eine klinische, röntgenologische und bei initialer Arthrose eine kernspintomographische Untersuchung erforderlich, um den genauen Status der Gelenkpathologie feststellen zu können.

Es ist nützlich, die Kernspintomographie regelmäßig durch eine Untersuchungssequenz mit intraartikulärem Gadolinium zu ergänzen. Dadurch besteht die Möglichkeit Labrum-Läsionen zu erkennen und den Knorpelstatus besser beurteilen zu können [Krauspe et al., 2004].

Abhängig vom Degenerationsgrad und Alter des jeweiligen Patienten sind eventuell gelenkerhaltene Operationen via chirurgischer Hüftluxation indiziert. Ziel einer solchen Operation ist es, bei Labrum-Läsionen gerissene Lappen oder Korbhenkel zu resezieren und gegebenenfalls bei basisnahen Rissen zu refixieren. Während der Operation ist der Knorpelstatus insbesondere an der Pfanne zu beurteilen und die Sphärizität des Hüftkopfes wird anhand von Schablonen abgeschätzt [Krauspe et al., 2004].

Nach *Krauspe* wird bei Arthrose Grad III aufgrund des fraglichen Therapieerfolges jedoch nicht mehr gelenkerhaltend operiert. Vielmehr besteht die Möglichkeit eines alloarthroplastischen Gelenkersatzes, wenn die klinischen Beschwerden diese Indikation unterstützen [Krauspe et al., 2004].

Ob ein Hüftkopf-Resurfacing-Verfahren oder eine Standard-Endoprothese implantiert wird, hängt vom Operateur und dessen Erfahrung ab.

11. Prognose

Die Prognose der Epiphyseolysis capitis femoris hängt ab von

1. der Akuität
2. der Schere des Abrutsches
3. den Therapieverfahren und
4. den eventuellen Komplikationen [Krauspe et al., 2004].

Insgesamt ist die Prognose heutzutage gut.

Bei avaskulären Knochennekrosen und Chondrolysen ist jedoch mit schwerwiegenden Funktionsstörungen und Schmerzen des Gelenkes zu rechnen. Dies macht oft schon in der 2. und 3. Lebensdekade weitere Operationen (Alloarthroplastik, Arthrodesse) unerlässlich [Krauspe et al., 2004].

Langzeituntersuchungen bei Patienten mit einer Epiphyseolysis capitis femoris haben ergeben, dass vor allem bei Dislokationswinkeln über 20° in der Frontalebene und über 30° in der Transversalebene später sekundäre Hüftarthrosen drohen. Früher gingen die damals üblichen Operationstechniken mit einer relativ hohen Rate an Hüftkopfnekrosen und Chondrolysen einher. In den letzten 10 Jahren haben Nachuntersuchungsergebnisse jedoch einen deutlichen Rückgang dieser teilweise osteotomiebedingten Komplikationen gezeigt.

12. Prävention

Zur primären Prävention, um eine Epiphyseolysis capitis femoris möglichst zu verhindern, sollte allzu starke körperliche Belastung sowie erhebliches Übergewicht in der Präpubertät und in der Pubertät vermieden werden.

Kommt es dennoch zu einer Erkrankung ist eine frühzeitige Diagnose und entsprechende Therapie maßgeblich am weiteren Krankheitsverlauf.

13. Zusammenfassung

Die Epiphyseolysis capitis femoris stellt eines der wichtigsten Krankheitsbilder der Hüfte bei Heranwachsenden in der Pubertät da.

Sie wird als multifaktoriell bedingte Lockerung der proximalen Epiphysenfuge zwischen Epi- und Metaphyse mit Desintegration des Hüftkopfs von der Metaphyse definiert.

Selten kann es dabei zu einer vollständigen Lösung des Hüftkopfes vom Schenkelhals mit der Gefahr einer Zerstörung der den Hüftkopf versorgenden Blutgefäße und einer damit verbundenen Hüftkopfnekrose kommen.

