

**Diplomarbeit**

**Langzeitergebnisse nach in-situ Fixation bei  
Epiphyseolysis capitis femoris (ECF)**

**Eine klinisch-radiologische Nachuntersuchung und Datenanalyse**

eingereicht von

**Oliver Weiss**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor der gesamten Heilkunde (Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie,  
Klinische Abteilung für Kinderorthopädie**

unter der Anleitung von

**Priv. Doz. Dr. Tanja Kraus  
ao. Univ. Prof. Dr. Gerhardt Steinwender**

Graz, den 18.01.2017

*Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, am 18.01.2017*

*Oliver Weiss, eh.*

In großer Dankbarkeit  
meinen Eltern  
gewidmet

## Danksagungen

Zuallererst möchte ich mich bei meinen Betreuern, Frau Priv. Doz. Dr. Tanja Kraus und Herrn Univ. Prof. Dr. Gerhardt Steinwender, bedanken. Ihre Unterstützung, Geduld und die zahlreichen konstruktiven Vorschläge waren der Grundstein für die Erstellung dieser Diplomarbeit. Ich konnte mich immer auf ihre Hilfe verlassen und viele Anregungen aus den gemeinsamen Gesprächen mitnehmen.

Herrn Univ. Prof. Dr. Erich Sorantin und dem gesamten Team der Kinderradiologie sei hier für die großartige Unterstützung und dem Bereitstellen sämtlicher radiologisch-technischer Gerätschaften, die für die Erstellung dieser Arbeit notwendig waren, herzlichst gedankt. Besonders möchte ich hier noch Herrn Dr. Georg Apfaltrer herausheben, der freundlicherweise die Befundung der MRT-Bilder übernommen hat.

Der größte Dank allerdings gilt meinen Eltern. Nicht nur für die finanzielle, sondern vor allem für die persönliche und emotionale Unterstützung, die ich durch sie stets bekommen habe. Danke, dass ihr immer an mich geglaubt und mir so viele wertvolle Dinge beigebracht habt.

Meinen lieben Großeltern, Onkeln und Tanten möchte ich für die großartige Unterstützung während meines Studium danken und dafür, dass sie mir auch in schwierigen Situationen immer zur Seite standen.

Ebenfalls möchte ich mich bei meiner lieben Schwester Daniela bedanken. Dafür, dass ich mich in jeder Lebenslage immer auf sie verlassen kann und sie mir mehr beigebracht hat, als sie vielleicht vermuten würde.

Ein großer Dank gilt auch all meinen Freunden, die mein Leben so einzigartig machen.

## Zusammenfassung

**Hintergrund:** Die Epiphyseolysis capitis femoris (ECF) ist eine der häufigsten Erkrankungen des jugendlichen Hüftgelenks. Sie gilt als präarthrotische Deformität. Aufgrund der Lasten, die das Hüftgelenk tragen muss, sind deshalb auch die Konsequenzen einer Funktionseinschränkung und Verformung desselben erheblich. Das zu erstrebende Ziel der Behandlung der ECF ist vor allem die Stabilisierung der Epiphyse, das Verhindern eines weiteren Abrutschens, die Aufrechterhaltung einer normalen Hüftfunktion und die Vermeidung von zusätzlichen Komplikationen (AVN, Chondrolyse, OA). Die in-situ Fixation des Hüftgelenks gilt als Goldstandard in der Therapie der ECF. Das primäre Ziel dieser Studie ist, die Langzeitergebnisse anhand des klinischen und radiologischen Outcomes des Hüftgelenks nach in-situ Fixation zu untersuchen.

**Methoden:** Anhand der Auswertung von prä- und postoperativen Röntgenbildern, einer postoperativen MRT-Untersuchung, sowie von postoperativ erhobenen standardisierten klinischen Scores wurde das Outcome der Hüftgelenke nach in-situ Fixation untersucht. Als Nebenzielgrößen wurde anhand einer klinischen Untersuchung das Bewegungsausmaß (ROM) analysiert, sowie die Häufigkeit und das Outcome additiver sekundärer Korrekturosteotomien bezüglich Sphärik und Kongruenz im Hüftgelenk mittels radiomorphologischer Kriterien erhoben.

**Ergebnisse:** 19 PatientInnen, die aufgrund einer ECF mittels in-situ Fixation behandelt wurden, nahmen nach einem follow-up Zeitraum von im Mittel 11,5 Jahren (range 4,8 – 17,5) an der Nachuntersuchung teil. Das klinische Outcome zeigte gute bis sehr gute Ergebnisse (Harris-Hip-Score: 93,79 ( $\pm 10,98$ ), IOWA-Hip-Score 1: 93 ( $\pm 8,57$ ), IOWA-Hip-Score 2: 94 ( $\pm 0,1$ )), obwohl das Bewegungsausmaß in allen Ebenen eingeschränkt war. Radiologisch zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied der Schenkelhalslängen zwischen den betroffenen Hüften und den unbetroffenen prophylaktisch fixierten Hüften ( $p=0,332$ ), aber auch nicht zwischen Diagnosezeitpunkt und dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung ( $p= 0,212$ ). Es kam zu einer statistisch signifikanten Abnahme des CCD-Winkels der betroffenen, aber auch der unbetroffenen, prophylaktisch fixierten Hüfte ( $p=0.006$ ). Die Abnahme war auch zwischen Diagnoseerstellung und Nachuntersuchungszeitpunkt relevant ( $p=0.04$ ). Der Remodelling-Prozess des femoralen Kopf-Hals-Überganges resultierte in einen Alpha-Winkel von im Mittel  $73^\circ$  (range  $36^\circ - 97^\circ$ ) bei den betroffenen und  $48^\circ$  (range  $33^\circ - 65^\circ$ ) bei den kontralateralen, prophylaktisch fixierten Hüften.

**Schlussfolgerung:** In dieser Studie konnte einerseits gezeigt werden, dass die Schwere des Abrutschens nicht zwangsläufig mit einem schlechten klinischen Outcome, jedoch mit einem erhöhten Risiko einer AVN (avaskulären Nekrose) und Chondrolyse vergesellschaftet ist. Andererseits stellt die Verwendung einer in-situ Fixation mittels Einzelschraube zwar ein sicheres Verfahren bei der Be-

handlung einer ECF dar, jedoch führt der darauffolgende Remodelling Prozess sowohl bei einem milden Abrutsch, als auch bei den nicht betroffenen, prophylaktisch fixierten Hüftgelenken zu einer residualen anatomischen Funktionseinschränkung im Sinne eines vergrößerten Alpha-Winkels. Dies hat zur Folge, dass das Risiko eines FAI (femoro-acetabulären Impingements) und damit einhergehend einer OA (Osteoarthritis) steigt. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass es sich bei diesem Remodelling-Vorgang nach in-situ Fixation um keinen unmittelbar benignen Prozess handelt.

## Abstract

**Background:** Slipped capital femoral epiphysis (SCFE) is a frequent hip disorder among adolescents and known as prearthrotic deformity. Because of its heavy weight bearing, functional impairment and deformations lead to significant consequences for the hip joint. The aim of treatment in SCFE is to stabilize the epiphysis, prevent further slip, maintain normal hip function and avoid complications like AVN (avascular necrosis), chondrolysis or OA (osteoarthritis). In-situ fixation of the hip is the gold standard in SCFE. The main purpose of this study was to evaluate the long-term clinical and radiological outcome of the hip joints after in-situ fixation.

**Methods:** Based on the analysis of the pre- and postoperative X-rays, a postoperative MRI-scan and postoperative performed standardized clinical scores, the outcome of the hip joints after in-situ fixation was evaluated. As additional objective parameters, the range of motion of the hip joints was analyzed based on a clinical examination as well as the frequency and outcome of secondary correctional osteotomies regarding spheric and congruency of the hip joint based on radiomorphological criterias.

**Results:** 19 patients treated with in-situ fixation for SCFE with a mean follow-up of 11,5 years (range 4,8 – 17,5) were evaluated. Regarding the clinical outcome, the patients showed good results (Harris-Hip-Score: 93,79 ( $\pm 10,98$ ), IOWA-Hip-Score 1: 93 ( $\pm 8,57$ ), IOWA-Hip-Score 2: 94 ( $\pm 0,1$ )), although the range of motion was limited in all dimensions. Radiologically, there was no significant difference among the femoral neck lengths of the affected side and the unaffected, prophylactically fixed side ( $p=0,332$ ) but also not between the time of diagnosis and follow-up ( $p= 0,212$ ). There was a significant reduction of the CCD-angle of the affected and the unaffected, prophylactically fixed side ( $p=0,04$ ) also at long-term follow-up ( $p=0,006$ ). The remodelling process of the femoral head-neck-junction results in a mean alpha-angle of 73° (range 36° - 97°) on the affected side and 48° (range 33° - 65°) on the contralateral, prophylactically fixed side.

**Conclusion:** This study shows, that the severity of the slip does not necessarily lead to a poor clinical outcome, but increases the risk of developing AVN and chondrolysis. In-situ fixation with a single cannulated screw seems to be a safe procedure in treating SCFE, but the subsequent remodelling process leads to a residual functional anatomic impairment – such as an increased alpha-angle - not only in mild slips, but also in the unaffected, prophylactically fixed hip joints. This increases the risk of developing FAI (femoro-acetabular impingement) and OA as a consequence. It can therefore be concluded, that the remodelling after in-situ fixation is not necessarily a benign process.

# Inhaltsverzeichnis

Danksagungen.....	III
Zusammenfassung.....	IV
Abstract.....	VI
Glossar und Abkürzungen.....	XI
Abbildungsverzeichnis.....	XIII
Tabellenverzeichnis.....	XVI
1 Einleitung.....	1
1.1 Epidemiologie.....	2
1.2. Pathogenese.....	2
1.3 Klassifizierung.....	4
1.4 Diagnostik.....	7
1.4.1 Anamnese.....	7
1.4.2 Klinische Zeichen.....	7
1.4.3 Labor.....	7
1.4.4 Radiologie.....	8
1.5 Therapeutisches Vorgehen.....	9
1.5.1 In-situ-Fixation.....	10
1.5.2 Osteotomien.....	11
1.5.3 Kontroversen.....	12
1.5.3.1 Therapie der instabilen ECF.....	12
1.5.3.2 Die Rolle der Osteotomie in der Behandlung der ECF.....	12

1.5.3.3 Die prophylaktische Fixation der kontralateralen Hüfte .....	14
1.6 Komplikationen .....	15
1.6.1 Osteoarthritis (OA) .....	15
1.6.1.1 Femoroacetabuläres Impingement (FAI).....	15
1.6.2 Chondrolyse.....	16
1.6.3 Avaskuläre Nekrose (AVN) .....	16
.....	18
.....	18
1.7 Prognose.....	19
2 Studienziele .....	20
2.1 Hauptzielparameter .....	20
2.2. Nebenzielparameter.....	20
3 Material und Methoden .....	21
3.1 Studiendesign .....	21
3.2 PatientInnen .....	21
3.2.1 Kriterien für die Studienteilnahme.....	21
3.3 Datenschutz.....	22
3.4. Statistische Auswertung .....	22
3.5 Präoperative Untersuchungen .....	23
3.5.1 Klinische Untersuchungen .....	23
3.5.1.1 Berechnung des Body-Mass-Index .....	23
3.5.1.2 Klassifikation der ECF.....	23
3.5.2 Radiologische Untersuchungen .....	24

3.5.2.1 Untersuchungen am Röntgenbild.....	24
3.6 Postoperative Untersuchungen.....	25
3.6.1 Klinische Untersuchungen.....	25
3.6.1.1 Bewegungsumfang.....	25
3.6.1.2 Scores.....	25
3.6.2 Radiologische Untersuchung.....	27
3.6.2.1 Untersuchungen am Röntgenbild.....	27
3.6.2.2 Untersuchungen am Magnetresonanztomographen.....	33
4 Ergebnisse – Resultate.....	37
4.1 PatientInnen.....	37
4.1.1 Demografische Beschreibung.....	38
4.1.2. Körperlicher Status zum Diagnosezeitpunkt.....	39
4.2 Ergebnisse der Klassifikation.....	40
4.3 Auswertung der klinischen Scores.....	42
4.3.1 Harris-Hip-Score.....	42
4.3.2 IOWA-Hip-Score.....	44
4.3.2.1 Score 1.....	44
4.3.2.2 Score 2.....	46
4.4 Auswertung des Bewegungsausmaßes (ROM).....	47
4.5 Auswertung der radiologischen Parameter.....	50
4.5.1 Betroffenes Hüftgelenk.....	50
4.5.2 Nicht betroffenes Hüftgelenk.....	51
5 Diskussion.....	52

5.1 Ziel der Arbeit.....	52
5.2 Interpretation der Studienergebnisse .....	53
5.2.1 Wachstum des Schenkelhalses und Änderungen des CCD-Winkels nach in-situ Schraubfixation .....	53
5.2.2 Residuale Funktionseinschränkungen .....	54
5.2.3 Knorpelschäden, AVN und OA.....	54
5.2.4 Bewegungsausmaß und klinische Funktion.....	55
5.2.5 Additive Therapien .....	56
5.3 Methodenkritik.....	56
5.4 Schlussfolgerung.....	57
6 Literaturverzeichnis.....	58
Anhang .....	1

## Glossar und Abkürzungen

a.p.	antero-posterior
ARCO	Association Research Circulation Osseous
AVN	Avaskuläre Nekrose des Hüftkopfes
BMI	Body Mass Index
CCD-Winkel	Caput-Collum-Diaphysen – Winkel
ECF	Epiphyseolysis capitis femoris
FAI	Femoroacetabulares Impingement
FHL	Femurhalslänge
HHS	Harris-Hip-Score
ICRS	International Cartilage Research Society
IHS	IOWA-Hip-Score (Larson-Score)
K-Draht	Kirschner-Draht
Kg	Kilogramm
li.	links
Lig.	Ligamentum
MAX	Maximum
MD	Median
MIN	Minimum
MW	Mittelwert
n	Anzahl

OA	Osteoarthritis (Arthrose)
re.	rechts
ROM	Bewegungsumfang (Range of motion)
SD	Standardabweichung
SHL	Schenkelhalslänge
WHO	World Health Organisation

## Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Abrutschen der Metaphyse gegenüber der Epiphyse bei ECF. (From Walter KD, Young CC. Slipped Capital Femoral Epiphysis. 2014; Available at: <http://emedicine.medscape.com/article/91596-overview>. Accessed 11.02.2015, 2015. (3)) .....1
- Abbildung 2: Der laterale Kopfschaftwinkel nach Southwick in der sogenannten Froschaufnahme. Sowohl die normale Hüfte (nl), als auch die ECF-Hüfte (SC) wird gemessen. Die Linie 1 ist die Linie zwischen der anterioren und posterioren Epiphysenfuge, die Linie 2 ist die Senkrechte zu Linie 1 und der Winkel zwischen Linie 2 und einer axialen Femurschaftlinie (Linie 3) ist der laterale Kopfschaftwinkel. Der Abrutschwinkel wird durch Subtraktion des Kopfschaftwinkels der normalen Hüfte mit der abgerutschten Hüfte gemessen. Ein Abrutschwinkel unter 30° wird als mild, zwischen 30 und 50° (60°) als moderat und über 50°(60°) als schwer bezeichnet. (From Loder RT, Skopelja EN. The Epidemiology and Demographics of Slipped Capital Femoral Epiphysis . ISRN Orthopedics 2011;2011(486512):10.02.2015. (4)) .....6
- Abbildung 3: Drehmann-Zeichen. Bild links: Normalbefund. Bild rechts: Weicht der Oberschenkel während der Beugung in die Außenrotation ab, ist das Drehmann-Zeichen positiv (From Ficklscherer A editor. BASICS Orthopädie und Traumatologie. 3rd ed. München: Elsevier GmbH; 2012. (23)) .....8
- Abbildung 4: Die Linie von Klein beschreibt eine Linie entlang des oberen Randes des Femurhalses. Im Normalfall sollte diese Linie den lateralen Rand der oberen Femurepiphyse schneiden. Ist dies nicht der Fall, so besteht ein dringender Verdacht auf das Vorliegen einer ECF. Im hier dargestellten Bild ist der Abstand zur Klein-Linie in der rechten Hüfte (A) deutlich kleiner als in der linken (B). Dennoch schneidet auch die rechte laterale Femurepiphyse noch die Klein-Linie und somit kann eine ECF nicht sicher diagnostiziert oder ausgeschlossen werden (From Weerakkody Y, Gaillard F. Line of Klein. 2015; Available at: <http://radiopaedia.org/articles/line-of-klein>. Accessed 17.02.2015, 2015. (27)) ....9
- Abbildung 5: Röntgenbild einer beidseitigen In-situ Fixation eines Studienpatienten mit einer kanülierten Einzelschraube mit distalem Gewinde. ....11
- Abbildung 6: Die verschiedenen Osteotomie-Typen zur Korrektur einer Deformität: [1] Subkapital: Dunn, Fish, Ganz; [2] Femurhals: Kramer, Barmada; [3] Intertrochantär: Imhäuser, Southwick; [4] Linie von Klein: Wenn die Epiphyse die Linie von Klein nicht schneidet, ist sie auf das Vorliegen einer ECF verdächtig (From Zilkens C, Jäger M, Kim Y, Millis MB, Krauspe R. Slipped Capital Femoral Epiphysis. European Instructional Lectures 2009;9:47-60. (9)).....14

Abbildung 7: Avaskuläre Nekrose des Femurkopfes. Links: Illustration der normalen Blutzirkulation des Femurkopfes von dorsal. Die postero-superioren Retinaculumarterien (Posterior-Superior Retinacular Arteries) sind die Hauptversorgungsgefäße der Epiphyse. Sie durchziehen den Femurhals innerhalb der Gelenkkapsel und geben die lateralen epiphysealen Arterien (Lateral Epiphyseal Arteries) an der Grenze zwischen Femurhals und -kopf ab. Von dort durchstoßen sie den Knochen und versorgen die Epiphyse. .... Rechts: Dieses Bild zeigt wie die Blutzufuhr zum Femurkopf durch subkapitale Femurhalsfrakturen oder eine Epiphyseolysis capitis femoris komprimiert wird. Wenn die Epiphyse oder der Femurhals sich vom Femurkopf entfernt, wird die Metaphyse superolateral verschoben und der Femur rotiert nach außen. Dies hat zur Folge, dass die distalen postero-superioren Retinaculumarterien und die lateralen epiphysealen Arterien abgedrückt oder verrotiert werden, was den Blutfluss zur Epiphyse komprimiert. Sollte dieser Umstand persistieren, besteht ein hohes Risiko einer avaskulären Nekrose des Femurkopfes. A=Arterie (*From Aiello M. Imaging in Avascular Necrosis of the Femoral Head. 2015; Available at: <http://emedicine.medscape.com/article/386808-overview>. Accessed 18.11.2015, 2015. (64)).* .....17

Abbildung 8: Die verschiedenen Typen des FAI im Röntgenbild. Bild links oben: Pincer-Impingement. Bild rechts oben: Cam-Impingement. Bild links unten: Kombiniertes Impingement (*From Luijckx T, Schubert R. Femoro-acetabular impingement. 2016; Available at: <http://radiopaedia.org/articles/femoro-acetabular-impingement>. Accessed 23.03.2016, 2016. (61))*18

Abbildung 9: Berechnung des CCD-Winkel eines Studienpatienten. DM Diaphyse= Querdurchmesser der Diaphyse; DA= Diaphysenachse; DM Femurhals= Querdurchmesser des Femurhalses; FHA= Femurhalsachse durch den Hüftkopfmittelpunkt; FK= projizierter Kreis des Femurkopfes; CCD= Centrum-Collum-Diaphysenwinkel. ....27

Abbildung 10: Die Methode zur Messung der Femurhalslänge (Linie AB): Die Länge zwischen dem lateralen Kortex des proximalen Femurs (B) und dem Zentrum des Hüftkopfes durch die Femurhalsachse (A). Linie CD: Hüftkopfdurchmesser; Linie EF: Femurhalsdurchmesser;  $\alpha$ : CCD-Winkel. (*From Kazemi SM, Qoreishy M, Keipourfard A, Sajjadi MM, Shokrane S. Effects of Hip Geometry on Fracture Patterns of Proximal Femur. Archives of Bone and Joint Surgery 2016;4(3):248-252. (78)*). ....30