Bei mehr als jedem 3. Krankheitsfall muss auch mit einem Abrutsch auf der primär nicht betroffenen gegenseitigen Hüfte gerechnet werden, in vielen Fällen sind bereits von vornherein beide Hüften betroffen.

Die Inzidenz an einer Epiphyseolysis capitis femoris zu erkranken liegt heute in etwa bei 1-7 pro 100.000. Knaben erkranken in etwa zwei- bis dreimal häufiger als Mädchen. Der Altersgipfel liegt bei Jungen ungefähr im 14. Lebensjahr, bei Mädchen im 12. Lebensjahr.

Die Mehrheit der erkrankten Kinder ist adipös, über die Hälfte der Jugendlichen liegt mit ihrem Gewicht über der 95. Perzentile.

Für die Ätiologie der weitaus am häufigsten auftretenden „idiopathischen“ Form der jugendlichen Hüftkopflösung bestehen zahlreiche Theorien.

Als prädisponierende Faktoren werden unter anderem das männliche Geschlecht, ein afroamerikanisches Genom, Adipositas und familiäre Häufung als Hinweis auf eine genetische Disposition genannt.

Des Weiteren werden mechanische Ursachen für die idiopathische Epiphyseolysis capitis femoris diskutiert.

Auch geht man heute von einem indirekten Einfluss der Hormone auf die Belastbarkeit der Fuge aus.

Über jahreszeitliche Schwankungen bei der Inzidenz der Epiphysenlösung liegen noch keine hinreichend fundierten Erkenntnisse vor, um damit einen Teil der offen stehenden Fragen in Bezug auf die genaue Ursache der Epiphyseolysis capitis femoris beantworten zu können.

Die „atypische Form“ dieser Krankheit steht in engem Zusammenhang mit klinisch manifesten hormonellen oder metabolischen Störungen. Vor allem Hormonstörungen wie Hypogonadismus, Hypothyreose und Hypophysenvorderlappeninsuffizienz, die das Längenwachstum beeinflussen, sind überdurchschnittlich häufig mit einer Epiphyseolysis capitis femoris assoziiert. Auch ein Zusammenhang der Epiphysenhüftkopflösung mit einer STH-Therapie aufgrund des Wachstumshormonmangels oder mit einer Radiotherapie aufgrund eines Tumors, wurde schon mehrfach beschrieben.

Die Mehrheit der Erkrankungen an einer Epiphyseolysis capitis femoris verlaufen chronisch.

Bei der körperlichen Untersuchung zur Diagnosefindung ist das typische Zeichen der akuten Epiphyseolysis capitis femoris das so genannte Drehmann-Zeichen, bei dem es mit zunehmender Beugung des Beines zu einer aufgehobenen Innenrotation oder gar zu einer ausgeprägten Außenrotationskontraktur des Hüftgelenkes kommt.

Nach der klinischen Untersuchung werden als Goldstandard zur primären Diagnostik Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen angefertigt. Da sich bis heute jedoch keine einheitliche Diagnostik und radiometrische Erfassung bei der Epiphyseolysis capitis femoris durchsetzen konnte, kann es vor allem in den Frühstadien der Erkrankung zu Fehldeutungen und klinischen Fehlschlüssen kommen kann.

Primäres Ziel der Therapie von Patienten mit einer Epiphyseolysis capitis femoris ist es, ein Fortschreiten des Abrutsches weitestgehend zu verhindern. Sekundär sollen durch eine adäquate Therapie die Artikulation der Gelenkpartner gewahrt beziehungsweise verbessert, sowie mögliche Komplikationen und Spätfolgen so weit wie möglich vermieden werden.

Die Therapie der Wahl bei der Epiphyseolysis capitis femoris ist die Operation. Die in Mitteleuropa übliche beidseitige Fixation der Kopfkalotte gilt als Therapiestandard, um auch die scheinbar gesunde Seite prophylaktisch zu sichern.