Abbildung 11: Darstellung zur Messmethode der "tilt-deformity". (b) zeigt ein normales Verhältnis. (a) zeigt das Vorliegen einer „tilt-deformity“ (*From Hefti F. Epiphyseolysis capitis femoris.*

Kinderorthopädie in der Praxis. 2nd ed. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2006. p. 215-224. (18))  
.....32

Abbildung 12: Diese Abbildung zeigt die Konstruktion des Alpha-Winkels ( $\alpha$ ). Punkt A ist der anteriore Punkt, an dem die Distanz vom Hüftkopfbereich ( $hc$ ) den Radius ( $r$ ) der subchondralen Fläche des Femurkopfes überschreitet. Der Alpha-Winkel wird dann als Winkel zwischen den Strecken A- $hc$  und  $hc-nc$  - wobei  $nc$  das Zentrum des Femurhalses an seiner dünnsten Stelle ist - berechnet. Das linke Bild zeigt eine Hüfte mit normalem Alpha-Winkel. Das rechte Bild zeigt eine typische Deformität mit größerem Alpha-Winkel (*From Nötzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH, Schmid MR, Treiber K, Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. The Journal of bone and joint surgery. British volume 2002;84(4):556-560. (73)*) .....36

Abbildung 13: Organigramm zur PatientInnenauswahl .....37

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassifikation der ECF ( <i>From</i> Zilkens C, Jäger M, Kim Y, Millis MB, Krauspe R. Slipped Capital Femoral Epiphysis. European Instructional Lectures 2009;9:47-60. (9)).....	4
Tabelle 2: Kriterien für die Studienteilnahme .....	22
Tabelle 3: Allgemeine Klassifikation der Arthrose im Röntgenbild nach Kellgren und Lawrence ( <i>From</i> Dragowsky K, Müller M. Traumascores. 2016; Available at: <a href="http://www.traumascores.com">http://www.traumascores.com</a> . Accessed 22.03.2016, 2016. (67)) .....	28
Tabelle 4: Tönnis-Klassifikation der Osteoarthritis ( <i>From</i> Society of preventive hip surgery. Tönnis classification of osteoarthritis by radiographic changes. 2016; Available at: <a href="http://www.preventivehip.org/hip-scores/tonnis-classification">http://www.preventivehip.org/hip-scores/tonnis-classification</a> . Accessed 25.03.2016, 2016. (69)) ...	29
Tabelle 5: Sphärizität des Femurkopfes und Kongruenz der Gelenkspartner. ....	31
Tabelle 6: ARCO-Klassifikation der AVN ( <i>From</i> Schmitt-Sody M, Kirchhoff C, Mayer W, Goebel M, Jansson V. Avascular necrosis of the femoral head: inter- and intraobserver variations of Ficat and ARCO classifications. International Orthopaedics 2008;32(3):283-287. (72)).....	33
Tabelle 7: Ficat und Arlet-Klassifikation der AVN ( <i>From</i> Schmitt-Sody M, Kirchhoff C, Mayer W, Goebel M, Jansson V. Avascular necrosis of the femoral head: inter- and intraobserver variations of Ficat and ARCO classifications. International Orthopaedics 2008;32(3):283-287. (72)). ....	34
Tabelle 8: Outerbridge- und ICRS-Klassifikation. In Erweiterung der 4-stufigen Outerbridge-Klassifikation von 1961 wurde 2003 durch die International Cartilage Research Society das „ICRS Hyaline Cartilage Lesion Classification System“ veröffentlicht, das als internationale Standardklassifikation angesehen werden kann ( <i>From</i> Dragowsky K, Müller M. Traumascores. 2016; Available at: <a href="http://www.traumascores.com">http://www.traumascores.com</a> . Accessed 22.03.2016, 2016. (67)) .....	35
Tabelle 9: Geschlechter- und Seitenverteilung .....	38
Tabelle 10: Klassifikation der StudienpatientInnen nach den radiologischen und nichtradiologischen Kriterien der ECF, sowie in Bezug auf die betroffene Seite .....	40
Tabelle 11: Darstellung der Ergebnisse des Harris-Hip-Score .....	42
Tabelle 12: Statistische Auswertung der Ergebnisse des Harris-Hip-Score .....	42

Tabelle 13: Darstellung der Ergebnisse des Score 1 des IOWA-Hip-Score .....	44
Tabelle 14: Statistische Auswertung der Ergebnisse des Score 1 des IOWA-Hip-Score .....	44
Tabelle 15: Darstellung der Ergebnisse des Score 2 des IOWA-Hip-Score .....	46
Tabelle 16: Statistische Auswertung der Ergebnisse des Score 2 des IOWA-Hip-Score .....	46
Tabelle 17: Auswertung der klinischen Untersuchung des Bewegungsausmaßes (ROM) .....	48
Tabelle 18: Darstellung der Ergebnisse der Röntgen- und MRT-Untersuchung der von ECF betroffenen Hüftgelenke .....	50
Tabelle 19: Darstellung der Ergebnisse der Röntgen- und MRT-Untersuchungen der nicht von ECF betroffenen Hüftgelenke.....	51

## 1 Einleitung

Die Epiphyseolysis capitis femoris (ECF) ist eine Erkrankung des jugendlichen Hüftgelenks, die besonders während des juvenilen Wachstumsschubes auftritt. Buben sind etwa 1,5-mal so häufig betroffen wie Mädchen (1).

Der Name Epiphyseolysis capitis femoris ist allerdings irreführend, denn die Epiphyse verbleibt aufgrund der Verbundenheit mit dem Lig. capitis femoris im Acetabulum, wohingegen die Metaphyse nach ventral abrutscht (Abbildung 1) (2).



Abbildung 1: Abrutschen der Metaphyse gegenüber der Epiphyse bei ECF. (From Walter KD, Young CC. Slipped Capital Femoral Epiphysis. 2014; Available at: <http://emedicine.medscape.com/article/91596-overview>. Accessed 11.02.2015, 2015. (3))

## 1.1 Epidemiologie

Die Inzidenz der Erkrankung variiert je nach Land von 0,2 pro 100.000/Jahr in Ostjapan bis 17,5 im Nordosten der USA. Neueste Studien haben gezeigt, dass die Inzidenz der ECF in manchen Ländern gestiegen ist. So hat sich in Japan die Zahl der Neuerkrankungen pro Jahr auf 2,22/100.000 bei Jungen und 0,76/100.000 bei Mädchen gesteigert. In Schottland stieg die Inzidenz von 3,78 im Jahr 1981 auf 9,66 im Jahr 2000. Die derzeit höchste zitierte Inzidenz ist mit 24,58 bei AfroamerikanerInnen zu finden (4).

Zusätzlich besteht eine erhöhte Prävalenz je nach Zugehörigkeit zu einer ethnischen Gruppe. Verglichen mit der weißen Bevölkerung haben die AfroamerikanerInnen, Hispanics, PolynesierInnen und amerikanischen Ureinwohner eine höhere Prävalenz (1).

## 1.2. Pathogenese

Obwohl es bis dato sehr viele Theorien gibt, bleibt die genaue Pathogenese der ECF unklar. Abnormalitäten der Chondrozyten und der extrazellulären Matrix (5), mechanische, endokrine (2) und metabolische Störungen als Auslöser einer pathologischen Dysbalance in der Wachstumsplatte, die in Folge ein Abrutschen der Epiphyse verursachen, wurden postuliert (6).

Die Pathogenese der ECF ist höchstwahrscheinlich multifaktoriell bedingt (1,2,6-9). Dennoch ließ sich beobachten, dass vor allem mechanische Einflüsse, wie etwa Übergewicht und eine abnorme Morphologie des proximalen Femurs und des Acetabulums, sowie hormonelle Dysbalancen entscheidende Rollen spielen (1).

Als prädisponierender Faktor wurde Übergewicht schon in einigen Studien untersucht und bestätigt (10-13). Über 50% der Kinder mit ECF sind über der 95. Perzentile des Körpergewichts für ihr Alter. Der durchschnittliche BMI bei Kindern mit ECF liegt zwischen 25-30 kg/m<sup>2</sup> oder jenseits der 85. Perzentile. Der durchschnittliche BMI bei Kindern mit bilateraler ECF ist höher als bei unilateraler ECF (26,8 versus 31,1 kg/m<sup>2</sup>) (4). Die Normwerte des BMI für Kinder und Jugendliche liegen laut WHO alters- und geschlechtsadaptiert zwischen der 15. und 85. Perzentile. Dies würde beispielsweise in einem Alter von 14 Jahren einen BMI bei Mädchen von 17,2 – 22,9 und bei Jungen von 17,0 – 22,0 ergeben (14).

Es wird angenommen, dass Übergewicht durch die erhöhten mechanischen Scherkräfte der Wachstumsfuge und das gleichzeitige Vorkommen einer metabolischen Störung zu einem gesteigerten Risiko für die Entwicklung einer ECF führen könnte.

Zusätzlich haben übergewichtige Kinder eine verminderte femorale Antetorsion (15) und eine überwiegend vertikal-orientierte proximale Wachstumsfuge des Femur (16), was einem morphologischen Risiko für die Ausbildung einer ECF entspricht. Als Femur-Antetorsion wird der Winkel zwischen dem Schenkelhals und den Femurkondylen bezeichnet. Normalerweise ist der körpernahe und der körperferne Anteil des Femurs nicht parallel. Dies resultiert in einem physiologisch positiven Winkel (Antetorsion), jedoch kann dieser Winkel auch negativ sein (Retrotorsion).

Ein weiterer morphologischer Risikofaktor zur Entwicklung einer ECF stellt die sogenannte „Tilt-deformity“ dar.

Die „Tilt-deformity“ gilt als radiologisches Zeichen einer Wachstumsstörung der Hüfte beziehungsweise einer inapparent abgelaufenen Epiphysenlösung mit konsekutiver Deformität des Schenkelhals-Kopf-Überganges und tritt typischerweise bei sportlich aktiven Jugendlichen häufiger auf als bei NichtsportlerInnen (17). Eine Halbierende des Schenkelhalses sollte den größten Femurkopfdurchmesser ungefähr in der Mitte schneiden. Ein Verhältnis bis 1,35 ist normal, darüber hinaus wird die Deformität als „tilt-deformity“, die eine Präarthrose darstellt, bezeichnet (18).

Häufig tritt die ECF auch bilateral auf. Man findet etwa in 18 bis 50% der Fälle eine bilaterale ECF (19), wobei sich 50-60% der PatientInnen auch klinisch mit einem bilateralen Auftreten präsentieren. Bei 80-90% der sequentiell auftretenden bilateralen ECF folgt die zweite ECF nach etwa 18 Monaten der ersten. In unilateraler ECF ist zu 60% die linke Hüfte betroffen (4).

### 1.3 Klassifizierung

Die ECF kann klinisch nach der Dauer der Symptome (akut, chronisch, akut auf chronisch), der Fähigkeit, das eigene Körpergewicht zu tragen (stabil, instabil) und radiomorphologisch nach dem Grad des Abrutschwinkels (mild, moderat, schwer) eingeteilt werden (Tabelle 1).

Zeitlich	Akut	Symptome <3 Wochen, abruptes Abrutschen
	Akut-auf-chronisch	Initial chronische, danach akute Symptome
	Chronisch	Symptome >3 Wochen, Exazerbation und Remission der Schmerzen
Klinisch	Stabil	Gehfähig, keine Effusion, metaphysäres Remodelling
	Instabil	Nicht gehfähig, Effusion, kein metaphysäres Remodelling
Radiomorphologisch	Mild (Grad I)	Abrutschwinkel: 0-30°
	Moderat (Grad II)	Abrutschwinkel: 30-50°(60°)
	Schwer (Grad III)	Abrutschwinkel: ≥50°(60°)

Tabelle 1: Klassifikation der ECF (From Zilkens C, Jäger M, Kim Y, Millis MB, Krauspe R. Slipped Capital Femoral Epiphysis. European Instructional Lectures 2009;9:47-60. (9))

Wichtig ist die Unterscheidung zwischen stabil und instabil, da bei instabiler ECF das Risiko für eine Osteonekrose (= avaskuläre Nekrose) deutlich erhöht ist (20).

Ein akutes Abrutschen wird definiert als ein plötzliches Auftreten von schweren Symptomen, die die Fähigkeiten zu gehen und das eigene Körpergewicht zu tragen an dem betroffenen Bein deutlich einschränken. Radiologisch findet sich jedoch hierbei kein Hinweis auf Knochenheilung oder Remodelling.

Das chronische Abrutschen wird definiert als ein gradueller oder intermittierender Symptombeginn, der mehr als 3 Wochen dauert. Zusätzlich findet man hierbei radiologische Veränderungen im Sinne von Knochenheilungsprozessen und Remodelling der Methaphyse und des Femurkopfes.

Der akut-auf-chronische Typ wird als eine Mischform mit akutem Auftreten von Symptomen und radiologischen Zeichen von Remodelling definiert.

Eine weitere Definition, die durch den radiomorphologischen Abrutschwinkel gegeben ist, wird wie folgt eingeteilt:

Ein Abrutschwinkel von weniger als 30° wird als Grad I, zwischen 30 und 60° als Grad II und mehr als

60° als Grad III bezeichnet. Einige Autoren legen die Differenz zwischen Grad II und III bereits bei 50° fest (9). Um ebendiesen Abrutschwinkel, der von Southwick (21) entwickelt wurde, zu messen, wird eine sogenannte Froschaufnahme (frog-lateral view) zusätzlich zum a.p. Hüftstrahlengang durchgeführt (Abbildung 2).



Abbildung 2: Der laterale Kopfschaftwinkel nach Southwick in der sogenannten Froschaufnahme. Sowohl die normale Hüfte (nl), als auch die ECF-Hüfte (SC) wird gemessen. Die Linie 1 ist die Linie zwischen der anterioren und posterioren Epiphysenfuge, die Linie 2 ist die Senkrechte zu Linie 1 und der Winkel zwischen Linie 2 und einer axialen Femurschaftlinie (Linie 3) ist der laterale Kopfschaftwinkel. Der Abrutschwinkel wird durch Subtraktion des Kopfschaftwinkels der normalen Hüfte mit der abgerutschten Hüfte gemessen. Ein Abrutschwinkel unter 30° wird als mild, zwischen 30 und 50° (60°) als moderat und über 50°(60°) als schwer bezeichnet. (From Loder RT, Skopelja EN. The Epidemiology and Demographics of Slipped Capital Femoral Epiphysis . ISRN Orthopedics 2011;2011(486512):10.02.2015. (4))

## 1.4 Diagnostik

### 1.4.1 Anamnese

Beinahe alle ECF-Patienten haben Hüftschmerzen, aber auch isolierte Knieschmerzen oder schmerzlose Gehbehinderungen können die einzigen Symptome sein. Die Schmerzen sind meistens intermittierend und stufenweise zunehmend (bei chronischem Abrutsch), beziehungsweise akut und mit plötzlicher Gehunfähigkeit vergesellschaftet (bei akutem oder akut auf chronischem Abrutsch). Einige PatientInnen beschreiben ein Trauma in der jüngeren Vergangenheit (22).

### 1.4.2 Klinische Zeichen

Die häufigsten klinischen Beschwerdebilder sind also Hüft-, Oberschenkel- oder Knieschmerzen in Assoziation mit Gehbehinderungen. Die Gründe der Schmerzen, die vor allem mit stabiler ECF einhergehen, könnten laut Zilkens et al. (9) folgende sein:

- Intrakapsuläres Hämatom
- Erguss
- Ischämie („Kompartmentsyndrom des Knochens“)
- Synovitis und muskuläre Dysbalance in Abhängigkeit von der pathologischen Biomechanik

Bei der Durchführung des physikalischen Status fällt bei den PatientInnen eine limitierte Innenrotation, Abduktion, sowie Extension entsprechend dem Kapselmuster der Hüfte auf. Eine Flexion im betroffenen Hüftgelenk führt in eine obligatorische Außenrotation aufgrund des anterioren metaphysären Impingement am Limbus acetabuli. Dieses Phänomen wird als Drehmann-Zeichen beschrieben (Abbildung 3). Meist ist das betroffene Bein aber schon im Ruhezustand abduziert und außenrotiert.

### 1.4.3 Labor

Laborchemische Parameter sind zur Diagnostik einer ECF zwar nicht wegweisend, können aber unter Umständen zur Differenzierung von septischen Arthritiden herangezogen werden. Weiterhin ist ein hormonelles Screening bei Jugendlichen mit ECF nicht angezeigt, sollte aber bei atypischen Präsentationen und einem PatientInnenalter unter 10 Jahren oder über 16 Jahren erwogen werden (3).

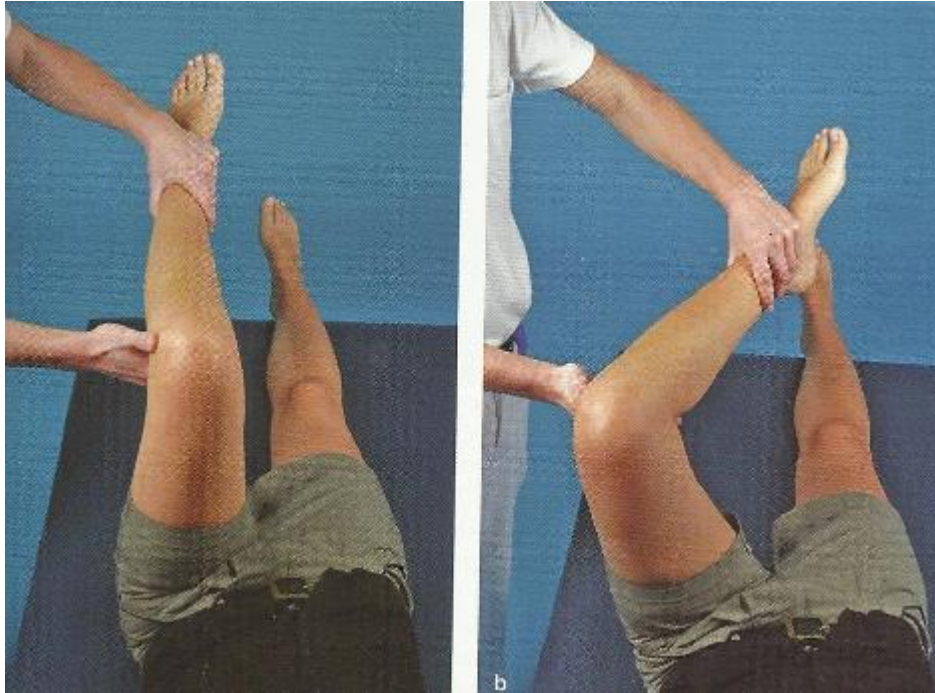


Abbildung 3: Drehmann-Zeichen. Bild links: Normalbefund. Bild rechts: Weicht der Oberschenkel während der Beugung in die Außenrotation ab, ist das Drehmann-Zeichen positiv (From Ficklscherer A editor. BASICS Orthopädie und Traumatologie. 3rd ed. München: Elsevier GmbH; 2012. (23))

#### 1.4.4 Radiologie

Die primäre Untersuchungsmodalität ist das Röntgenbild. Eine antero-posteriore und eine laterale Aufnahme beider Hüften sollten initial durchgeführt werden und sind oft auch ausreichend um eine ECF zu diagnostizieren und zu evaluieren (9).

In der antero-posterioren Aufnahme ist eine Epiphyse, die die Linie von Klein nicht schneidet, prinzipiell auf das Vorliegen einer ECF verdächtig (Abbildung 4).

Jedoch werden oft durch diese alleinige Methode vor allem milde und moderate Fälle der ECF übersehen. Eine Studie von Pinkowsky et al. (24) hat herausgefunden, dass in 23 Fällen von ECF (wobei 21 Fälle eine milde oder moderate Form zeigten) durch die Methode nach Klein nur 9 tatsächlich diagnostiziert wurden, wohingegen durch die Verwendung der lateralen Aufnahme alle 23 Fälle richtig identifiziert worden sind.