Nach Auffassung aller Autoren ist bei einer beginnenden Epiphyseolysis capitis femoris bis zu einem Dislokationswinkel von 30° die innere Fixation ausreichend. Die Therapie der chronischen Epiphyseolysis capitis femoris besteht in einer Transfixation von Epi- und Metaphyse mit Kirschner-Drähten oder Schrauben. Bei Patienten mit mäßigem Abrutsch und mäßiger Funktionsstörung kann durch die so genannte Imhäuser-Weber-Osteotomie das Bewegungsmaß bei bestehender relativer Retrotorsion verbessert und die Entwicklung eines Hüftimpingement-Syndrom verhindert werden. Bei schweren Funktionsstörungen und einer Flexionsbegrenzung unter 90° ist dagegen an eine basozervikale Osteotomie zu denken. Bei einem schweren Verlauf der chronischen Epiphyseolysis capitis femoris gegen Ende des Wachstumsalters ist keine wesentliche spontane Remodellierung zu erwarten. In diesen Fällen ist eine primäre Korrektur-Osteotomie neben oder als Ersatz der Transfixation in Betracht zu ziehen.

Wesentliche Komplikationen bei der Primärbehandlung der Erkrankung sind die avaskuläre Hüftkopfnekrose sowie die Chondrolyse. Auch kann es abhängig von der Operationsmethode zu Komplikationen wie Materialbruch, Materialmigration, Infektion, Frakturen oder zu einem Hüftimpingement-Syndrom kommen.

Da die Epiphyseolysis capitis femoris Patienten in der Adoleszenz betrifft, müssen prognostische und therapeutische Ansätze die Langzeitfolgen der Erkrankung, wie zum Beispiel eine vorzeitige Koxarthrosebildung, berücksichtigen.

Die weitere Prognose des Verlaufes der Epiphyseolysis capitis femoris hängt stark von der Akuität, der Schwere des Abrutsches, dem Therapieverfahren und den eventuell auftretenden Komplikationen ab.

In den letzten 10 Jahren ist die Rate an Hüftkopfnekrosen und Chondrolysen durch Änderung der Operationstechniken deutlich zurückgegangen, so dass die Prognose heutzutage insgesamt als gut anzusehen ist.

Kommt es dennoch zu einer Hüftkopflösung ist eine frühzeitige Diagnose und entsprechende Therapie maßgeblich am weiteren Krankheitsverlauf.

14. Anhang

14.1 Abkürzungen

Abb.	Abbildung
a.-p.	anterior-posterior
CT	Computertomographie
ECF	Epiphyseolysis capitis femoris
MRT	Magnetresonanztomographie
STH	Somatotropin; Wachstumshormon
Tab.	Tabelle

14.2 Abbildungsnachweis

- Abbildung 1-1: www.anatom.uni-tuebingen.de/docs/MolHistoWS2006/04-Stuetzgewebe.pdf
- Abbildung 1-2: www.anatom.uni-tuebingen.de/docs/MolHistoWS2006/04-Stuetzgewebe.pdf
- Abbildung 1-3: Abbildung nach Milz S, Boszczyk A, Putz R: Entwicklung und funktionelle Struktur der Epiphysenfugen. *Orthopäde* 2002; 31(9):835- 840
- Abbildung 1-4: Abbildung nach Milz S, Boszczyk A, Putz R: Entwicklung und funktionelle Struktur der Epiphysenfugen. *Orthopäde* 2002; 31(9):835- 840
- Abbildung 2-1: Abbildung nach Exner GU, Schai PA, Nötzli HP: Therapie der akuten Epiphysenlösung und klinische Behandlungsergebnisse. *Orthopäde* 2002;31(9)857-865
- Abbildung 5-1: Abbildung nach Pförringer W, Rosemeyer B: Die Epiphysenfugen. Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft; Erlangen; 1987
- Abbildung 5-2: Abbildung nach Pförringer W, Rosemeyer B: Die Epiphysenfugen. Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft; Erlangen; 1987
- Abbildung 8-1: www.med-rz.uni-sb.de/med_fak/orthopaedie/pdf/dysplasie.pdf
- Abbildung 8-2: Abbildung nach Gekeler J: Radiologie und Radiometrie der Epiphyseolysis capitis femoris adolescentium. *Orthopäde* 2002; 31(9):841-850
- Abbildung 8-3: Abbildung nach Gekeler J: Radiologie und Radiometrie der Epiphyseolysis capitis femoris adolescentium. *Orthopäde* 2002; 31(9):841-850
- Abbildung 8-4: Abbildung nach Gekeler J: Radiologie und Radiometrie der Epiphyseolysis capitis femoris adolescentium. *Orthopäde* 2002; 31(9):841-850
- Abbildung 8-5: Abbildung nach Harland U, Krappel FA: Der Stellenwert von Sonographie, Computertomographie und Kernspintomographie bei der Epiphyseolysis capitis femoris. *Orthopäde* 2002;31(9):851-856