Da auf dem antero-posterioren Bild das Abrutschen der Epiphyse nicht immer gut zu sehen ist, empfiehlt es sich daher eine zusätzliche laterale Aufnahme durchzuführen (9). Ein weiterer Vorteil dieser lateralen Aufnahme ist auch, dass damit gleichzeitig der laterale Kopfschaftwinkel nach Southwick - und somit der Grad des Abrutschens - gemessen werden kann (Abbildung 2).

MRT- und CT- Untersuchungen werden vor allem zur präoperativen Planung und als Werkzeug für die Entscheidungsfindung und Prognostik herangezogen (25,26). Die Sonografie spielt in der Regel für Diagnostik und Therapie der ECF keine Rolle.



Abbildung 4: Die Linie von Klein beschreibt eine Linie entlang des oberen Randes des Femurhalses. Im Normalfall sollte diese Linie den lateralen Rand der oberen Femurepiphyse schneiden. Ist dies nicht der Fall, so besteht ein dringender Verdacht auf das Vorliegen einer ECF. Im hier dargestellten Bild ist der Abstand zur Klein-Linie in der rechten Hüfte (A) deutlich kleiner als in der linken (B). Dennoch schneidet auch die rechte laterale Femurepiphyse noch die Klein-Linie und somit kann eine ECF nicht sicher diagnostiziert oder ausgeschlossen werden (From Weerakkody Y, Gaillard F. Line of Klein. 2015; Available at: <http://radiopaedia.org/articles/line-of-klein>. Accessed 17.02.2015, 2015. (27))

## 1.5 Therapeutisches Vorgehen

Die Therapie der ECF ist ein viel diskutiertes und in einigen Fällen sehr strittiges Thema. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die primären Ziele der Behandlung vor allem die Stabilisierung der Epiphyse, das Verhindern eines weiteren Abrutschens, die Aufrechterhaltung einer normalen Hüftfunktion und die Vermeidung von zusätzlichen Komplikationen umfassen. Dazu ist eine frühe Diagnosestellung und ein operatives Vorgehen unumgänglich (2,8,9,28-36).

Um die verschiedenen Möglichkeiten der Behandlung etwas übersichtlicher zu machen, möchte ich nun zuerst auf die verschiedenen Techniken zu sprechen kommen. Zum Abschluss dieses Kapitels werden dann noch die derzeitigen Kontroversen dargestellt und erörtert.

### 1.5.1 In-situ-Fixation

Die in-situ Fixation ist als Goldstandard in der Behandlung der ECF weitgehend akzeptiert. Ihr Ziel ist, ein weiteres Abrutschen der Epiphyse zu verhindern und somit das Risiko für ein späteres Auftreten von Osteoarthritis (OA) zu verringern (37,38).

Es stehen für die Durchführung der in-situ Fixation mehrere Möglichkeiten zur Verfügung: ein perkutanes oder offenes Pinning und interne Fixierung der Epi- und Metaphyse durch ein oder zwei Schrauben oder drei oder mehr Pins/Kirschner- (K-) Drähte (Abbildung 5). Jede dieser Möglichkeiten hat ihre Vor- und Nachteile, die individuell auf den Fall und auch auf die Erfahrung des Operateurs abgestimmt werden müssen (9).

Schrauben können beispielsweise eine stabile Fixation gewährleisten, stellen aber durch ihren größeren Durchmesser verglichen mit K-Drähten ein Risiko für die Wachstumsfuge des Femurkopfes dar, der dadurch möglicherweise in seinem Wachstum gestört wird (9).

Es können Komplikationen wie etwa Schraubenpenetration, Frakturen des Femurhalses auf subtrochantärer Stufe, Progression des Abrutschens und inakkurate Positionierung der Schrauben auftreten (35).

Manche Studien haben herausgefunden, dass die Fixation mit K-Drähten die besten Kurz- und Langzeitergebnisse mit den geringsten Komplikationsraten verglichen mit einer Stabilisierung durch Schrauben, aufwiesen. Demgegenüber stehen Studien, die eher eine einzelne perkutane Schraubfixation bevorzugen (9).

Nichtsdestoweniger gewährleistet die in-situ Fixation sehr gute Langzeitergebnisse für die Integrität des Hüftgelenks. In einer Studie an 59 ECF-Grad I und II - Hüften, die durch eine in-situ Fixation behandelt wurden, mit einem durchschnittlichen follow-up von 30 Jahren, entwickelten nur 20% der Grad I - und 33% der Grad II – PatientInnen eine milde OA (39).

Hägglund et al. (40) zeigten OA in 24% der ECF-Fälle, die in-situ durch Pins oder Schrauben versorgt worden sind, bei einem durchschnittlichen follow-up von 28 Jahren. Mit einem follow-up von 41 Jahren fanden Carney et al. (41) heraus, dass in-situ Pinning bessere Langzeitergebnisse hervorbrachten als andere Methoden (symptomatische Behandlung, Spica cast und Osteotomie).

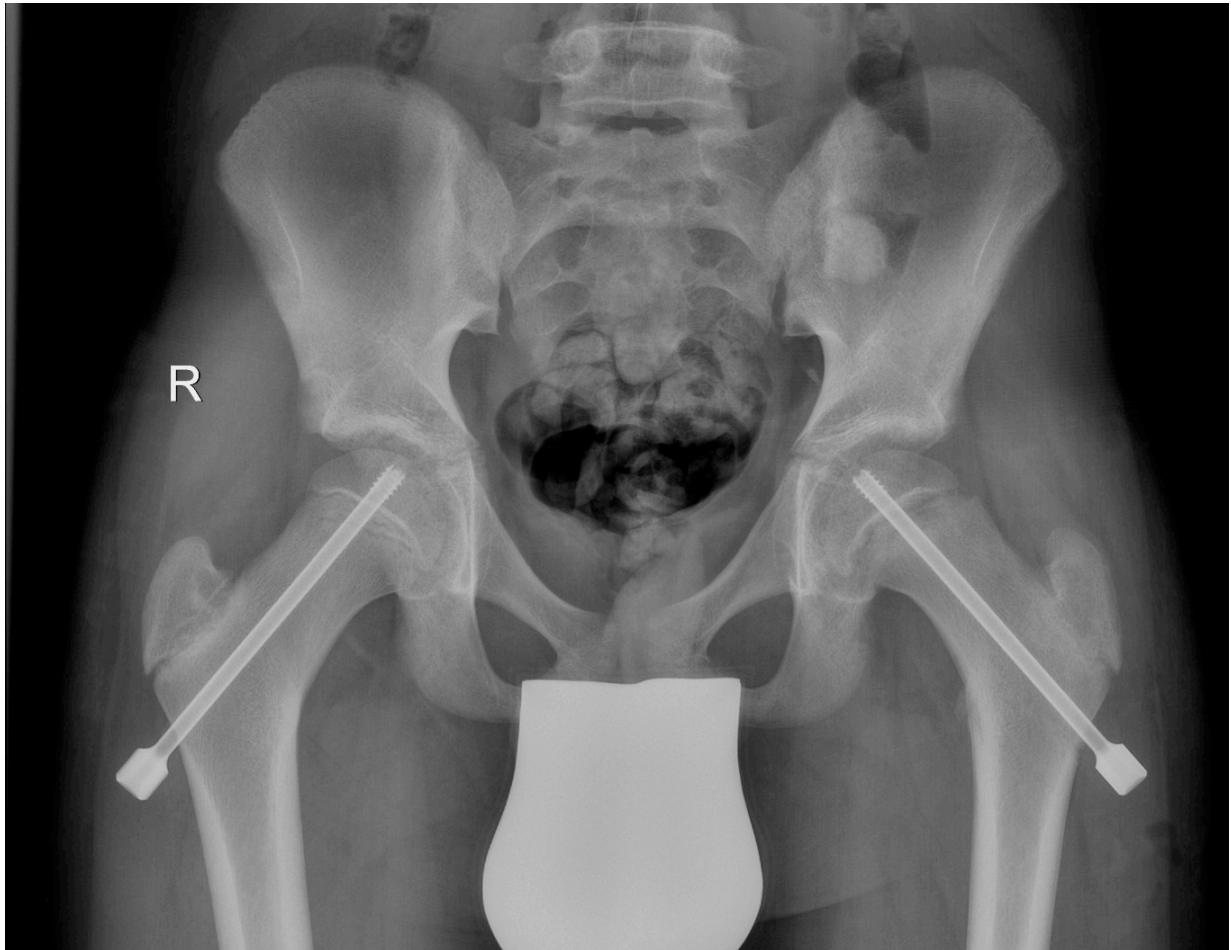


Abbildung 5: Röntgenbild einer beidseitigen In-situ Fixation eines Studienpatienten mit einer kanülierten Einzelschraube mit distalem Gewinde.

### 1.5.2 Osteotomien

Osteotomien, die zu einem Realignment führen, werden vor allem für die moderate und schwere Form der ECF verwendet. Es gibt zahlreiche verschiedene Typen, die sich durch die Lokalisation der Osteotomie unterscheiden (21,42-45).

Abbildung 6 gibt einen Überblick über die verschiedenen Korrekturosteotomien bei ECF.

Das primäre Prinzip der Osteotomie ist die Reduktion der Femurkopfeiphyse zum Femurhals. Dadurch sollen die Zugkräfte auf die versorgenden Gefäße vermindert und eine anatomische Reposition ermöglicht werden (9).

Während bei stabiler, in-situ fixierter ECF die Rate der avaskulären Nekrose des Hüftkopfes (AVN) gering ist, wurde das Risiko einer Nekrose nach Realignment-Prozeduren als beinahe umgekehrt proportional zur Entfernung der Osteotomie von der Epiphysenfuge beschrieben. Trotzdem haben nur

Osteotomien, die auf Höhe der Deformität durchgeführt werden, die Wiederherstellung einer normalen Hüftanatomie und damit einer theoretischen Reduzierung des OA-Risikos zur Folge (9). Hägglund et al. (46) haben eine hohe Rate von OA (64%) nach Femurhalsosteotomien bei einem follow-up von 28 Jahren gefunden. Jerre et al. (47) haben das Outcome von 36 Patienten mit moderater oder schwerer ECF, die durch eine Realignment-Osteotomie behandelt wurden, mit einem durchschnittlichen follow-up von 34 Jahren untersucht. Sie haben herausgefunden, dass 22 Hüften (56%) mittels Arthrolyse oder Endoprothese behandelt werden mussten, oder schwere Formen von OA vorlagen.

### **1.5.3 Kontroversen**

Die großen Kontroversen, die in der Literatur zu finden sind, umfassen vor allem:

- Therapie der instabilen ECF
- Die Rolle der Osteotomie in der Behandlung der ECF
- Die prophylaktische Fixation der kontralateralen Hüfte

#### ***1.5.3.1 Therapie der instabilen ECF***

Wie bereits oben beschrieben, kann man die ECF nach der Fähigkeit, das eigene Körpergewicht zu tragen, in eine stabile und instabile Form einteilen. Die signifikanteste Komplikation der instabilen ECF ist die avaskuläre Nekrose des Hüftkopfes (AVN) (1). Die Entwicklung einer AVN bei einem Jugendlichen mit ECF resultiert – je nach Ausprägung – fast immer in einer degenerativen Hüftgelenkserkrankung im späteren Leben (41,48). Die Prävalenz einer AVN reicht bei der instabilen ECF von 3% bis zu 84%, wohingegen sie bei der stabilen ECF nahezu null ist (32).

Die Frage ist nun, wie man am besten diese Komplikation verhindert. Weder der Schweregrad der ECF, die Art oder der Zeitpunkt einer chirurgischen Reposition beziehungsweise Fixation, noch die Menge der verwendeten Fixationspins/-schrauben konnten eindeutig als Risikofaktor identifiziert werden (32). Demzufolge bleibt diese Frage nach wie vor unbeantwortet.

Einig ist man sich aber, dass der vaskuläre Schaden und die damit resultierende AVN zum Zeitpunkt des akuten Abrutschens der Epiphyse passiert, wobei es zu einer Obstruktion oder Zerreißung der Retinaculumarterien kommt, die die Blutversorgung des Femurkopfes gewährleisten (31,49-54).

#### ***1.5.3.2 Die Rolle der Osteotomie in der Behandlung der ECF***

Die Rolle der Osteotomie ist vor allem in Hinblick auf den richtigen Zeitpunkt, die Art und die richtige Indikation kontrovers diskutiert. Manche AutorInnen empfehlen die Osteotomie bei allen Formen

der ECF, andere sehen sie eher als Reservemittel bei funktionellem Bedarf.

Auch bei der Wahl der richtigen Osteotomie Technik gibt es viele unterschiedliche Meinungen. Sollte die Osteotomie eher auf Höhe der Epiphysenfuge, oder distal davon, oder sogar im intertrochantären Bereich erfolgen?

Abbildung 6 gibt einen Überblick über die verschiedenen Osteotomie-Typen zur Korrektur von Deformitäten bei ECF.

Die meisten Studien zu diesem Thema beschreiben eine höhere Komplikationsrate der Osteotomien im Vergleich zu der in-situ-Fixation. Diese Komplikationen umfassen vor allem die AVN und die Chondrolyse, welche mit einer schlechten Langzeitprognose für das Gelenk vergesellschaftet sind (32).

In einer Langzeitstudie mit einem durchschnittlichen follow-up von 41 Jahren haben Carney et al. (41) herausgefunden, dass das Risiko für eine degenerative Hüftgelenkserkrankung steigt, je schwerer die ECF ist. Zusätzlich haben sie beobachtet, dass Kinder, die mittels in-situ-Fixation behandelt wurden, ein besseres Outcome hatten als jene, die mittels Realignment behandelt wurden. Dabei war der IOWA-Hip-Score für milde, moderate und schwere ECF bei 77, 72 und 68 Punkten bei Realignment, und 88, 88 und 85 Punkten bei in-situ-Fixation.

Wenn jedoch eine Korrekturosteotomie zur Behandlung der ECF angestrebt wird, sind die aktuell modernen Varianten vor allem die Imhäuser-Osteotomie sowie die von Ganz modifizierte Dunn-Osteotomie.

Bei der intertrochantären Korrekturosteotomie nach Imhäuser wird durch eine operative Korrektur die durch den epiphysären Gleitprozess entstandene Deformität des proximalen Femurs mittels einer wiederaufrichtenden (zumeist flektierenden und innenrotierenden) Osteotomie auf intertrochantärem Niveau eine Reduktion der Impingement-verursachenden Offsetstörung des koxalen Femures angestrebt und somit auch die Prävalenz einer sekundären Koxarthrose vermindert (55). Die von Ganz modifizierte Dunn-Osteotomie ist eine subkapitale Korrekturosteotomie, die zwar als schwieriges, aber auch sicheres operatives Vorgehen zur Behandlung der abgerutschten Epiphyse gilt. Hierbei wird die Gefahr einer Überdehnung oder eines Risses der Retinakulumarterien während der Kallusresektion am Schenkelhals reduziert und eine anatomische Reposition der Kalotte ermöglicht (56).

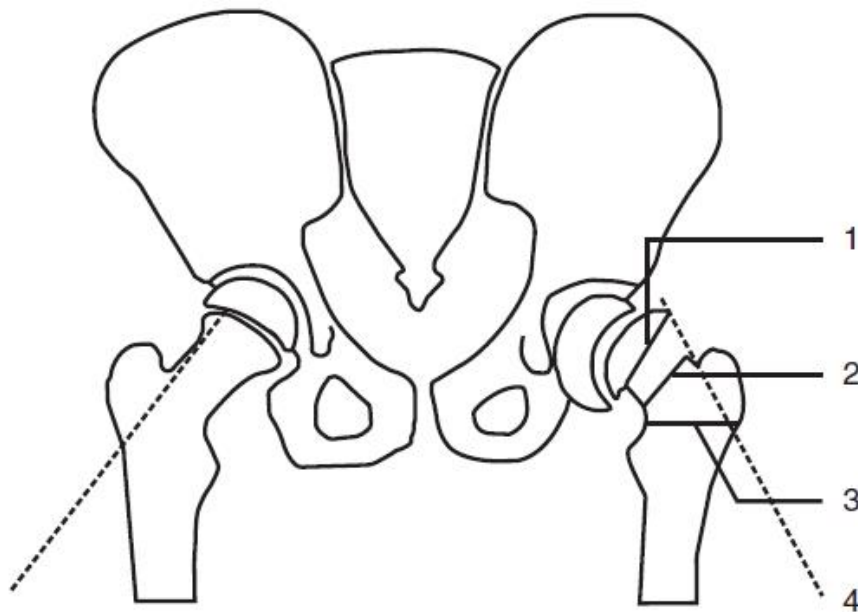


Abbildung 6: Die verschiedenen Osteotomie-Typen zur Korrektur einer Deformität: [1] Subkapital: Dunn, Fish, Ganz; [2] Femurhals: Kramer, Barmada; [3] Intertrochantär: Imhäuser, Southwick; [4] Linie von Klein: Wenn die Epiphyse die Linie von Klein nicht schneidet, ist sie auf das Vorliegen einer ECF verdächtig (From Zilkens C, Jäger M, Kim Y, Millis MB, Krauspe R. Slipped Capital Femoral Epiphysis. European Instructional Lectures 2009;9:47-60. (9))

### 1.5.3.3 Die prophylaktische Fixation der kontralateralen Hüfte

Die prophylaktische Fixation der kontralateralen, nicht betroffenen Hüfte, sorgt auch für viele Diskussionen in der Fachwelt. Wohingegen in Europa diese Methode weithin akzeptiert wird, bleibt sie vor allem in Nordamerika kontrovers (32,34). Obwohl die Prävalenz der bilateralen ECF, die sich nur in 10% bis 20% initial als solche darstellt, zwischen 20% und 35% liegt (19), bleiben immerhin 65% bis 80% übrig, die sich einer unnötigen Operation unterziehen müssen. Auch auf die Gefahr hin, dass diverse Komplikationen auftreten, die von Periimplantatfrakturen bis hin zur AVN reichen können (57,58), muss ein besonderes Augenmerk auf die Wahl dieser Methode gelegt werden.

## 1.6 Komplikationen

Zu den möglichen Folgen einer ECF zählen vor allem:

- Avaskuläre Femurkopfnekrose (AVN)
- Chondrolyse
- Osteoarthritis (OA)

Somit gilt die ECF als eine präarthrotische Deformität. All diese Komplikationen führen zu einer Deformität und Degeneration des Hüftgelenks, was letztendlich den Einsatz eines künstlichen Hüftgelenks notwendig macht (9).

### 1.6.1 Osteoarthritis (OA)

Studien haben gezeigt, dass das Risiko einer OA höher ist, je größer der initiale Abrutschwinkel ist. Maussen et al. (59) zeigten, dass bei nur einer von zehn Hüften mit einem Abrutschwinkel von weniger als 40° Zeichen einer OA erkennbar war, wohingegen sich bei 15 von 16 Hüften mit einem Abrutschwinkel von mehr als 40° bereits Anzeichen einer OA zeigten. All diese PatientInnen wurden hierbei mit einer Korrekturosteotomie behandelt.

Es hat sich gezeigt, dass sich eine OA bei PatientInnen mit einer ECF mit einer Häufigkeit von bis zu 41% entwickeln kann (60). Spezifische Erkrankungs- und Behandlungskomplikationen der ECF werden dafür verantwortlich gemacht. Eine häufige Komplikation ist die sekundär-degenerative OA, die durch ein femoroacetabuläres Impingement ausgelöst wird (60).

#### 1.6.1.1 Femoroacetabuläres Impingement (FAI)

Das Femoroacetabuläre Impingement (FAI) zeigt sich klinisch als eine schmerzhafte Limitierung der Hüftgelenksbewegung, die aus bestimmten morphologischen Abnormitäten des Femurkopfes beziehungsweise Femurhalses und/oder dem umgebenden Acetabulum resultiert (61).

Es werden drei Typen des FAI unterschieden (Abbildung 8):

- **Cam-Impingement:** bezeichnet eine Protrusion des Knochens, die meistens im anteriosuperioren Bereich zwischen Femurkopf und –hals lokalisiert ist, also lateral der Wachstumsfuge. Beim Hüftgelenk führt diese Asphärizität zu einer ungewollten Kräfteverteilung Richtung Acetabulum während der Flexion und Innenrotation. Dies mündet in einem Verschleiß des Labrums und des Knorpels.