- Abbildung 8-6: Abbildung nach Harland U, Krappel FA: Der Stellenwert von Sonographie, Computertomographie und Kernspintomographie bei der Epiphyseolysis capitis femoris. *Orthopäde* 2002;31(9):851-856
- Abbildung 8-7: Abbildung nach Exner GU, Schai PA, Nötzli HP: Therapie der akuten Epiphysenlösung und klinische Behandlungsergebnisse. *Orthopäde* 2002;31(9)857-865
- Abbildung 8-8: Abbildung nach Exner GU, Schai PA, Nötzli HP: Therapie der akuten Epiphysenlösung und klinische Behandlungsergebnisse. *Orthopäde* 2002;31(9)857-865
- Abbildung 9-1: www.med-rz.uni-sb.de/med_fak/orthopaedie/pdf/dysplasie.pdf
- Abbildung 9-2: www.med-rz.uni-sb.de/med_fak/orthopaedie/pdf/dysplasie.pdf
- Abbildung 9-3: Abbildung nach Schai PA, Exner GU: Stellenwert und Ergebnisse der Imhäuser- Osteotomie bei Epiphyseolysis capitis femoris. *Orthopäde* 2002;31(9):900-907
- Abbildung 9-4: Abbildung nach Schai PA, Exner GU: Stellenwert und Ergebnisse der Imhäuser- Osteotomie bei Epiphyseolysis capitis femoris. *Orthopäde* 2002;31(9):900-907
- Abbildung 9-5: Abbildung nach Schai PA, Exner GU: Stellenwert und Ergebnisse der Imhäuser- Osteotomie bei Epiphyseolysis capitis femoris. *Orthopäde* 2002;31(9):900-907
- Abbildung 9-6: Abbildung nach Schai PA, Exner GU: Stellenwert und Ergebnisse der Imhäuser- Osteotomie bei Epiphyseolysis capitis femoris. *Orthopäde* 2002;31(9):900-907
- Abbildung 9-7: Abbildung nach Exner GU, Schai PA, Nötzli HP: Therapie der akuten Epiphysenlösung und klinische Behandlungsergebnisse. *Orthopäde* 2002;31(9)857-865
- Abbildung 9-8: Abbildung nach Arnold P, Jani L, Soloniewicz A: Stellenwert und Ergebnisse der subkapitalen Osteotomie bei der Epiphyseolysis capitis femoris lenta mit hochgradigem Abrutsch der Epiphyse. *Orthopäde* 2002;31(9):908-913
- Abbildung 10-1: Abbildung nach Gekeler J: Radiologie und Radiometrie der Epiphyseolysis capitis femoris adolescentium. *Orthopäde* 2002;31(9):841-850

14.3 Tabellennachweis

- Tabelle 2-1: Tabelle nach Krauspe R, Seller K, Westhoff B: Epiphyseolysis capitis femoris. *Z Orthop* 2004;142:R37-R52
- Tabelle 5-1: Tabelle nach Treibel w, Pförringer W, Kunze D: Körperbau, Hormone und Reifung bei der Epiphyseolysis capitis femoris (ECF) - Untersuchungen zur Ätiologie. In Pförringer W, Rosemeyer B: Die Epiphysenfugen. Erlangen, *perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft* 1987
- Tabelle 5-2: Eigene Tabelle Poussa M, Schlenzka D, Yrjönen T: Body mass index and slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop Part B*. 2003;12:369-371
- Tabelle 9-1: Tabelle nach Krauspe R, Seller K, Westhoff B: Epiphyseolysis capitis femoris. *Z Orthop* 2004;142:R37-R52
- Tabelle 9-2: Tabelle nach Krauspe R, Seller K, Westhoff B: Epiphyseolysis capitis femoris. *Z Orthop* 2004;142:R37-R52
- Tabelle 10-1: Tabelle nach Arnold P, Jani L, Scheller G, Herrwerth V: Therapieergebnisse der Insitu- Spickung bei der Epiphyseolysis capitis femoris juvenilis lenta. *Orthopäde* 9 2002; 880-887

14.4 Literaturverzeichnis

- Arnold P, Jani L, Scheller G, Herrwerth V: Therapieergebnisse der Insitu-Spicklung bei der Epiphyseolysis capitis femoris juvenilis lenta. *Orthopäde* 2002;31(9):880-887
- Arnold P, Jani L, Soloniewicz A: Stellenwert und Ergebnisse der subkapitalen Osteotomie bei der Epiphyseolysis capitis femoris lenta mit hochgradigem Abrutsch der Epiphyse. *Orthopäde* 2002;31(9):908-913
- Brown D: Seasonal variation of slipped capital femoral epiphysis in the United States. *J Pediatr Orthop* 2004;24(2):139-143
- Draenert K, Draenert Y: Morphologische Betrachtungen zum Wachstum der Knochen. In: Pförringer W, Rosemeyer B: Die Epiphysenfugen. Erlangen, *perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft* 1987:9-24
- Engelhardt P: Epiphyseolysis capitis femoris und die "gesunde" gegenseitige Hüfte. *Orthopäde* 2002;31(9):888-893
- Exner GU: Growth and pupertal development in slipped capital femoral epiphysis: a longitudinal study. *J Pediatr Orthop* 1986;6(4):403-409
- Exner GU, Schai PA, Nötzli HP: Therapie der akuten Epiphysenlösung und klinische Behandlungsergebnisse. *Orthopäde* 2002;31(9):857-865
- Gekeler J: Epiphyseolysis capitis femoris adolescentium. In: Pförringer W, Rosemeyer B: Die Epiphysenfugen. Erlangen, *perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft* 1987:242-255
- Gekeler J: Radiologie und Radiometrie der Epiphyseolysis capitis femoris adolescentium. *Orthopäde* 2002;31(9):841-850
- Hackenbroch MH, Kumm DA, Rütt J: Dynamische Schraubenfixation bei der Epiphyseolysis capitis femoris juvenilis. *Orthopäde* 2002;31(9):871-879
- Hägglund G: The contralateral hip in slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1996;5(3):158-161
- Harland U, Krappel FA: Der Stellenwert von Sonographie, Computertomographie und Kernspintomographie bei der Epiphyseolysis capitis femoris. *Orthopäde* 2002;31(9):851-856
- Krauspe R, Seller K, Westhoff B: Epiphyseolysis capitis femoris. *Z Orthop* 2004;142(5):R37-R52
- Loder RT: A worldwide study on the seasonal variation of slipped capital femoris epiphysis. *Clin Orthop* 1996;322:28-36