- **Pincer- Impingement:** beschreibt eine übermäßige Abdeckung des Femurkopfes durch das Acetabulum
- **Kombiniertes- Impingement:** Cam- und Pincer- Impingement kommen kombiniert vor

Damit einhergehend steigt auch das Risiko zur Entwicklung einer OA, da diese mit der residualen Hüftdeformität korreliert (60,62).

### 1.6.2 Chondrolyse

Die häufigste Ursache für Chondrolyse stellt der Durchtritt des epiphysären Fixationspins durch das Gelenk dar. Bei der primären Fixation ist daher unbedingt darauf zu achten, dass die Schraube/der Kirschner - Draht nicht im Gelenk zu liegen kommt. Die Diagnose der Chondrolyse wird gestellt, wenn der Gelenkspalt eine Weite von 3mm unterschreitet (36) . Der/die Fixations –Pin/s ist/sind dann umgehend zu entfernen. Wird der Pin nicht entfernt, oder kommt es zur starken Verschmälerung des Gelenkspaltes mit limitiertem Bewegungsumfang und Schmerzen, sind Eingriffe wie Arthrolyse oder Endoprothetik indiziert (9).

### 1.6.3 Avaskuläre Nekrose (AVN)

Die Hauptgründe zur Entwicklung einer AVN stellen vor allem ein starker Abrutsch der Epiphyse, kräftige wiederholende Manipulationen bei der geschlossenen Reposition, die offene Reposition und/oder die proximale Femurosteotomie dar (63). Verantwortlich scheint eine Unterbrechung der Blutzufuhr zu sein (Abbildung 7). Der Vorteil der in-situ Fixation gegenüber offenen Osteotomien besteht somit nicht nur in der einfachen technischen Anwendung und dem minimal-invasivem Eingriff, sondern auch in einem reduzierten Risiko einer Nekrose des Femurkopfes (35). Das Risiko einer AVN liegt bei allen Formen der ECF bei etwa 20%, wobei bei wiederholenden Manipulationen das Risiko auf bis zu 47% gesteigert sein kann (31). Demzufolge stellt sich die Frage, ob eine offene operative Einstellung und eine Therapie mittels Osteotomie gerade bei milden und moderaten Formen der ECF erstrebenswert ist, da hierdurch das erhöhte Risiko einer irreversiblen Hüftgelenksschädigung durch eine AVN in Kauf genommen werden muss.

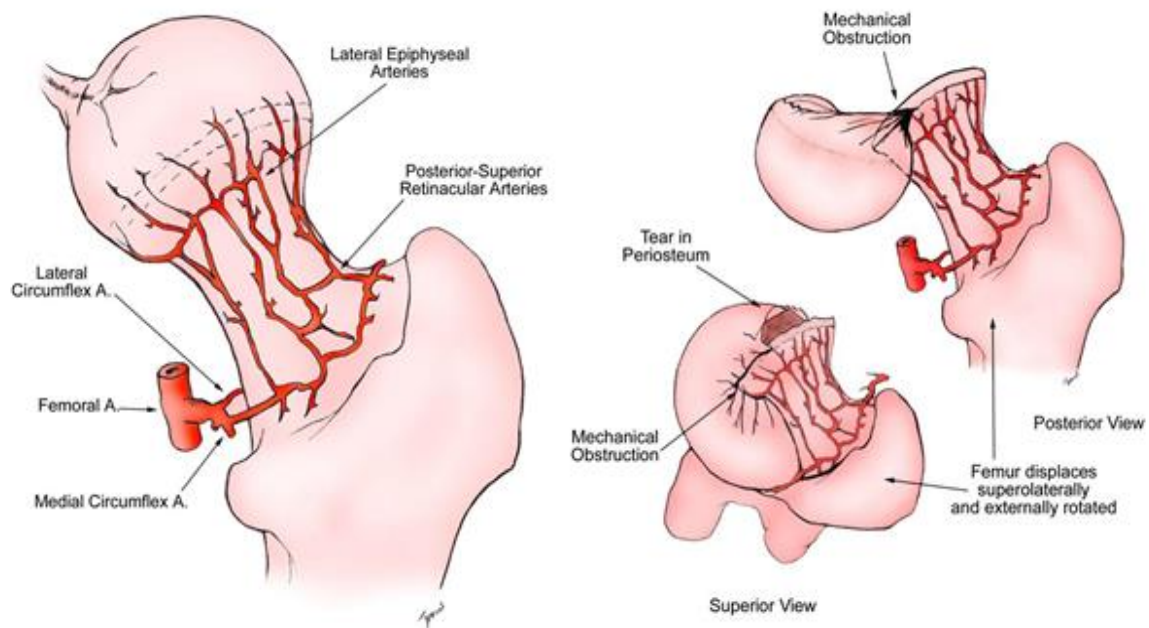


Abbildung 7: Avaskuläre Nekrose des Femurkopfes. Links: Illustration der normalen Blutzirkulation des Femurkopfes von dorsal. Die postero-superioren Retinaculumarterien (Posterior-Superior Retinacular Arteries) sind die Hauptversorgungsgefäße der Epiphyse. Sie durchziehen den Femurhals innerhalb der Gelenkkapsel und geben die lateralen epiphysealen Arterien (Lateral Epiphyseal Arteries) an der Grenze zwischen Femurhals und -kopf ab. Von dort durchstoßen sie den Knochen und versorgen die Epiphyse.

Rechts: Dieses Bild zeigt wie die Blutzufuhr zum Femurkopf durch subkapitale Femurhalsfrakturen oder eine Epiphyseolysis capitis femoris komprimiert wird. Wenn die Epiphyse oder der Femurhals sich vom Femurkopf entfernt, wird die Metaphyse superolateral verschoben und der Femur rotiert nach außen. Dies hat zur Folge, dass die distalen postero-superioren Retinaculumarterien und die lateralen epiphysealen Arterien abgedrückt oder verrotiert werden, was den Blutfluss zur Epiphyse komprimiert. Sollte dieser Umstand persistieren, besteht ein hohes Risiko einer avaskulären Nekrose des Femurkopfes. A=Arterie (From Aiello M. Imaging in Avascular Necrosis of the Femoral Head. 2015; Available at: <http://emedicine.medscape.com/article/386808-overview>. Accessed 18.11.2015, 2015. (64)).

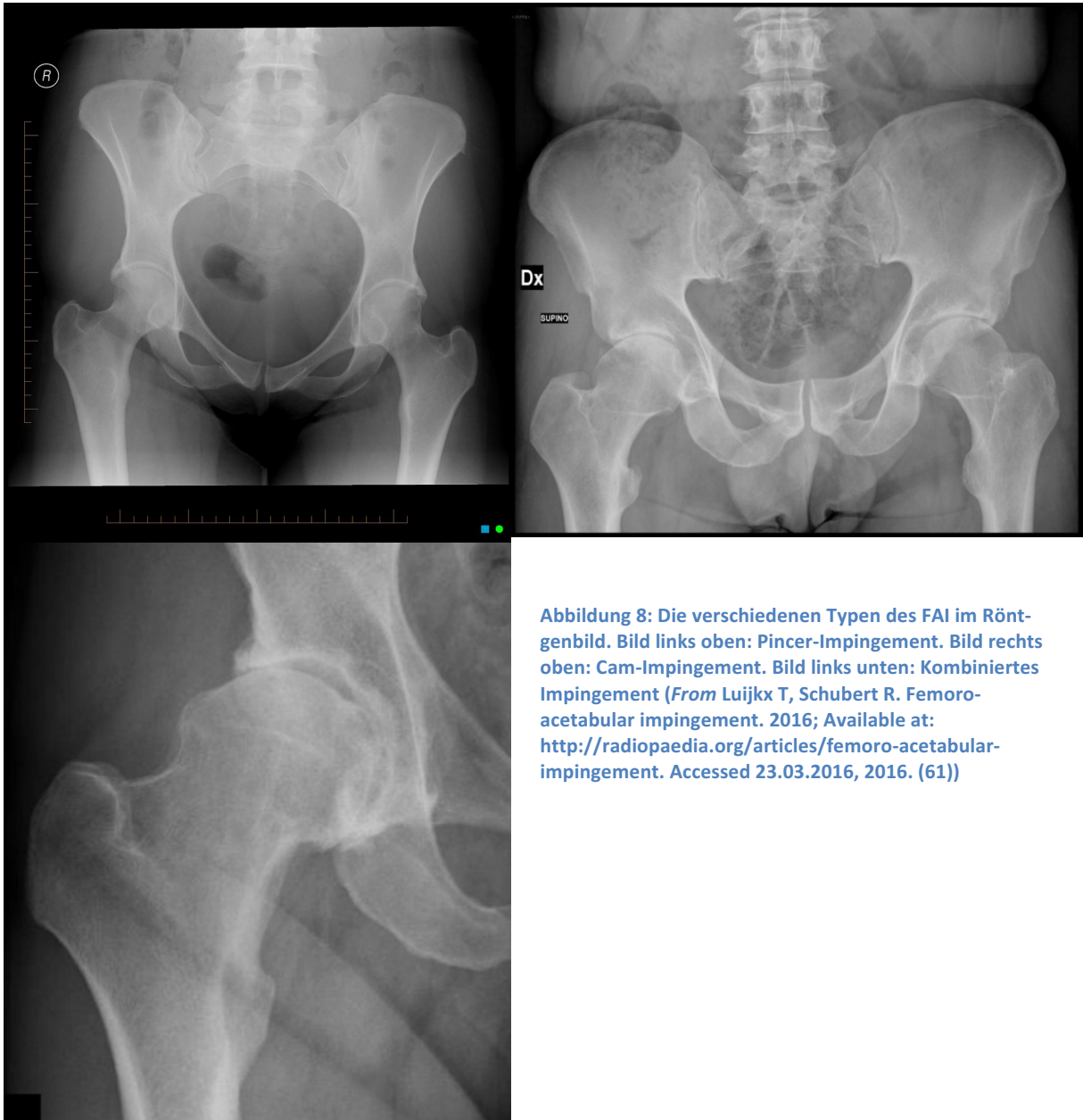


Abbildung 8: Die verschiedenen Typen des FAI im Röntgenbild. Bild links oben: Pincer-Impingement. Bild rechts oben: Cam-Impingement. Bild links unten: Kombiniertes Impingement (From Luijckx T, Schubert R. Femoro-acetabular impingement. 2016; Available at: <http://radiopaedia.org/articles/femoro-acetabular-impingement>. Accessed 23.03.2016, 2016. (61))

## 1.7 Prognose

Die ECF ist einer der häufigsten Hüftgelenkserkrankungen bei Jugendlichen. Es besteht das Risiko einer OA im späteren Leben, wobei aber die symptomatische OA erst ab der vierten oder fünften Lebensdekade auftritt (36,39,41). Deshalb ist es notwendig, dass Langzeitstudien, wie die hier vorliegende, durchgeführt werden, um klinische und radiologische Ergebnisse vorhersagen zu können. Das Ziel der Behandlung der ECF besteht vor allem darin ein weiteres Abrutschen der Epiphyse und Komplikationen, wie Chondrolyse und AVN, zu verhindern. Die Verwendung der in-situ Fixation mit einer Einzelschraube hat durchwegs gute Ergebnisse gebracht und wird auch deshalb sehr häufig als Therapie genutzt (35,36).

Der initiale Abrutschwinkel – und damit der Schweregrad der ECF – ist stark mit der Entwicklung einer degenerativen Hüftgelenkserkrankung vergesellschaftet. In mehr als 80% der PatientInnen mit einem Abrutschwinkel von weniger als 40° sind die Resultate gut. Wenn der Abrutschwinkel aber mehr als 60° beträgt, tritt die OA in mehr als 50% der Fälle nach 20 oder 30 Jahren auf (9).

Auch die Behandlungsform spielt eine beachtenswerte Rolle in der Prognose der ECF. Eine sehr bedenkliche Komplikation der Behandlung ist die AVN des Femurkopfes, die stark mit der Instabilität der ECF vergesellschaftet ist (1). Die AVN wurde als Risikofaktor für die frühe Entwicklung einer schweren OA des Hüftgelenks identifiziert (48).

Wie schon mehrmals erwähnt, spielt hier die Osteotomie als Risikofaktor für eine AVN eine entscheidende Rolle (32,35,46,47,63).

Zwei klassische Studien haben in der Vergangenheit die Rolle der in-situ Fixation als eine sichere und zuverlässige Methode bei der Behandlung der ECF beschrieben (41,65). Der IOWA-Hip-Score nach in-situ Fixation von moderaten und schweren chronischen Fällen von ECF wurde mit einer Punktzahl von 85 aus 100 möglichen Punkten bei einem durchschnittlichen follow-up von 41 Jahren berichtet (41). Nichtsdestoweniger hat sich herausgestellt, dass auch verbleibende Deformitäten, die mit einer milden ECF einhergehen, eine Rolle in der Entwicklung der OA aufweisen. Ein dadurch resultierendes femoroacetabuläres Impingement (FAI), das aus einer abnormen Morphologie des proximalen Femurs hervorgeht, wurde mit der Entwicklung einer OA in Verbindung gebracht (1).

Dies könnte bedeuten, dass die in-situ Fixation und ihr damit resultierendes metaphysäres Remodelling bei milder ECF kein notwendigerweise benigner Prozess ist.

## **2 Studienziele**

### **2.1 Hauptzielparameter**

Die Hauptzielgröße dieser Studie ist das klinische und radiologische Outcome des Hüftgelenks nach in-situ Fixation anhand der Auswertung von prä- und postoperativen Röntgenbildern, einer postoperativen MRT-Untersuchung, sowie anhand von postoperativ erhobenen standardisierten klinischen Scores.

### **2.2. Nebenzielparameter**

Als Nebenzielgrößen wurde anhand einer klinischen Untersuchung das Bewegungsausmaß analysiert, sowie die Häufigkeit und das Outcome additiver sekundärer Korrekturosteotomien bezüglich Sphärik und Kongruenz im Hüftgelenk anhand radiomorphologischer Kriterien erhoben.

## **3 Material und Methoden**

### **3.1 Studiendesign**

In diese Studie wurden PatientInnen inkludiert, die aufgrund einer Epiphyseolysis capitis femoris an der Abteilung für Kinderorthopädie der Medizinischen Universität Graz zwischen 1998 und 2012 mittels in-situ Fixation behandelt wurden. Klinische und radiologische Daten wurden retrospektiv erhoben. Außerdem wurde eine klinische und radiologische Nachuntersuchung durchgeführt. Die Datenanalyse erfolgte deskriptiv explorativ.

### **3.2 PatientInnen**

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz geprüft und genehmigt (Ethikkommissionsnummer 27-098 ex 14/15). Die für die Studie geeigneten PatientInnen, und bei Minderjährigkeit auch deren gesetzliche Vertreter, wurden schriftlich oder telefonisch zu einer klinischen und radiologischen Nachuntersuchung eingeladen. Für die Datenerhebung wurde das Dokumentationssystem MEDOCS verwendet. Es handelt sich dabei um ein SAP basiertes System, das an der gesamten Universitätsklinik Graz für die administrative Patientenverwaltung, Kostenkalkulation sowie Speicherung und Verwaltung von Patientendaten verwendet wird. Patientenbezogene stationäre und ambulante Daten, aber auch Operations-bezogene Daten wurden aus MEDOCS entnommen.

Die Röntgenbilder der Patienten wurden mit dem PACS (Picture archiving and communication system) beurteilt. Inkomplette Datensätze wurden gestrichen.

#### **3.2.1 Kriterien für die Studienteilnahme**

Eingeschlossen wurden alle PatientInnen, die an der Abteilung für Kinderorthopädie der Medizinischen Universität Graz von 1998 bis 2012 bei Vorliegen einer Epiphyseolysis capitis femoris mittels in-situ Fixation behandelt wurden und die ihre schriftliche Genehmigung gaben, bevor sie an der Studie teilnahmen.

Die folgende Tabelle zeigt, unter welchen Kriterien die StudienteilnehmerInnen ausgewählt wurden:

Kriterien für die Studienteilnahme	
<b>Einschlusskriterien</b>	PatientInnen mit ECF
	Operative Therapie durch in-situ Fixation
	Alter zwischen 8 und 18 Jahre zum OP-Zeitpunkt
	Durchgeführte in-situ Fixation zwischen 1998 und 2012 an der Abteilung für Kinderorthopädie der Medizinischen Universität Graz
<b>Ausschlusskriterien</b>	Einwilligung zur Studienteilnahme
	Keine Einwilligung zur Studienteilnahme
	Vorhandene Schwangerschaft (nur für die Röntgenuntersuchung)
	Schwere körperliche/geistige Behinderungen, die eine Teilnahme an der Nachuntersuchung unmöglich machen

Tabelle 2: Kriterien für die Studienteilnahme

### 3.3 Datenschutz

Alle PatientInnen wurden mit einer fortlaufenden Nummer codiert (pseudonymisiert). Die auszuwertenden Daten wurden mit diesem Code versehen in einer Microsoft® Excel- Tabelle oder in einer SPSS®- Datenbank auf einem PC mit Zugriffsbeschränkungen an der Abteilung für Kinderorthopädie der Medizinischen Universität Graz gespeichert und anschließend ausgewertet.

Lediglich der Autor und autorisierte Personen hatten Zugriff auf die Originaldaten.

### 3.4. Statistische Auswertung

Die Datenerfassung, die deskriptive statistische Auswertung und die graphische Darstellung erfolgten mittels Microsoft® Excel 2010. Zur Berechnung wurden hierbei Median (MD), Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Minimum (MIN) und Maximum (MAX) ermittelt. Weiterhin wurden die Schenkelhalslängen vor und nach der in-situ Fixation bestimmt und miteinander verglichen. Nach Kolmogorow-Smirnow lag statistisch keine Normalverteilung der PatientInnendaten vor. Zum Vergleich unverbundener Stichproben wurde daher der Mann-Whitney-U-Test angewandt, zum Vergleich verbundener Stichproben der Wilcoxon Rangsummentest. Das Signifikanzniveau wurde bei 0.05 gesetzt. Zur statistischen Berechnung wurde SPSS® Statistics, Version 22.0 verwendet.

## 3.5 Präoperative Untersuchungen

### 3.5.1 Klinische Untersuchungen

#### 3.5.1.1 Berechnung des Body-Mass-Index

Weil die ECF häufig mit einem Gewicht oberhalb der 3. Perzentile in Verbindung gebracht wird, wurde der BMI der PatientInnen zum Operationszeitpunkt anhand von Gewicht und Körpergröße aus den medizinischen Aufnahme­daten berechnet.

$$BMI = \frac{\text{Körpergewicht (in kg)}}{\text{Körpergröße}^2 \text{ (in Meter)}}$$

#### 3.5.1.2 Klassifikation der ECF

In dieser Studie wurden alle ECF-Hüften wie folgt klassifiziert (9):

##### 3.5.1.2.1 Nicht radiologische Klassifikation

1. **Zeitliches Auftreten** (akut, chronisch, akut auf chronisch):

Die zeitliche Klassifikation erfolgte anhand der Symptombdauer in akut (Dauer der Symptome unter drei Wochen), chronisch (Dauer der Symptome über drei Wochen) und akut auf chronisch (milde Symptomatik mit einer Dauer von mehreren Monaten und plötzlicher Verschlechterung). Die Symptombdauer bis zur Diagnose wurde aus den medizinischen Aufnahmebefunden errechnet.

2. **Stabil – Instabil**

Die klinische Klassifikation erfolgte anhand der Fähigkeit das eigene Körpergewicht zu tragen in: stabil (gefähig) und instabil (nicht gefähig). Dies wurde anhand der klinischen Erhebungen aus den Aufnahmebefunden bei Diagnose festgestellt.

## **3.5.2 Radiologische Untersuchungen**

### ***3.5.2.1 Untersuchungen am Röntgenbild***

#### **3.5.2.1.1 Radiologische Klassifikation der ECF**

Die radiologische Klassifikation und somit die Schwere des Abrutsches wurde am präoperativen Röntgenbild in der lateralen Aufnahme (Lauenstein-Aufnahme) gemessen (Abbildung 2) und anhand des lateralen Kopfschaftwinkels nach Southwick in mild ( $\leq 30^\circ$ ), moderat ( $31^\circ$ - $49^\circ$ ) und schwer ( $\geq 50^\circ$ ) eingeteilt (21).

#### **3.5.2.1.2 Bestimmung des CCD-Winkels**

Der Centrum-Collum-Diaphysenwinkel bildet den Winkel zwischen einer halbierenden Geraden durch den Femurschaft und einer halbierenden Geraden durch den Schenkelhals (Abbildung 9). Dieser Winkel wurde im Röntgenbild bei Diagnose und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung an den Hüften gemessen.

## 3.6 Postoperative Untersuchungen

### 3.6.1 Klinische Untersuchungen

#### 3.6.1.1 Bewegungsumfang

Der Bewegungsumfang (ROM) des Hüftgelenks wurde klinisch nach der Neutral-Null-Methode in allen Ebenen in Bauch- und Rückenlage getestet.

Dabei wurde das Hüftgelenk sowohl in gebeugtem Zustand (Rückenlage), als auch in gestrecktem Zustand (Bauchlage) hinsichtlich der passiven Beweglichkeit untersucht. Hierbei wurden folgende Bewegungsmaße unter Verwendung eines Goniometers nach der Neutral-Null-Methode, welche das Bewegungsausmaß eines Gelenkes in Winkelgraden um eine bestimmte Achse angibt, erfasst:

- Flexion/Extension
- Abduktion/Adduktion bei Streckung im Hüftgelenk
- Abduktion/Adduktion bei 90°-Beugung im Hüftgelenk
- Innenrotation/Außenrotation in Bauchlage mit gestrecktem Hüftgelenk
- Innenrotation/Außenrotation bei 90°-Beugung im Hüftgelenk

#### 3.6.1.2 Scores

Im Rahmen der Nachuntersuchung wurden standardisierte Fragebögen verwendet. Diese Fragebögen sind im Anhang aufgeführt:

1. Harris-Hip-Score
2. IOWA-Hip-Score

Die Integrität des Hüftgelenks wurde mittels Harris-Hip-Score (HHS) und IOWA-Hip-Score (IHS) eingeteilt.

##### 3.6.1.2.1 Harris-Hip-Score

Der HHS dient zur Beurteilung der Hüftintegrität und ist in drei Bereiche gegliedert:

- Schmerzen (maximal 44 Punkte)
- Funktion (maximal 47 Punkte)
- Physische Darstellung sowie Bewegungsfreiheit (maximal 9 Punkte)

Je höher die erreichte Punktzahl, desto physiologischer ist die Hüftintegrität.

#### 3.6.1.2.2 IOWA-Hip-Score

Der des Weiteren verwendete IHS besteht aus zwei Scores, die wiederum mehrere Untergruppen aufweisen:

Score 1 (maximal 100 Punkte) wurde in folgende Untergruppen geteilt:

- Funktion (maximal 35 Punkte)
- Schmerzen (maximal 35 Punkte)
- Gangbild (maximal 10 Punkte)
- Fehlen von Deformitäten (maximal 10 Punkte)
- Bewegungsumfang (maximal 10 Punkte)

Score 2 (maximal 100%) wurde in folgende Untergruppen geteilt:

- Schmerzen (maximal 40%)
- Funktion (maximal 30%)
- Gangbild (maximal 15%)
- Anatomische Bewertung (maximal 15%)

Je höher die erreichten Punkte bzw. Prozentzahl des IHS, desto besser ist die physiologische Integrität des Hüftgelenks.

Die Scores wurden nur postoperativ erhoben.

## 3.6.2 Radiologische Untersuchung

### 3.6.2.1 Untersuchungen am Röntgenbild

#### 3.6.2.1.1 Bestimmung des CCD-Winkels

Der Centrum-Collum-Diaphysenwinkel bildet den Winkel zwischen einer halbierenden Geraden durch den Femurschaft und einer halbierenden Geraden durch den Schenkelhals (Abbildung 9). Dieser Winkel wurde im Röntgenbild bei Diagnose und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung an den Hüften gemessen.

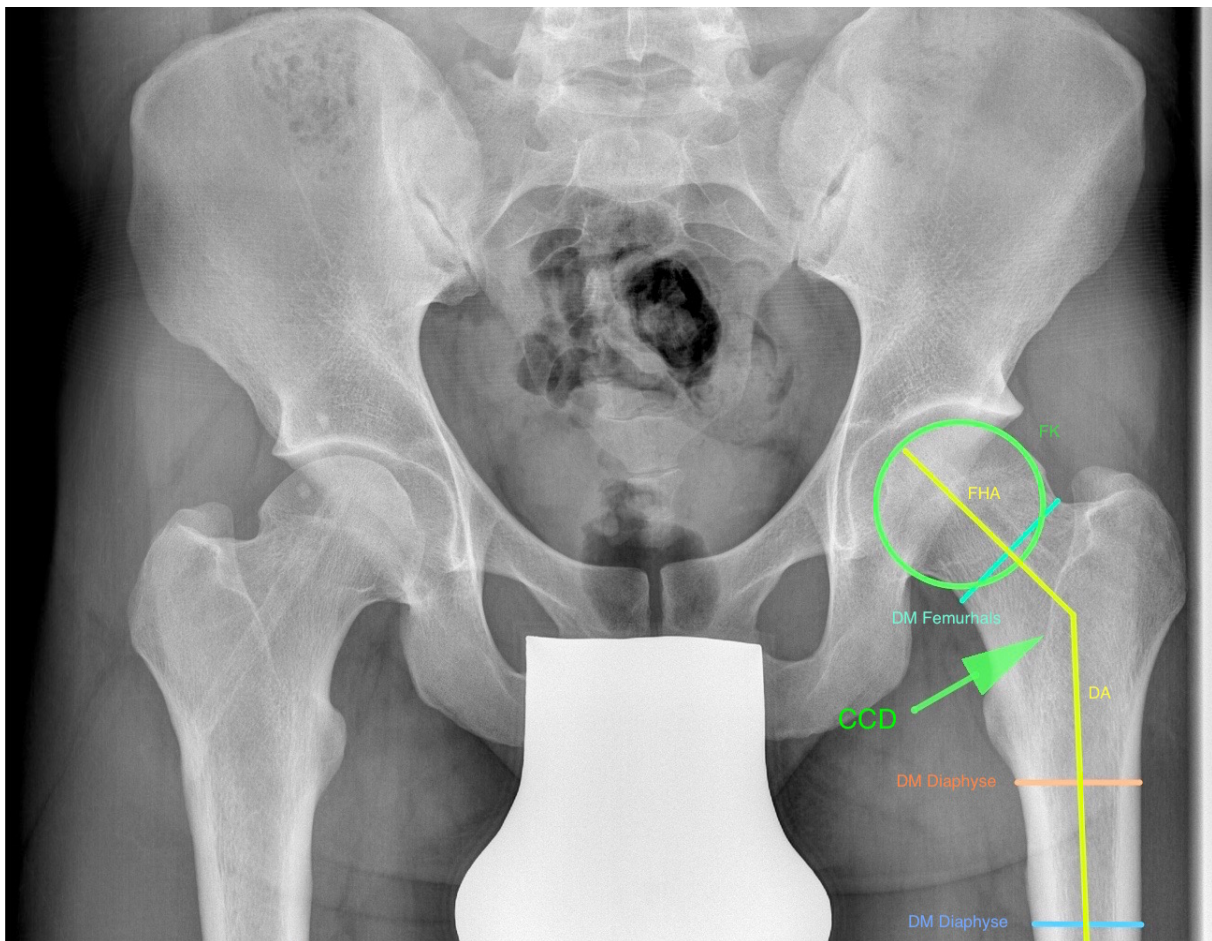


Abbildung 9: Berechnung des CCD-Winkel eines Studienpatienten. DM Diaphyse= Querdurchmesser der Diaphyse; DA= Diaphysenachse; DM Femurnais= Querdurchmesser des Femurnais; FHA= Femurnaisachse durch den Hüftkopfmittelpunkt; FK= projizierter Kreis des Femurkopfes; CCD= Centrum-Collum-Diaphysenwinkel.

### 3.6.2.1.2 Klassifikation der Osteoarthritis (OA)

Zur Klassifikation der Osteoarthritis wurden folgende radiologischen Klassifikationen gewählt und anhand dessen die Röntgenbilder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ausgewertet:

1. Radiologische Klassifikation der Arthrose nach Kellgren und Lawrence
2. Klassifikation der Osteoarthritis des Hüftgelenks nach Tönnis

Die Klassifikation nach Kellgren und Lawrence ist eine allgemeine Klassifikation der Arthrose und wird für alle Gelenke eingesetzt, wohingegen die Klassifikation nach Tönnis spezifisch für das Hüftgelenk eingesetzt wird.

#### 3.6.2.1.2.1 Klassifikation der Arthrose nach Kellgren und Lawrence

Die OA wurde anhand der radiologischen Klassifikation der Arthrose im Röntgenbild nach Kellgren und Lawrence (66) in vier Stadien eingeteilt:

Stadium	Radiologische Zeichen
1	Geringe subchondrale Sklerosierung. Keine Osteophyten. Keine Gelenkspaltverschmälerung
2	Geringe Gelenkspaltverschmälerung. Beginnende Osteophytenbildung. Angedeutete Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche.
3	Ausgeprägte Osteophytenbildung. Gelenkspaltverschmälerung. Deutliche Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche
4	Ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung bis zur vollständigen Destruktion. Deformierung/Nekrose der Gelenkpartner

Tabelle 3: Allgemeine Klassifikation der Arthrose im Röntgenbild nach Kellgren und Lawrence (From Dragowsky K, Müller M. Traumascores. 2016; Available at: <http://www.traumascores.com>. Ac-cessed 22.03.2016, 2016. (67))

### 3.6.2.1.2.2 Klassifikation der Osteoarthritis des Hüftgelenks nach Tönnis

Eine weitere in Vergleichsstudien (60) eingesetzte Klassifikation der Osteoarthritis des Hüftgelenks nach Tönnis (68) wurde ebenfalls vorgenommen:

Stadium	Radiologische Zeichen
<b>0</b>	Keine Zeichen der Osteoarthritis
<b>1</b>	<b>Mild:</b> Sklerosezeichen, leichte Gelenkspaltverschmälerung, keiner oder nur leichter Verlust der Femurkopfsphärizität
<b>2</b>	<b>Moderat:</b> Kleine Zysten, moderate Gelenkspaltverschmälerung, moderater Verlust der Femurkopfsphärizität
<b>3</b>	<b>Schwer:</b> Große Zysten, starke Gelenkspaltverschmälerung oder Obliteration des Gelenkspaltes, starke Deformität des Femurkopfes

Tabelle 4: Tönnis-Klassifikation der Osteoarthritis (*From Society of preventive hip surgery. Tönnis classification of osteoarthritis by radiographic changes. 2016; Available at: <http://www.preventivehip.org/hip-scores/tonnis-classification>. Accessed 25.03.2016, 2016. (69)*)

### 3.6.2.1.3 Bestimmung der Femurhalslänge

Zur Messung der Femurhalslänge wurde sowohl zum Zeitpunkt der Diagnose, als auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein Röntgenbild der Hüfte in anteroposteriorem Strahlengang verwendet. Unter Anwendung der Kriterien, die durch Bleck (70) beschrieben wurden, wurde die Femurhalslänge bestimmt (Abbildung 10).

Anhand dieser Messungen wurde das Wachstum des Femurhalses zwischen jenen beiden Zeitpunkten bestimmt.

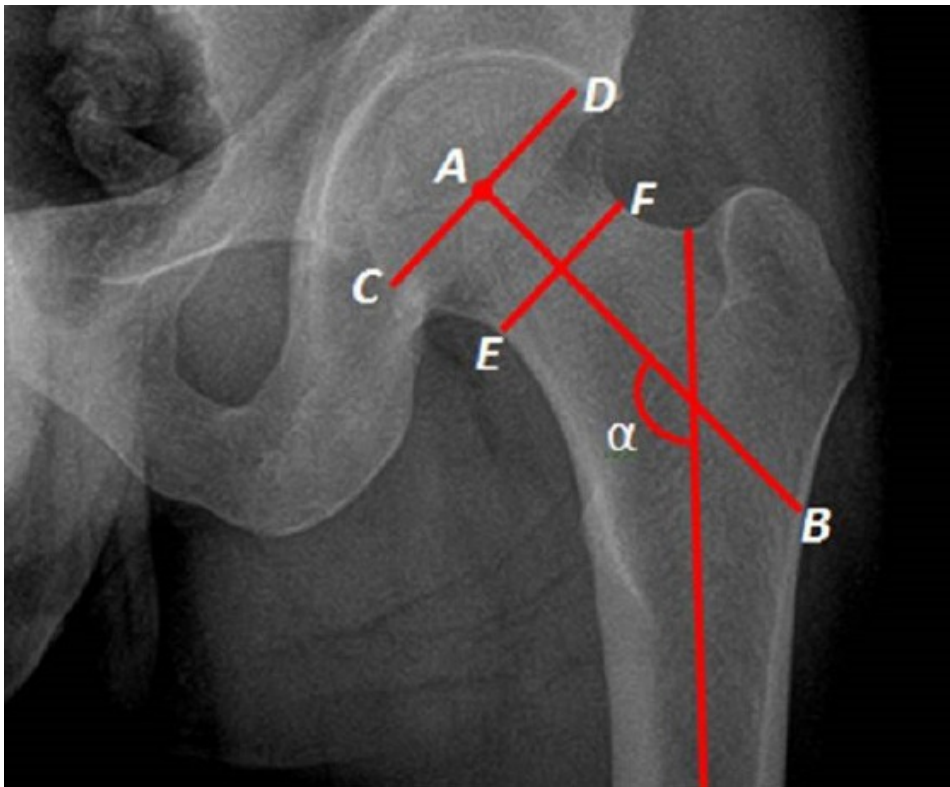


Abbildung 10: Die Methode zur Messung der Femurhalslänge (Linie AB): Die Länge zwischen dem lateralen Kortex des proximalen Femurs (B) und dem Zentrum des Hüftkopfes durch die Femurhalsachse (A).

Linie CD: Hüftkopfdurchmesser; Linie EF: Femurhalsdurchmesser;  $\alpha$ : CCD-Winkel.

(From Kazemi SM, Qoreishy M, Keipourfard A, Sajjadi MM, Shokrane S. Effects of Hip Geometry on Fracture Patterns of Proximal Femur. Archives of Bone and Joint Surgery 2016;4(3):248-252. (78)).

#### 3.6.2.1.4 Kongruenz der Gelenkspartner und Sphärizität des Femurkopfes

Um die Kongruenz der Gelenkspartner und die Sphärizität des Femurkopfes zu messen, wurden die konzentrischen Kreise von Mose (71) am Röntgenbild in ap- und Lauenstein-Aufnahme benutzt und wie folgt eingeteilt:

Sphärizität des Femurkopfes	Kongruenz zwischen Femur und Acetabulum	
Rund	Sphärisch	Kongruent
Oval	Asphärisch	Inkongruent
Irregulär		

Tabelle 5: Sphärizität des Femurkopfes und Kongruenz der Gelenkspartner.

#### 3.6.2.1.5 Femoroacetabuläres Impingement

Die Quantifizierung des FAI (siehe 1.6.1.1 Femoroacetabuläres Impingement (FAI) ff.) erfolgte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in Cam- und/oder Pincer-Impingement (61):

- Cam-Impingement
- Pincer-Impingement
- Kombiniertes-Impingement

### 3.6.2.1.6 „Tilt-deformity“

Die Halbierende des Schenkelhalses sollte den größten Kopfdurchmesser ungefähr in der Mitte schneiden (siehe 1.2. Pathogenese ff.). Ein Verhältnis bis 1,35 ist normal, darüber hinaus wird die Deformität als „tilt-deformity“, die eine Präarthrose darstellt, bezeichnet (18).

Dieses radiologische Zeichen wurde zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung am anteroposterioren Röntgenbild ausgewertet.

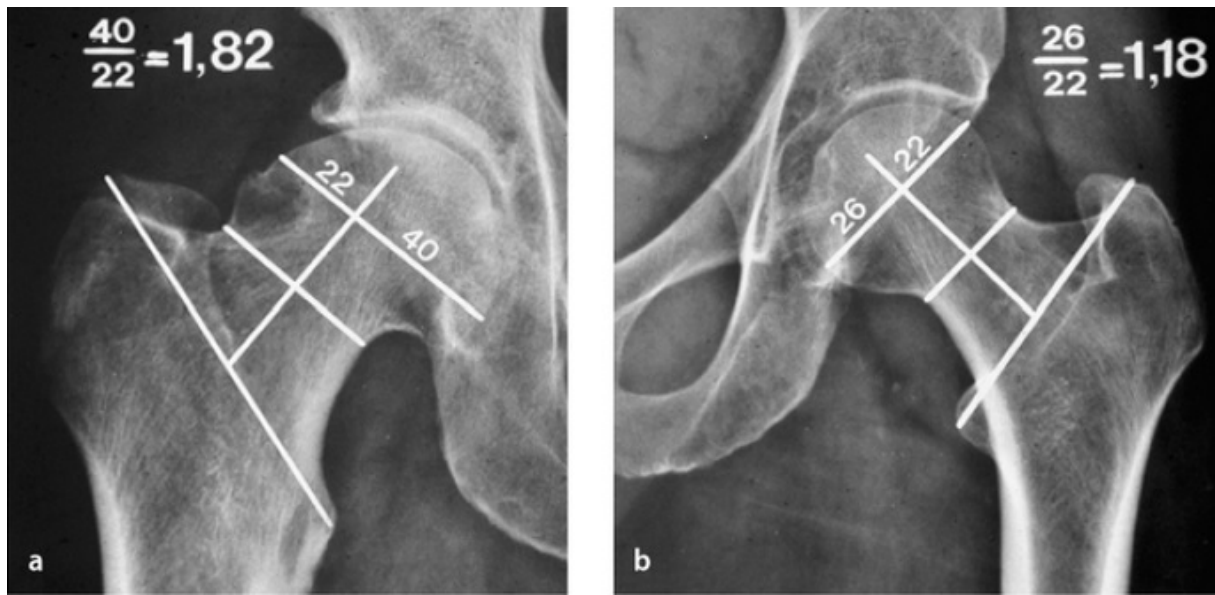


Abbildung 11: Darstellung zur Messmethode der "tilt-deformity". (b) zeigt ein normales Verhältnis. (a) zeigt das Vorliegen einer „tilt-deformity“ (From Hefti F. Epiphyseolysis capitis femoris. Kinderorthopädie in der Praxis. 2nd ed. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2006. p. 215-224. (18))

### 3.6.2.2 Untersuchungen am Magnetresonanztomographen

#### 3.6.2.2.1 Klassifikation der Avaskulären Femurkopfnekrose (AVN)

Die AVN wurde zusammen mit den Ergebnissen aus der Röntgen- und MRT-Untersuchung zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nach der ARCO (Association Research Circulation Osseous)- beziehungsweise der Ficat und Arlet-Klassifikation eingeteilt (72).

##### 3.6.2.2.1.1 ARCO-Klassifikation der AVN

Aufgrund der besseren Übersichtlichkeit wurden bei der ARCO-Klassifikation die Subklassifikationen nicht berücksichtigt.

Stadium	Radiologische Zeichen
<b>0</b>	positiv: Histologie negative/normal: Röntgen/CT/MRT/Szintigrafie
<b>I</b>	positiv: MRT und/oder Knochenszintigrafie negativ/normal: Röntgen/ CT
<b>II</b>	Röntgen: sklerotische, zystische oder osteoporotische Veränderungen des Femurkopfes
<b>III</b>	Röntgen: subchondrale Fraktur ("crescent sign")
<b>IV</b>	Röntgen: Abflachung des Femurkopfes
<b>V</b>	Röntgen: Abflachung des Femurkopfes und osteoarthrotische Veränderungen: Gelenkspaltverschmälerung und acetabuläre Veränderungen
<b>VI</b>	Komplette Zerstörung des Gelenkes

Tabelle 6: ARCO-Klassifikation der AVN (From Schmitt-Sody M, Kirchoff C, Mayer W, Goebel M, Jansson V. Avascular necrosis of the femoral head: inter- and intraobserver variations of Ficat and ARCO classifications. International Orthopaedics 2008;32(3):283-287. (72)).