- Loder RT, Aronsson DD, Dobbs MB, Weinstein SL: Slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg* 2000;8:1170-1185
- 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(5):630-636
- Maffulli N, Douglas AS: Seasonal variation of slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop Part B* 2002;11(1):29-33
- Milz S, Boszczyk A, Putz R: Entwicklung und funktionelle Struktur der Epiphysenfugen. *Orthopäde* 2002;31(9):835- 840
- Poussa M, Schlenzka D, Yrjönen T: Body mass index and slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop Part B*. 2003;12(6):369-371
- Schai PA, Exner GU: Stellenwert und Ergebnisse der Imhäuser- Osteotomie bei Epiphyseolysis capitis femoris. *Orthopäde* 2002;31(9):900-907
- Schmid H, Hauffa BP: Beschleunigung einer Epiphyseolysis Capitis Femoris Lenta als Komplikation einer Wachstumshormontherapie bei Hypophyseninsuffizienz. *Klin Pädiatr* 1993;205(1):59-63
- Treibel W, Pförringer W, Kunze D: Körperbau, Hormone und Reifung bei der Epiphyseolysis capitis femoris (ECF) - Untersuchungen zur Ätiologie. In Pförringer W, Rosemeyer B: Die Epiphysenfugen. Erlangen, *perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft* 1987:256-275
- Uglow MG, Clarke NMP: The management of slipped capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86:631,635
- Unsal E, Gulay Z, Gunal I: The association of HLA-DR4 antigen with juvenile chronic arthritis and slipped capital femoral epiphysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001;121(10):571-573
- Wasmer G, Pförringer W: Ultrastruktur und Biochemie der Epiphysenfuge. In: Pförringer W, Rosemeyer B: Die Epiphysenfugen. Erlangen, *perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft* 1987:25-52
- Welsch U: Sobotta, Lehrbuch Histologie. Urban & Fischer Verlag; München – Jena 2003

14.5 Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich bei allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben,
und ganz besonders bei...

... *Herrn Prof. Dr. med. Wolfgang Pförringer* für die Möglichkeit, bei Ihm zu promovieren. Seine fachliche Kompetenz, sein Interesse und sein freundlicher Beistand waren für den Erfolg dieser Arbeit wichtig.

... *meinen Eltern*, deren Liebe und Unterstützung mir bis heute Halt und Sicherheit geben.

14.6 Lebenslauf

Persönliche Daten

Geburtsdatum/-ort: 08.12.1982 in München

Familienstand: ledig

Nationalität: deutsch

Schulischer Werdegang

1989 -1993 Grundschule Boschetsriederstraße München

1993 -2002 Viscardi-Gymnasium Fürstenfeldbruck

Schulabschluss Allgemeine Hochschulreife

Beruflicher Werdegang/Studium

seit Okt. 2002 Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München

Sept. 2004 Ärztliche Vorprüfung

Dez. 2008 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Praktische Tätigkeiten

April 03 - Okt. 03 Hilfskraft im Bereich der Pflege auf einer internistischen Station mit dem Fachbereich Gastroenterologie, Kreisklinik Fürstenfeldbruck

Sept. 03 - Juli 04 Aushilfstätigkeit in einer internistischen Praxis mit den Fachbereichen Endokrinologie und Diabetologie, Dr. med. Eversmann, München

April 06 - Mai. 07 Studentischer Tutor, Physiologisches Institut der LMU München

Jan. 07 - Aug. 07 Aushilfstätigkeit in einer internistischen Praxis mit den Fachbereichen Reise- und Sportmedizin, Dr. med. Dr. Reinke, München

Famulaturen

März/April 2005	Universitätskinderklinik des AKH, Wien (Pädiatrie)
Sept./Okt. 2005	Schreiberklinik, München (Chirurgie)
Feb. - April 2006	Hospital for Special Surgery, New York (Rheumatologie) (Stipendium, Förderverein Kurt Fordan, München)
Aug./Sep. 2006	Frauenklinik BRK, München (Gynäkologie)
März/April 2007	Praxis für Innere Medizin, Dr. med. Dr. Reinke, München

Praktisches Jahr

Aug. 07 - Dez. 07	Kantonsspital Winterthur Chirurgische Klinik (Prof. Dr. med. M. Decurtins)
Dez. 07 - März 08	Klinikum Starnberg Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe (Prof. Dr. med. C. Anthuber)
März 08 - Juli 08	Krankenhaus München-Schwabing, Klinik für Hämatologie/Onkologie (Prof. Dr. med. Ch. Nerl)

Weitere Kenntnisse/Interessen

Fremdsprachen:	Englisch (sehr gut in Wort und Schrift), Französisch (Schulkenntnisse)
Hobbies/Interessen:	Reisen, Tennis, Skifahren, Klavierspielen