### 3.6.2.2.1.2 Ficat und Arlet-Klassifikation der AVN

Stadium	Radiologische Zeichen
<b>0</b>	Unauffällig/normal
<b>I</b>	Unauffällig oder geringe Veränderungen (leicht angedeutete Osteoporose, Verschleierung des Trabekelmusters, subtiler Verlust der Transparenz)
<b>II A</b>	Diffuse/ fokale radiologische Veränderungen (Osteoporose, Sklerose, Zysten)
<b>II B</b>	Subchondrale Fraktur ("crescent sign"), segmentale Abflachung des Femurkopfes ("out-of-round appearance")
<b>III</b>	Gebrochene Kontur des Femurkopfes, Knochensequester, normaler Gelenkspalt
<b>IV</b>	Abgeflachte Kontur des Femurkopfes, Gelenkspaltverschmälerung, acetabuläre osteoarthrotische Veränderungen

Tabelle 7: Ficat und Arlet-Klassifikation der AVN (From Schmitt-Sody M, Kirchoff C, Mayer W, Goebel M, Jansson V. Avascular necrosis of the femoral head: inter- and intraobserver variations of Ficat and ARCO classifications. International Orthopaedics 2008;32(3):283-287. (72)).

### 3.6.2.2.2 Klassifikation von Knorpelschäden

Zur Klassifikation von Knorpelläsionen wurden zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mittels MRT die Outerbridge- und die aktuellere ICRS (Hyaline Cartilage Lesion Classification System der International Cartilage Research Society)- Klassifikation gewählt (67).

Outerbridge	ICRS Grad	ICRS Beschreibung
	<b>0</b>	keine erkennbaren Defekte
<b>1</b>	<b>1a</b>	intakte Oberfläche, Fibrillationen und/oder leichte Erweichung
	<b>1b</b>	zusätzlich oberflächliche Risse / Fissuren
<b>2</b>	<b>2</b>	Läsionstiefe <50% der Knorpeldicke (abnormaler Knorpel)
<b>3</b>	<b>3a</b>	>50% Tiefe der Knorpeldicke, nicht bis zur kalzifizierenden Schicht (schwer abnormaler Knorpel)
	<b>3b</b>	>50% Tiefe der Knorpeldicke, bis zur kalzifizierenden Schicht
	<b>3c</b>	>50% Tiefe der Knorpeldicke, bis zur subchondralen Platte
	<b>3d</b>	>50% Tiefe der Knorpeldicke, mit Blasenbildung
<b>4</b>	<b>4a/b</b>	vollständige Knorpelläsion mit Durchbruch der subchondralen Platte

Tabelle 8: Outerbridge- und ICRS-Klassifikation. In Erweiterung der 4-stufigen Outerbridge-Klassifikation von 1961 wurde 2003 durch die International Cartilage Research Society das „ICRS Hyaline Cartilage Lesion Classification System“ veröffentlicht, das als internationale Standardklassifikation angesehen werden kann (From Dragowsky K, Müller M. Traumascores. 2016; Available at: <http://www.traumascores.com>. Accessed 22.03.2016, 2016. (67))

### 3.6.2.2.3 Berechnung des Alpha-Winkels nach Nötzli

Der Alpha-Winkel beurteilt die Taillierungsstörung am Kopf-Hals-Übergang des Femurs. Es ist der Winkel zwischen der Achse, die den Hüftkopfmittelpunkt mit dem Schenkelhalsmittelpunkt verbindet, und jener Achse, die den Hüftkopfmittelpunkt mit jenem besonderen Punkt am Kopf-Hals-Übergang verbindet, an dem dieser einen projizierten Kreis verlässt (73).

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde diese Messung mittels MRT durchgeführt.

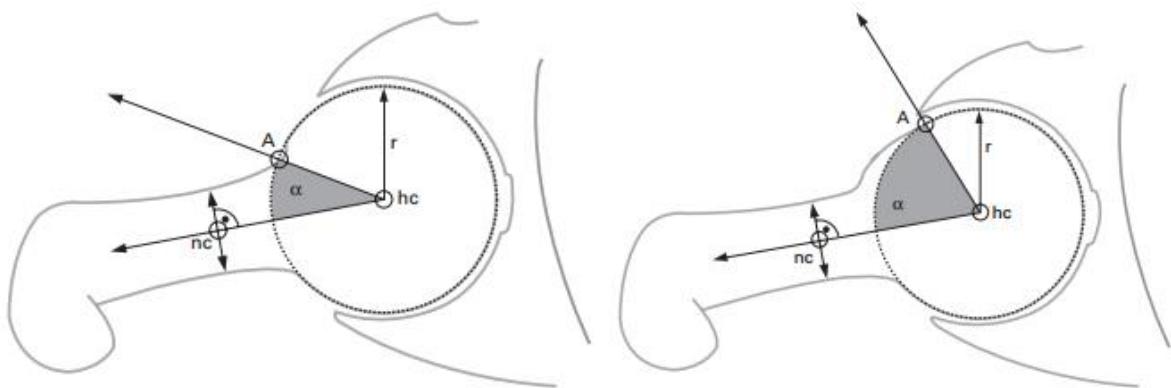


Abbildung 12: Diese Abbildung zeigt die Konstruktion des Alpha-Winkels ( $\alpha$ ). Punkt A ist der anteriore Punkt, an dem die Distanz vom Hüftkopfmittelpunkt (hc) den Radius (r) der subchondralen Fläche des Femurkopfes überschreitet. Der Alpha-Winkel wird dann als Winkel zwischen den Strecken A-hc und hc-nc - wobei nc das Zentrum des Femurhalses an seiner dünnsten Stelle ist - berechnet.

Das linke Bild zeigt eine Hüfte mit normalem Alpha-Winkel. Das rechte Bild zeigt eine typische Deformität mit größerem Alpha-Winkel (From Nötzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH, Schmid MR, Treiber K, Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. The Journal of bone and joint surgery. British volume 2002;84(4):556-560. (73))

## 4 Ergebnisse – Resultate

### 4.1 PatientInnen

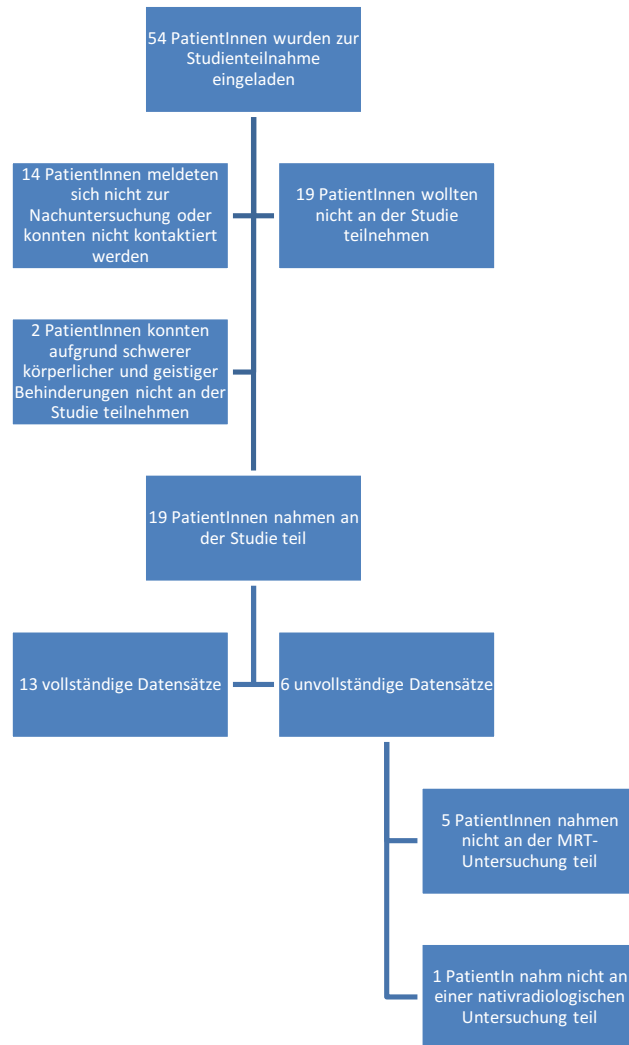


Abbildung 13: Organigramm zur PatientInnenauswahl

54 PatientInnen erfüllten die Einschlusskriterien. 19 PatientInnen nahmen an der klinischen Nachuntersuchung und radiologischen Nachuntersuchung teil. Dies entspricht einem follow-up von 35,2 %. 13 Personen sind männlich (68%), 6 Personen weiblich (32%).

35 PatientInnen wurden exkludiert. Gründe hierfür waren:

14 PatientInnen meldeten sich nicht zur Nachuntersuchung oder konnten nicht kontaktiert werden.

Sowohl nach schriftlichen, als auch nach telefonischem Kontaktversuch konnten diese PatientInnen nicht ausfindig gemacht werden. 2 PatientInnen konnten aufgrund schwerer körperlicher und geistiger Behinderung nicht teilnehmen. 19 PatientInnen wollten nicht an der Studie teilnehmen. Gründe dafür wurden nicht bekannt gegeben.

13 PatientInnen nahmen sowohl an der klinischen, als auch an den radiologischen Untersuchungen teil. 1 Person hat an der klinischen Untersuchung teilgenommen, ist aber zu den radiologischen Untersuchungen nicht mehr erschienen. Diese Person war auch nach mehrmaligem Kontaktversuch nicht mehr zu erreichen. Gründe dafür wurden nicht bekannt gegeben. 5 Personen nahmen lediglich an der nativ-radiologischen Untersuchung teil, jedoch nicht am MRT. Auch hierbei wurden keine Gründe für die Absage angegeben.

		N	%
<b>Anzahl PatientInnen</b>	weiblich	6	31,6
<b>Anzahl betroffener Hüftgelenke</b>		6	30
<b>Anzahl PatientInnen</b>	männlich	13	68,4
<b>Anzahl betroffener Hüftgelenke</b>		14	70
<b>Seitenverteilung</b>	links	14	70
	rechts	6	30

**Tabelle 9: Geschlechter- und Seitenverteilung**

Zum Diagnosezeitpunkt waren 20 Hüften bei 19 PatientInnen von einer ECF betroffen. 18 PatientInnen hatten einen unilateralen und 1 Patient einen bilateralen Abrutsch der Epiphyse. Eine beidseitige perkutane Verschraubung fand in jeden Fall statt.

#### **4.1.1 Demografische Beschreibung**

Zum Diagnosezeitpunkt waren die PatientInnen im Mittel 12,8 Jahre alt (range 10-16 Jahre). Das durchschnittliche Alter der Buben zum Diagnosezeitpunkt war 13,5 Jahre (range 11-16 Jahre), das der Mädchen 11,3 Jahre (range 10,6-12,7 Jahre). Die Schmerzanamnese vor Beginn der stationären Aufnahme betrug im Mittel 9 Wochen, variierte jedoch von minimal 1 Woche bis zu maximal 32 Wochen.

Der stationäre Aufenthalt betrug im Mittel 8,4 (range 4 - 22) Tage.

Die PatientInnen wurden nach durchschnittlich 11,5 Jahren (range 4,8 – 17,5) nach perkutaner Verschraubung nachuntersucht. Das mittlere PatientInnenalter zum Nachuntersuchungszeitpunkt war somit 24,3 (range 15,9 – 31,3) Jahre.

#### **4.1.2. Körperlicher Status zum Diagnosezeitpunkt**

Das mittlere Körpergewicht der StudienpatientInnen zum Diagnosezeitpunkt betrug bei den Buben 65 ( $\pm 9,17$ ) kg und reichte von 50 kg bis 84 kg. Bei einer durchschnittlichen Körpergröße von 1,63 ( $\pm 0,11$ ) Metern ergab das im Mittel einen BMI von 23,29 ( $\pm 3,65$ ) kg/m<sup>2</sup>. Bei den Mädchen betrug das mittlere Körpergewicht 52,33 ( $\pm 10,71$ ) kg und reichte von 41 kg bis 70 kg. Bei einer durchschnittlichen Körpergröße von 1,55 ( $\pm 0,07$ ) Metern ergab das im Mittel einen BMI von 21,70 ( $\pm 4,14$ ) kg/m<sup>2</sup>. Im Vergleich mit den BMI-Normwerten (14) für Jungen und Mädchen zwischen dem 5. und 19. Lebensjahr ergibt das einen BMI zwischen der 85. und 97. Perzentile bei den Buben und eine BMI knapp oberhalb der 85. Perzentile bei den Mädchen.

## 4.2 Ergebnisse der Klassifikation

PatientIn	Betroffene Seite	Abrutschwinkel (Southwick)	Radiologische Klassifikation	Klinische Klassifikation	Zeitliche Klassifikation
1	Links	10°	Mild	stabil	akut
2	Links	20°	Mild	stabil	akut
3	Rechts	61°	Schwer	instabil	akut auf chronisch
4	Links	30°	Mild	instabil	akut
5	Links	15°	Mild	stabil	akut
6	Links	10°	Mild	stabil	chronisch
7	Rechts	40°	Moderat	stabil	chronisch
8	Links	28°	Mild	instabil	akut auf chronisch
9	Links	22°	Mild	stabil	akut
10	Links	41°	Moderat	instabil	akut
11	Links	10°	Mild	stabil	akut
12	Links	44°	Moderat	instabil	akut auf chronisch
13	Links	48°	Moderat	stabil	akut auf chronisch
14	Links	20°	Mild	stabil	chronisch
15	Rechts	31°	Moderat	stabil	akut auf chronisch
16	Rechts	62°	Schwer	stabil	chronisch
17	rechts + links	re: 30° li: 28°	bds. Mild	stabil	chronisch
18	Links	25°	Mild	stabil	chronisch
19	Rechts	17°	Mild	stabil	chronisch

**Tabelle 10: Klassifikation der StudienpatientInnen nach den radiologischen und nichtradiologischen Kriterien der ECF, sowie in Bezug auf die betroffene Seite**

Von den 20 betroffenen Hüftgelenken wurden 13 (65%) mit einem milden, 5 (25%) mit einem moderaten und 2 (10%) mit einem schweren Abrutsch präoperativ klassifiziert. Der durchschnittliche Abrutschwinkel bei einem milden Abrutsch war 20,8° ( $\pm 7,26$ ), beim moderaten Abrutsch 40,9° ( $\pm 6,29$ ) und beim schweren Abrutsch 61,7° ( $\pm 0,58$ ).

Ein akuter Abrutsch trat in 7 (35%), ein chronischer Abrutsch in 8 (40%) und ein akut auf chronischer Abrutsch in 5 (25%) Fällen auf.

15 (75%) abgerutschte Hüften sind als stabil, 5 (25%) als instabil klassifiziert worden.

Von den instabilen Hüftkopflösungen waren 2 (40%) akut und 3 (60%) akut auf chronisch abgerutscht. Der durchschnittliche Abrutschwinkel bei einer instabilen Hüftkopflösung betrug  $38,56^\circ$  ( $\pm 10,56$ ), bei einer stabilen Hüftkopflösung  $26,41^\circ$  ( $\pm 14,51$ ).

## 4.3 Auswertung der klinischen Scores

### 4.3.1 Harris-Hip-Score

PatientIn	Harris-Hip-Score - Schmerzen	Harris-Hip-Score - Funktion	Harris-Hip-Score - Physische Unter- suchung	Harris-Hip-Score - Summe
1	30	44	9	83
2	44	47	9	100
3	44	42	6	92
4	40	47	8	95
5	40	44	9	93
6	44	47	9	100
7	44	44	9	97
8	10	33	9	52
9	40	47	9	96
10	44	47	9	100
11	44	47	9	100
12	40	47	9	96
13	40	47	9	96
14	40	47	9	96
15	44	47	9	100
16	44	47	8	99
17	40	47	9	96
18	40	44	7	91
19	44	47	9	100

Tabelle 11: Darstellung der Ergebnisse des Harris-Hip-Score

	MD	MW	SD	MIN	MAX
<b>HHS – Schmerzen</b>	40,00	39,79	±7,97	10,00	44,00
<b>HHS – Funktion</b>	47,00	45,37	±3,39	33,00	47,00
<b>HHS - Physische Untersuchung</b>	9,00	8,63	±0,83	6,00	9,00
<b>HHS – Summe</b>	96,00	93,79	±10,98	52,00	100,00

Tabelle 12: Statistische Auswertung der Ergebnisse des Harris-Hip-Score

Bei der Auswertung des Harris-Hip-Scores zeigte sich in Summe ein Mittelwert von 93,79 ( $\pm 10,98$ ) von 100 möglichen Punkten.

**Schmerzen:** PatientIn 1 gab leichte Schmerzen in der Hüfte, PatientIn 8 sogar starke Schmerzen während des Alltages an. Alle übrigen PatientInnen gaben an, dass sie entweder keine, oder nur gelegentlich Schmerzen in der Hüfte verspüren.

**Funktion:** Bei PatientIn 1, 3, 5, 7, 18 konnte bei der Analyse des Gangbildes ein leichtes Hinken beobachtet werden. PatientIn 3 gab zusätzlich an, dass beim Anziehen von Schuhen immer ein Hilfsmittel gebraucht werde, da bei starker Beugung im Hüftgelenk ein Schmerz ausgelöst werde. PatientIn 8 gab vor allem Probleme beim Sitzen an. Es ist hierbei nicht möglich, länger als 30 Minuten schmerzfrei zu sitzen. Auch kann eine Gehstrecke über 10 Minuten nicht mehr schmerzfrei bewältigt werden.

**Physische Untersuchung:** Hier zeigte sich bei den PatientInnen 3, 4, 16, 18 ein verminderter Bewegungsumfang des betroffenen Hüftgelenks. Es konnten aber keine fixen Deformationen, Kontrakturen, oder Beinlängendifferenzen über 3cm festgestellt werden.

## 4.3.2 IOWA-Hip-Score

### 4.3.2.1 Score 1

PatientIn	IOWA-Hip-Score 1 - Funktion	IOWA-Hip-Score 1 - Schmerz	IOWA-Hip-Score 1 - Gang	IOWA-Hip-Score 1 - Fehlen von Deformitäten	IOWA-Hip-Score 1 - Beweglichkeit	IOWA-Hip-Score 1 - Summe
1	35	20	10	10	7	82
2	35	35	10	10	9	99
3	35	35	10	10	2	92
4	33	30	10	10	7	90
5	34	30	10	10	9	93
6	35	35	10	10	9	99
7	35	35	10	10	7	97
8	25	10	10	10	7	62
9	35	30	10	10	9	94
10	35	35	10	10	8	98
11	35	35	10	10	9	99
12	35	30	10	10	8	93
13	35	30	10	10	8	93
14	35	30	10	10	9	94
15	35	35	10	10	9	99
16	35	35	10	10	6	96
17	35	30	10	10	8	93
18	35	35	10	10	6	96
19	35	35	10	10	8	98

Tabelle 13: Darstellung der Ergebnisse des Score 1 des IOWA-Hip-Score

	MD	MW	SD	MIN	MAX
IHS 1 - Funktion	35,00	34,32	±2,31	25,00	35,00
IHS 1 - Schmerz	35,00	31,05	±6,36	10,00	35,00
IHS 1 – Gang	10,00	10,00	±0,00	10,00	10,00
IHS 1 - Fehlen von Deformitäten	10,00	10,00	±0,00	10,00	10,00
IHS 1 - Beweglichkeit	8,00	7,63	±1,71	2,00	9,00
IHS 1 - Summe	94,00	93,00	±8,57	62,00	99,00

Tabelle 14: Statistische Auswertung der Ergebnisse des Score 1 des IOWA-Hip-Score

Beim Score 1 des IOWA-Hip-Scores wurde in Summe ein Mittelwert von 93 ( $\pm 8,57$ ) aus maximal 100 Punkten erreicht.

**Funktion:** PatientIn 8 erreichte hierbei nur 25 aus 35 Punkten. Der Grund hierfür waren Schmerzen beim Sitzen und Schwierigkeiten ohne Hilfe in ein Auto beziehungsweise öffentliches Fahrzeug zu steigen.

**Schmerz:** PatientIn 8 gab Schmerzen beim Sitzen, PatientIn1 Schmerzen beim Heben schwerer Gegenstände an. Die übrigen PatientInnen gaben an, Schmerzen nur dann zu haben, wenn eine Überbelastung des Gelenkes aufgetreten war.

**Gang:** Es wurden keine Einschränkungen beobachtet oder angegeben.

**Fehlen von Deformitäten:** Es wurden keine Deformitäten beobachtet.

**Beweglichkeit:** Bei PatientIn 3 wurde eine starke Einschränkung der Beweglichkeit des Hüftgelenks in allen Ebenen beobachtet. Bei den übrigen PatientInnen mit eingeschränkter Beweglichkeit ist vor allem die Innen- und Außenrotation der Grund für die Einschränkung zu nennen.

#### 4.3.2.2 Score 2

PatientIn	Score 2: Schmerzen (%) (max. 40%)	Score 2: Funktion (%)	Score 2: Gang (%) (max. 15%)	Score 2: Anatomie (%) (max. 15%)	Summe (max. 100%)
1	35	30	15	15	95
2	40	30	15	15	100
3	40	30	15	6	91
4	35	30	15	15	95
5	35	24	15	15	89
6	40	30	15	15	100
7	40	30	15	15	100
8	10	11	15	15	51
9	35	30	15	15	95
10	40	30	15	15	100
11	40	30	15	14	99
12	35	30	15	13	93
13	35	30	15	15	95
14	35	30	15	15	95
15	40	30	15	15	100
16	40	30	15	13	98
17	35	30	15	15	95
18	40	30	15	15	100
19	40	30	15	15	100

Tabelle 15: Darstellung der Ergebnisse des Score 2 des IOWA-Hip-Score

	MD	MW	SD	MIN	MAX
IHS 2 - Schmerzen	40	36	±0,1	10	40
IHS 2 - Funktion	30	29	±0,0	11	30
IHS 2 - Gang	15	15	±0,0	15	15
IHS 2 - Anatomie	15	14	±0,0	6	15
IHS 2 - Summe	95	94	±0,1	51	100

Tabelle 16: Statistische Auswertung der Ergebnisse des Score 2 des IOWA-Hip-Score

Beim Score 2 des IOWA-Hip-Score wurden im Mittel 94 ( $\pm 0,1$ ) von 100 möglichen Prozent erreicht.

**Schmerzen:** PatientIn 8 gab starke Schmerzen bei Bewegung an. Die übrigen PatientInnen, die nicht die volle Prozentzahl erreichten, gaben Schmerzen nur bei starker Überbelastung des Hüftgelenks an.

**Funktion:** PatientIn 8 waren vor allem die Gehstrecke von 2 Häuserblocks oder weniger, beziehungsweise die Schwierigkeiten beim Treppensteigen für die Funktionseinschränkung zuständig. Bei PatientIn 5 war es vor allem die kürzere schmerzfreie Gehstrecke.

**Gang:** Das Gangbild war bei allen PatientInnen unauffällig.

**Anatomie:** Bei PatientIn 3 war vor allem das eingeschränkte Bewegungsausmaß verantwortlich für das schlechte anatomische Assessment. Ähnlich, aber nicht so stark ausgeprägt war die Bewegungseinschränkung bei PatientIn 11, 12, 16.

#### 4.4 Auswertung des Bewegungsausmaßes (ROM)

Bei der klinischen Erhebung des Bewegungsausmaßes – ROM (=Range of motion) - wurden die erhobenen Messwerte mit den Normwerten des Bewegungsausmaßes (74) verglichen.

Es wurde bei der klinischen Erhebung sowohl der Bewegungsumfang der von einer ECF betroffenen, als auch von der kontralateralen Hüfte untersucht. Beim Vorliegen einer bilateralen ECF wurden beide Hüften zu den betroffenen Hüften gezählt.

Folgende Normwerte werden für das Hüftgelenk angegeben (74):

- Transversalachse: Flexion/Extension ( $140^{\circ}/0^{\circ}/20^{\circ}$ )
- Sagittalachse: Abduktion/Adduktion bei Streckung im Hüftgelenk ( $50^{\circ}/0^{\circ}/30^{\circ}$ )  
Sagittalachse: Abduktion/Adduktion bei  $90^{\circ}$ -Beugung im Hüftgelenk ( $80^{\circ}/0^{\circ}/20^{\circ}$ )
- Longitudinalachse: Innenrotation/Außenrotation in Bauchlage mit gestrecktem Hüftgelenk ( $40^{\circ}/0^{\circ}/30^{\circ}$ )  
Longitudinalachse: Innenrotation/Außenrotation bei  $90^{\circ}$ -Beugung im Hüftgelenk ( $40^{\circ}/0^{\circ}/50^{\circ}$ )

Bewegung	Normalwerte	Betroffene Hüfte				Nicht betroffene Hüfte			
		MW	SD	MIN	MAX	MW	SD	MIN	MAX
Flexion	140	107,8	±13,1	60,0	120,0	111,1	±7,4	100,0	130,0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Extension	20	±5,2	5,0	20,0	15,6	±4,8	5,0	20,0
Abduktion	50	39,0	±9,4	15,0	50,0	43,6	±7,8	15,0	50,0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Adduktion	30	±7,1	0,0	30,0	28,1	±4,6	15,0	30,0
Abduktion	80	43,0	±7,8	25,0	60,0	45,0	±7,5	30,0	60,0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Adduktion	20	±4,5	0,0	20,0	20,8	±3,5	15,0	30,0
Innenrotation	40	20,8	±13,4	0,0	40,0	30,3	±10,1	10,0	40,0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Außenrotation	30	±6,7	5,0	30,0	29,4	±2,4	20,0	30,0
Innenrotation	40	19,5	±11,9	0,0	40,0	30,8	±7,9	10,0	40,0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Außenrotation	50	±12,8	0,0	50,0	41,7	±7,9	30,0	50,0

Tabelle 17: Auswertung der klinischen Untersuchung des Bewegungsausmaßes (ROM)

### **Transversalachse(Flexion/Extension)**

Es zeigte sich ein gemessener Mittelwert in der Flexion der betroffenen Hüfte mit  $107,8^\circ(\pm 13,1)$  beziehungsweise der unbetroffenen Hüfte mit  $111,1^\circ(\pm 7,4)$  im Vergleich zum literarischen Normwert von  $140^\circ$ , sowie ein Mittelwert in Extension mit  $15,8^\circ(\pm 5,2)$  bzw.  $15,6^\circ(\pm 4,8)$  bei einem literarischen Normwert von  $20^\circ$ . Somit wichen die Bewegungen in der Transversalachse sowohl im betroffenen, als auch nicht betroffenen Hüftgelenk von der Norm ab.

### **Sagittalachse(Abduktion/Adduktion)**

*Gestrecktes Hüftgelenk:* An der gestreckten Hüfte konnte bei der betroffenen Hüfte eine Abduktion von im Mittel  $39,0^\circ(\pm 9,4)$  und eine Adduktion von im Mittel  $27,0^\circ(\pm 7,1)$  bei einem literarischen Normwert von  $50^\circ$  bzw.  $30^\circ$  gemessen werden. Im nicht betroffenen Hüftgelenk konnte hier sogar eine Abduktion von im Mittel  $43,6^\circ(\pm 7,8)$  bzw. eine Adduktion von im Mittel  $28,1^\circ(\pm 4,6)$  gemessen werden.

*Hüftgelenk in  $90^\circ$ -Beugung:* An der gebeugten Hüfte konnte bei der betroffene Hüfte in Abduktion bei einem Normwert von  $80^\circ$  nur im Mittel  $43,0^\circ(\pm 7,8)$  und bei der unbetroffenen Hüfte  $45,0^\circ(\pm 7,5)$  gemessen werden. In Adduktion konnte bei einem literarischen Normalwert von  $20^\circ$  bei der betroffenen Hüfte im Mittel  $19,0^\circ(\pm 4,5)$  und bei der nicht betroffenen Hüfte sogar ein über der Norm stehender Winkel von im Mittel  $20,8^\circ(\pm 3,5)$  gemessen werden.

### **Longitudinalachse(Innenrotation/Außenrotation)**

*Gestrecktes Hüftgelenk:* Bei der gestreckten Hüfte zeigt sich an der Innenrotation des betroffenen Hüftgelenks ein Winkel von im Mittel  $20,8^\circ(\pm 13,4)$  und ein Winkel von im Mittel  $30,3^\circ(\pm 10,1)$  des nicht betroffenen Hüftgelenks bei einem literarischen Normwert von  $40^\circ$ . Hierbei sind bei dem betroffenen Hüftgelenk Werte zwischen  $0^\circ$  und  $10^\circ$  im nicht betroffenen Hüftgelenk gemessen worden. Die Außenrotation im betroffenen Hüftgelenk ist im Mittel  $26,8^\circ(\pm 6,7)$  und im nicht betroffenen Hüftgelenk im Mittel  $29,4^\circ(\pm 2,4)$ . Der literarische Normwert dieser Bewegung beträgt  $30^\circ$ .

*Hüftgelenk in  $90^\circ$ -Beugung:* An der gebeugten Hüfte lässt sich erkennen, dass bei der Innenrotation im betroffenen Hüftgelenk im Mittel  $19,5^\circ(\pm 11,9)$  ein deutlich geringeres Bewegungsausmaß möglich ist. Der literarische Normwert für diese Bewegung liegt bei  $40^\circ$ . An der nicht betroffenen Hüfte lag dieser Wert im Mittel bei  $30,8^\circ(\pm 7,9)$ . Die Außenrotation mit einem literarischen Normwert von  $50^\circ$  wurde bei der betroffenen Hüfte mit im Mittel  $38,8^\circ(\pm 12,8)$  bzw. in der nicht betroffenen Hüfte mit im Mittel  $41,7^\circ(\pm 7,9)$  auch deutlich unterschritten. An der betroffenen Hüfte wurden auch Werte von  $0^\circ$  gemessen.

## 4.5 Auswertung der radiologischen Parameter

### 4.5.1 Betroffenes Hüftgelenk

Patientin	Seite	Abbruchwinkel (°)	Klass.Rad.	Klass.Klin.	Klass.Zeit.	Kongruenz	Sphärizität	CCD (°) DI	CCD (°) NU	SHL (cm) DI	SHL (cm) NU	SHL Wachstum (cm)	Tilt deformity	Alpha-winkel (°)	Ficat/Arlet	ARCO	Tönnis-Grade	Outer-bridge	ICRS	Kellgren	FAI			
1	links	10	mild	stabil	akut	sphärisch kongruent	Rund	119	118	8,8	8,68	-0,12	1,08	-	-	-	-	-	-	1	nein			
2	links	20	mild	stabil	akut	asphärisch kongruent	oval	135	128	7,79	7,71	-0,08	1,16	-	-	-	-	-	-	1	ja			
4	links	30	mild	instabil	akut	asphärisch inkongruent	irregulär	142	137	8,94	8,13	-0,81	1,33	36	4	4	3	4	4	3	ja			
5	links	15	mild	stabil	akut	sphärisch kongruent	rund	138	119	6,35	6,2	-0,15	1,3	-	-	-	-	-	-	1	ja			
6	links	10	mild	stabil	chronisch	sphärisch kongruent	rund	130	124	9,18	8,65	-0,53	1	42	0	0	0	0	1	1	ja			
8	links	28	mild	instabil	akut auf chronisch	asphärisch kongruent	irregulär	137	130	8,77	8,97	0,2	1,33	89	2A	4	2	1	1b	2	ja			
9	links	22	mild	stabil	akut	sphärisch kongruent	rund	140	138	8,61	9,43	0,82	1,15	97	0	0	0	1	0	1	ja			
11	links	10	mild	stabil	akut	sphärisch inkongruent	oval	134	118	9,43	8,61	-0,82	1,08	79	2A	4	1	0	1a	1	ja			
14	links	20	mild	stabil	chronisch	sphärisch kongruent	rund	121	140	8,84	8,85	0,01	1,08	51	1	2	1	1	1b	0	nein			
17	links	28	mild	stabil	chronisch	asphärisch kongruent	oval	150	133	8,72	8,61	-0,11	1,15	86	2A	2	2	1	0	2	ja			
17	rechts	30	mild	stabil	chronisch	asphärisch kongruent	oval	148	138	9,28	8,83	-0,45	1,15	97	0	0	0	1	0	0	nein			
18	links	25	mild	stabil	chronisch	asphärisch kongruent	oval	147	135	7,17	7,29	0,12	1,25	79	3	3	2	2	2	2	ja			
19	rechts	17	mild	stabil	chronisch	asphärisch kongruent	oval	126	140	7,85	7,98	0,13	1,15	57	2A	1	1	1	1a	1	ja			
10	links	41	moderat	instabil	akut	asphärisch kongruent	irregulär	152	132	9,75	8,16	-1,59	1,16	90	2A	2	1	1	1a	2	ja			
12	links	44	moderat	instabil	akut auf chronisch	sphärisch kongruent	rund	152	145	9,66	8	-1,66	1,25	51	0	0	0	0	0	0	nein			
13	links	48	moderat	stabil	akut auf chronisch	asphärisch kongruent	irregulär	131	124	8,96	8,89	-0,07	1,5	94	4	4	3	3	3a	2	ja			
15	rechts	31	moderat	stabil	akut auf chronisch	asphärisch kongruent	oval	141	143	7,05	6,52	-0,53	1,07	-	-	-	-	-	-	1	ja			
3	rechts	61	schwer	instabil	akut auf chronisch	asphärisch inkongruent	irregulär	131	126	7,63					Nicht möglich, da Arthrose									
16	rechts	62	schwer	stabil	chronisch	asphärisch inkongruent	irregulär	140	140	7,93	8,02	0,09	1,81	-	-	-	-	-	-	3	ja			

Tabelle 18: Darstellung der Ergebnisse der Röntgen- und MRT-Untersuchung der von ECF betroffenen Hüftgelenke

## 4.5.2 Nicht betroffenes Hüftgelenk

Patientin	Seite	Kongruenz	Sphärität	CCD (°) DI	CCD (°) NU	SHL (cm) DI	SHL (cm) NU	SHL Wachs tum (cm)	Tilt deformi- ty	Alpha- winkel (°)	Ficat/Arlet	ARCO	Tönnis- Grade	Outer- bröge	ICRS	Kellig- ren	FAI
1	rechts	sphärisch kongruent	rund	139	128	10,21	9,58	-0,63	1,16	-	-	-	-	-	-	-	nein
2	rechts	sphärisch kongruent	rund	132	120	7,79	7,98	0,19	1,08	-	-	-	-	-	-	-	nein
3	links	sphärisch kongruent	rund	146	130	8,69	8,16	-0,53	1	42	0	0	0	1	0	0	nein
4	rechts	sphärisch kongruent	rund	132	126	9,24	8,62	-0,62	1,09	38	0	0	0	1	0	0	nein
5	rechts	sphärisch kongruent	rund	130	136	6,98	6,65	-0,33	1,3	-	-	-	-	-	-	-	nein
6	rechts	sphärisch kongruent	rund	134	130	8,86	8,39	-0,47	1,16	65	0	0	0	0	1	0	nein
8	rechts	sphärisch kongruent	rund	138	122	9,08	9,65	0,57	1,08	33	0	0	0	1	0	0	nein
9	rechts	sphärisch kongruent	rund	142	126	8,51	9,23	0,72	1,33	42	0	0	0	1	0	0	nein
10	rechts	sphärisch kongruent	rund	141	136	9,25	9,31	0,06	1,09	59	0	0	0	0	0	0	nein
11	rechts	sphärisch kongruent	rund	125	124	9,53	9,61	0,08	1,08	39	1	0	0	0	0	0	nein
12	rechts	sphärisch kongruent	rund	152	142	9,52	9,04	-0,48	1	49	0	0	0	0	0	0	nein
13	rechts	sphärisch kongruent	rund	136	138	10,24	9,9	-0,34	1,36	59	1	1	2	1	1a	1	ja
14	rechts	sphärisch kongruent	rund	133	128	8,99	9,24	0,25	1,4	48	1	2	0	1	1a	0	nein
15	links	sphärisch kongruent	rund	142	148	7,81	7,86	0,05	1	-	-	-	-	-	-	-	nein
16	links	sphärisch kongruent	rund	152	140	9,15	8,18	-0,97	1,16	-	-	-	-	-	-	-	nein
18	rechts	sphärisch kongruent	rund	127	118	7,81	7,7	-0,11	1,4	54	0	0	0	0	1a	0	nein
19	links	sphärisch kongruent	oval	152	127	8,49	8,3	-0,19	1,07	44	0	0	0	0	0	1	nein

Tabelle 19: Darstellung der Ergebnisse der Röntgen- und MRT-Untersuchungen der nicht von ECF betroffenen Hüftgelenke

## 5 Diskussion

### 5.1 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit war es, die klinischen und radiologischen Langzeitergebnisse nach in-situ Fixation bei Patienten mit Epiphyseolysis capitis femoris zu evaluieren. Die Epiphyseolysis capitis femoris gilt als präarthrotische Deformität. Aufgrund der Lasten, die das Hüftgelenk tragen muss, sind deshalb auch die Konsequenzen einer Funktionseinschränkung und Verformung desselben erheblich. Das zu erstrebende Ziel der Behandlung der ECF ist vor allem die Stabilisierung der Epiphyse, das Verhindern eines weiteren Abrutschens, die Aufrechterhaltung einer normalen Hüftfunktion und die Vermeidung von zusätzlichen Komplikationen (AVN, Chondrolyse, OA) (2,8,9,28-36).

Eine häufig angewandte Methode hierzu ist die in-situ Schraubfixation (34). Diese Fixation kann mit einer oder mehreren Schrauben oder mit mehreren Kirschner-Drähten durchgeführt werden. Sehr häufig wird jedoch eine Einzelschraube bevorzugt (34). Die Idee hinter der in-situ Schraubfixation ist einerseits der einfache und minimal-invasive Eingriff, andererseits bietet diese Methode das Potential eines Remodellingprozesses, welcher ein ungehindertes Wachstum der Femurepiphyse gewährleisten kann (36,75). Durch das Unterlassen grober iatrogenen Manipulationen im Rahmen der Fixation können negative Ergebnisse möglicherweise vermieden werden (31).

## 5.2 Interpretation der Studienergebnisse

### 5.2.1 Wachstum des Schenkelhalses und Änderungen des CCD-Winkels nach in-situ Schraubfixation

In dieser Studie konnten wir keinen statistisch signifikanten Unterschied der Schenkelhalslänge bei der betroffenen Hüfte zur unbetroffenen, prophylaktisch fixierten Hüfte feststellen ( $p=0,332$ ). Auch wurde kein signifikanter Unterschied der Schenkelhalslänge zwischen Diagnosezeitpunkt und dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung beobachtet ( $p=0,212$ ). Dies könnte einerseits als Ausdruck der Schädigung der Wachstumsfuge durch die ECF gedeutet werden, andererseits könnte auch eine Blockierung der Wachstumsfuge durch die verwendete Osteosyntheseschraube, oder ein bereits bei Diagnosestellung zu weit fortgeschrittenes Wachstum dafür verantwortlich sein. Die absoluten Werte zeigen höchstens ein geringes Wachstum, wobei man bei Größenordnungen unter einem Millimeter einen Messfehler nicht ausschließen kann. Bei einigen PatientInnen kam es zu einer minimalen Wachstumszunahme, bei einem Patienten konnte sogar ein Wachstum des Schenkelhalses von über 8mm beobachtet werden. Sailhan et al. (75) beschrieben nach einem mittleren follow-up von 31 Monaten nach in-situ Schraubfixation ein mittleres Wachstum des Schenkelhalses von 5mm, wobei im Vergleich zur betroffenen Seite das mittlere Wachstum an der unbetroffenen, prophylaktisch fixierten Seite mit 7mm signifikant ( $p=0,03$ ) größer war.

Der CCD-Winkel änderte sich bei der betroffenen Hüfte von präoperativ im Mittel  $137,6^\circ$  (range  $119^\circ - 152^\circ$ ) auf im Mittel  $132^\circ$  (range  $118^\circ - 145^\circ$ ) bei der Nachuntersuchung. Dies bedeutet eine statistisch signifikante Abnahme ( $p=0,04$ ) des CCD-Winkels. Mögliche Gründe für diesen Umstand könnte die physiologische Reduktion des Valgus des proximalen Femurs im Laufe der Entwicklung sein. Da die ECF jedoch im pubertären Alter auftritt, ist jedoch auch eine Wachstumsstörung durch die ECF selbst denkbar.

An der unbetroffenen, prophylaktisch fixierten Hüfte änderte sich der CCD-Winkel von präoperativ im Mittel  $138,4^\circ$  (range  $127^\circ - 152^\circ$ ) auf im Mittel  $130,5^\circ$  (range  $118^\circ - 148^\circ$ ) bei der Nachuntersuchung. Auch hier bedeutet dies eine statistisch signifikante Abnahme des CCD-Winkels ( $p=0,006$ ). Die Gründe dafür sind gleich wie bei der betroffenen Seite. Möglich wäre zusätzlich eine Anpassung der gegenüberliegenden, nicht betroffenen Hüfte durch Mehrbelastung des Gelenks.

Zwischen den CCD-Winkel der betroffenen und nicht betroffenen Seite gab es hingegen weder zum Zeitpunkt der Diagnosestellung ( $p=0,223$ ), noch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ( $p=0,644$ ) einen statistisch signifikanten Unterschied.

### 5.2.2 Residuale Funktionseinschränkungen

Der Remodelling-Prozess des femoralen Kopf-Hals-Überganges wurde MRT-basierend anhand des Alpha-Winkels nach Nötzli beurteilt. Nötzli et al. (73) beschrieben einen Alpha-Winkel von im Mittel 74° bei Patienten mit symptomatischem FAI und einen Alpha-Winkel von im Mittel 42° bei einer gesunden Kontrollgruppe. Klit et al. (76) haben einen Alpha-Winkel von im Mittel 83° in einer Gruppe von ECF-Patienten 15 Jahre nach einer in-situ Fixation beschrieben. Reinhardt et al. (77) fanden einen Alpha-Winkel von im Mittel 62° bei ECF-Hüften und 45° bei den kontralateralen, prophylaktisch fixierten Hüften nach einem mittleren follow-up von 10 Jahren.

In dieser Studie wurde ein Alpha-Winkel von im Mittel 73° (range 36° - 97°) bei den betroffenen und 48° (range 33° - 65°) bei den kontralateralen, prophylaktisch fixierten Hüften gemessen. Dieses Ergebnis steht somit im Konsens mit der bekannten Literatur.

Von den 19 abgerutschten Hüftgelenken konnte bei 15 (78,9%) ein FAI nachgewiesen werden. Bei den kontralateralen, prophylaktisch fixierten Hüftgelenken war es nur 1 Hüftgelenk (5,8%). Jedoch wurde auch bei jenen Hüftgelenken, die sphärisch kongruent und einen geringen Abrutschwinkel aufwiesen, ein FAI ermittelt. Dies zeigt, dass eine Langzeitbeobachtung auch bei jenen Patienten, die eine vermeintlich milde Form der ECF haben, nötig ist, um eine sekundäre OA durch ein FAI früh zu erkennen und therapieren zu können.

Mit einem Verhältnis von im Mittel 1,22 ( $\pm 0,19$ ) bei den abgerutschten und 1,16 ( $\pm 0,14$ ) bei den kontralateralen, prophylaktisch fixierten Hüften ergab sich in dieser Studie in Bezug auf die tilt-deformity ein normales Verhältnis zwischen Schenkelhals und Femurkopf.

### 5.2.3 Knorpelschäden, AVN und OA

Der Nachteil einer ungenügenden Reposition mit konsekutivem Folgeschaden und dem Risiko einer asphärischen Inkongruenz liegt auf der Hand. Folgeeingriffe sind daher häufig.

In dieser Studie hatten von den 20 betroffenen Hüftgelenken 3 der Hüftgelenke (15%) eine asphärische Inkongruenz und 1 Hüftgelenk (5%) eine sphärische Inkongruenz.

Von den asphärisch inkongruenten Hüftgelenken wurden 2 Hüftgelenke sekundär mit einer Arthrodesse und 1 Hüftgelenk mit einer sekundären Korrekturosteotomie nach Weber-Imhäuser versorgt. Das sphärisch inkongruente Hüftgelenk erwies bei der Nachuntersuchung ein radiologisch schlechtes Outcome (ARCO Stadium 4, Ficat/Arlet Stadium 2A).

In der Literatur lässt sich grundsätzlich erkennen, dass das Risiko der Entwicklung einer OA vor allem mit der Schwere des initialen Abrutschwinkels und weniger mit der Behandlungsform zusammenhängt (9,59).

Das Risiko einer AVN liegt bei allen Formen der ECF bei etwa 20%, wobei sich bei wiederholenden Manipulationen das Risiko auf bis zu 47% steigern kann (31). Hauptgründe zur Entwicklung einer AVN stellen vor allem ein starker Abrutsch der Epiphyse, kräftige wiederholende Manipulationen bei der geschlossenen Reposition, die offene Reposition und/oder die proximale Femurosteotomie dar (63). Somit lässt sich trotzdem ein gewisses Risiko der Osteotomie bei der Behandlung der ECF erkennen. Jerne et al. (47) berichteten von 36 Patienten (37 Hüften) mit ECF, die mittels Realignment-Osteotomien behandelt wurden. Bei einem mittleren follow-up von 33,8 Jahren waren bei den Patienten, die durch eine subkapitale Osteotomie behandelt wurden, die klinischen und radiologischen Ergebnisse in 41% exzellent (HHS  $\geq$  90 und kein radiologischer Hinweis auf OA) oder gut (HHS  $\geq$  90 und milde OA oder HHS 80-89 und keine OA). Bei jenen Patienten, die durch eine intertrochantäre Osteotomie behandelt wurden waren 36% der Ergebnisse exzellent oder gut und kein exzellentes oder gutes Ergebnis gab es in der Patientengruppe, die durch eine reine manipulative Reduktion behandelt wurden. Hägglund et al. (46) berichteten nach einem follow-up von 28 Jahren über eine hohe Rate von OA (64%) bei einer Behandlung mittels Femurhalsosteotomie.

#### **5.2.4 Bewegungsausmaß und klinische Funktion**

Die klinische Integrität des Hüftgelenks wurde mittels Harris-Hip-Score (HHS) und IOWA-Hip-Score (IHS) eingeteilt. Diese Scores finden bei Hüftgelenksaffektionen und in Vergleichsstudien sehr häufig Anwendung (8,30,35,36,39-41). In dieser Studie wurde bei der Nachuntersuchung ein Harris-Hip-Score von im Mittel 94 (range 52 – 100) von 100 möglichen Punkten erreicht. Der IOWA-Hip-Score, der auch ursprünglich aus zwei Scores besteht, wurde in jene zwei gegliedert. Im Mittel wurden in dieser Studie 93 Punkte (range 62-99) von 100 möglichen Punkten beim Score 1 und 94% (range 51 – 100) von 100 möglichen Prozent beim Score 2 erreicht.

Bei der klinischen Untersuchung wurde das Bewegungsausmaß anhand der Neutral- Null Methode erhoben. Die Auswertung zeigte, dass das Bewegungsausmaß in allen Ebenen im Vergleich zu den Normwerten eingeschränkt ist. Die Einschränkungen der Beweglichkeit sind hierbei entweder auf die pathoanatomischen und pathomechanischen Auswirkungen der ECF direkt zurückzuführen, können aber auch Ausdruck einer Funktionseinschränkung aufgrund der in-situ Verschraubung sein.

Auffällig war vor allem das Rotationsdefizit, sowohl im betroffenen, als auch nicht betroffenen Hüftgelenk.

Wir konnten in dieser Studie zeigen, dass die Schwere des Abrutsches nicht zwangsläufig zu einem schlechten klinischen Outcome im Sinne der genannten Scores führen muss (siehe PatientIn 3, 17, 9). Jedoch ist sie aber mit einem erhöhtem Auftreten einer AVN und höhergradiger Arthrose verbunden (siehe PatientIn 3,17), wie dies bereits aus der Literatur bekannt ist (41,48).

### 5.2.5 Additive Therapien

In dieser Studie mussten sich 4 PatientInnen (21,05 %) nach der in-situ Fixation einer Folgeoperation unterziehen. Bei 2 PatientInnen wurde aufgrund der unvollständigen anatomischen Reposition durch die in-situ Fixation eine Weber-Imhäuser-Korrekturosteotomie durchgeführt, die anderen 2 PatientInnen wurden aufgrund einer AVN mit einer Hüftarthrodese versorgt.

Im Mittel betrug der initiale Abrutschwinkel bei diesen PatientInnen  $46,71^\circ$  (range  $30^\circ - 62^\circ$ ). Bei 3 von den 4 PatientInnen wurde der Abrutsch als klinisch instabil klassifiziert. Bei der einen PatientIn mit klinisch stabilem Abrutsch betrug der Abrutschwinkel  $62^\circ$ .

Dies deutet auf den erheblichen Einfluss der Schwere und der Stabilität des Abrutsches auf den therapeutischen Erfolg der ECF durch eine in-situ Fixation beziehungsweise auf die Integrität des Hüftgelenks im Langzeitverlauf hin. Der Zeitraum von der primären in-situ Fixation bis zur Folgeoperation betrug bei den PatientInnen im Mittel 0,78 Jahre (range 0,03 – 1,9 Jahre). Dies kann darauf hinweisen, dass Probleme, wie eine AVN oder das Versagen einer in-situ Fixation bei schweren und/oder instabilen ECFs schon sehr früh zu tragen kommen.

## 5.3 Methodenkritik

Bei der Durchführung einer retrospektiven Datenanalyse mit einem langen follow-up Zeitraum ist es nicht immer einfach auf eine große Probandenkohorte zurückgreifen zu können oder alle gewünschten Parameter zu erhalten. Einerseits ist durch die relative Seltenheit der ECF die Fallzahl bereits im Vorfeld trotz eines großen Zentrums mit einem relativ großen Einzugsgebiet begrenzt, andererseits ist das Auffinden der PatientInnen nach einem Zeitraum von über 10 Jahren sehr schwierig. Es konnten daher auch aufgrund fehlender aktueller Adressen der PatientInnen nicht alle Einladungen zugestellt werden, sodass eine Befragung und klinisch-radiologische Nachuntersuchung nicht möglich

war. Dies schränkte die TeilnehmerInnenzahl stark ein. Da im Allgemeinen eine Fallzahl mit 19 PatientInnen eher gering ist, ist die Signifikanz der erhobenen Werte und den daraus entstandenen Schlussfolgerungen limitiert. Wohingegen auch bei Vergleichsstudien häufig eine ähnlich geringe TeilnehmerInnenanzahl nicht ungewöhnlich ist. Somit konnte dennoch ein adäquater Vergleich zur Literatur gezogen werden.

## 5.4 Schlussfolgerung

Die ECF gilt als eine der häufigsten Hüftgelenkserkrankungen im Kindes- und Jugendalter. Es besteht in Bezug auf die Prognose das Risiko einer erheblichen Einschränkung der physiologischen Hüftgelenksintegrität im Kurz- und Langzeitverlauf, wohingegen diese Einschränkungen zwar anfangs klinisch eher inapparent, jedoch schon frühzeitig radiologisch fassbar sind.

In dieser Studie konnte einerseits gezeigt werden, dass die Schwere des Abrutsches nicht zwangsläufig mit einem schlechten klinischen Outcome, jedoch mit einem erhöhten Risiko einer AVN und Chondrolyse vergesellschaftet ist.

Andererseits stellt die Verwendung einer in-situ Fixation mittels Einzelschraube zwar ein sicheres Verfahren bei der Behandlung einer ECF dar, jedoch führt der darauffolgende Remodelling Prozess sowohl bei einem milden Abrutsch, als auch bei den nicht betroffenen, prophylaktisch fixierten Hüftgelenken zu einer residualen anatomischen Funktionseinschränkung im Sinne eines vergrößerten Alpha-Winkels. Dies hat zur Folge, dass das Risiko eines FAI und damit einhergehend einer OA steigt. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass es sich bei diesem Remodelling Vorgang nach in-situ Fixation um keinen unmittelbar benignen Prozess handelt.

## 6 Literaturverzeichnis

- (1) Novais EN, Millis MB. Slipped Capital Femoral Epiphysis: Prevalence, Pathogenesis, and Natural History. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2012;470:3432-3438.
- (2) Jingushi S, Suenaga E. Slipped capital femoral epiphysis: etiology and treatment. *Journal of Orthopaedic Science* 2004;9:214-219.
- (3) Walter KD, Young CC. Slipped Capital Femoral Epiphysis. 2014; Available at: <http://emedicine.medscape.com/article/91596-overview>. Accessed 11.02.2015, 2015.
- (4) Loder RT, Skopelja EN. The Epidemiology and Demographics of Slipped Capital Femoral Epiphysis . *ISRN Orthopedics* 2011;2011(486512):10.02.2015.
- (5) Ippolito E, Bellocchi M, Farsetti P, Tudisco C, Perugia D. An Ultrastructural Study of Slipped Capital Femoral Epiphysis: Pathogenetic Considerations. *Journal of Orthopaedic Research* 1989;7:252-259.
- (6) Witbreuk M, van Kemenade FJ, van der Sluijs JA, Jansma EP, Rotteveel J, van Royen BJ. Slipped capital femoral epiphysis and its association with endocrine, metabolic and chronic diseases: a systematic review of the literature. *Journal of Children's Orthopaedics* 2013;7:213-223.
- (7) Moreira JF, Neves MC, Lopes G, Gomes AR. Slipped capital femoral epiphysis A report of 4 cases occurring in one family. *International Orthopaedics* 1998;22:193-196.
- (8) Weinstein SL, Carney BT. Slipped capital femoral epiphysis. *Current Orthopaedics* 1997;11:51-56.
- (9) Zilkens C, Jäger M, Kim Y, Millis MB, Krauspe R. Slipped Capital Femoral Epiphysis. *European Instructional Lectures* 2009;9:47-60.
- (10) Bhatia NN, Pirpiris M, Otsuka NY. Body mass index in patients with slipped capital femoral epiphysis. *Journal of Pediatric Orthopedics* 2006;26(2):197-199.
- (11) Kelsey JL, Acheson RM, Keggi KJ. The body build of patients with slipped capital femoral epiphysis. *American journal of diseases of children* 1960;124(2):276-281.
- (12) Nasreddine AY, Heyworth BE, Zurakowski D, Kocher MS. A Reduction in Body Mass Index Lowers Risk for Bilateral Slipped Capital Femoral Epiphysis. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2013;471:2137-2144.
- (13) Poussa M, Schlenzka D, Yrjönen T. Body mass index and slipped capital femoral epiphysis. *Journal of Pediatric Orthopedics* 2003;12(6):369-371.
- (14) World Health Organisation. Growth reference data for 5-19 years. 2007; Available at: [http://www.who.int/growthref/who2007\\_bmi\\_for\\_age/en/](http://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/). Accessed 11.11.2015, 2015.
- (15) Kordelle J, Millis M, Jolesz FA, Kikinis R, Richolt JA. Three-dimensional analysis of the proximal femur in patients with slipped capital femoral epiphysis based on computed tomography. *Journal of Pediatric Orthopedics* 2001;21(2):179-182.

- (16) Mirkopoulos N, Weiner DS, Askew M. The evolving slope of the proximal femoral growth plate relationship to slipped capital femoral epiphysis. *Journal of Pediatric Orthopedics* 1988;8(3):268-273.
- (17) Murray RO, Duncan C. Athletic activity in adolescence as an etiological factor in degenerative hip disease. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1971;53:406-409.
- (18) Hefti F. Epiphyseolysis capitis femoris. *Kinderorthopädie in der Praxis*. 2nd ed. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2006. p. 215-224.
- (19) Loder RT. The demographics of slipped capital femoral epiphysis: an international multicenter study. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1996(322):8-27.
- (20) Loder RT, Richards BS, Reznick LR, Aronson DD. Acute slipped capital femoral epiphysis: the importance of physeal stability. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1993;75(8):1134-1140.
- (21) Southwick WO. Osteotomy through the Lesser Trochanter for Slipped Capital Femoral Epiphysis. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1967;49(5):807-835.
- (22) Causey AL, Smith ER, Donaldson JJ, Kendig RJ, Fisher LC. Missed slipped capital femoral epiphysis: illustrative cases and a review. *The Journal of emergency medicine* 1995;13(2):175-189.
- (23) Ficklscherer A editor. *BASICS Orthopädie und Traumatologie*. 3rd ed. München: Elsevier GmbH; 2012.
- (24) Pinkowsky GJ, Hennrikus WL. Klein Line on the anteroposterior radiograph is not a sensitive diagnostic radiologic test for slipped capital femoral epiphysis. *The Journal of Pediatrics* 2013;162(4):804-807.
- (25) Tins B, Cassar-Pullicino V, McCall I. Slipped upper femoral epiphysis: imaging of complications after treatment. *Clinical Radiology* 2008;63(1):27-40.
- (26) Tins B, Cassar-Pullicino V, McCall I. The role of pre-treatment MRI in established cases of slipped capital femoral epiphysis. *European Journal of Radiology* 2009;70(3):570-578.
- (27) Weerakkody Y, Gaillard F. Line of Klein. 2015; Available at: <http://radiopaedia.org/articles/line-of-klein>. Accessed 17.02.2015, 2015.
- (28) Beaty JH. Percutaneous, single-cannulated screw fixation of chronic slipped capital femoral epiphysis. *Operative Techniques in Orthopaedics* 1993;3(2):182-186.
- (29) Kim Y, Sierra RJ. Report of Breakourt Session Slipped Capital Femoral Epiphysis Management 2011. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2012;470:3464-3466.
- (30) Larson A, Sierra R, Yu E, Trousdale R, Stans A. Outcomes of slipped capital femoral epiphysis treated with in situ pinning. *Journal of Pediatric Orthopedics* 2012;32(2):125-130.

- (31) Loder RT, Richards BS, Shapiro PS, Reznick LR, Aronson DD. Acute slipped capital femoral epiphysis: the importance of physeal stability. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1993;75(8):1134-1140.
- (32) Loder RT. Controversies in Slipped Capital Femoral Epiphysis. *Orthopedic Clinics of North America* 2006;37:211-221.
- (33) Raney EM, Ogden JA. Slipped Capital Femoral Epiphysis. *Current Orthopaedics* 1995;9:111-116.
- (34) Sonnega RJA, van der Sluijs JA, Wainwright AM, Roposch A, Hefti F. Management of slipped capital femoral epiphysis: results of a survey of the members of the European Paediatric Orthopaedic Society. *Journal of Children's Orthopaedics* 2011;5:433-438.
- (35) Sun W, Li Z, Shi Z, Yang Y, Wang B, Guo W, et al. Early and middle term results after surgical treatment for slipped capital femoral epiphysis. *Orthopaedic Surgery* 2011;3(1):22-27.
- (36) Wensaas A, Svenningsen S, Terjesen T. Long-term outcome of slipped capital femoral epiphysis: a 38-year follow-up of 66 patients. *Journal of Children's Orthopaedics* 2011;5:75-82.
- (37) Gholve PA, Cameron DB, Millis MB. Slipped capital femoral epiphysis update. *Current opinion in pediatrics* 2009;21(1):39-45.
- (38) Fabry G. Clinical practice: the hip from birth to adolescence. *European Journal of Pediatrics* 2010;169(2):143-148.
- (39) Hansson G, Billing L, Högstedt B, Jerre R, Wallin J. Long-term results after nailing in situ of slipped upper femoral epiphysis. A 30-year follow-up of 59 hips. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1998;80(1):70-77.
- (40) Hägglund G, Hansson LI, Sandström S. Slipped capital femoral epiphysis in southern Sweden. Long-term results after nailing/pinning. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1987;217:190-200.
- (41) Carney BT, Weinstein SL, Noble J. Long-term follow-up of slipped capital femoral epiphysis. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1991;73(5):667-674.
- (42) Barmada R, Bruch RF, Gimbel JS, Ray RD. Base of the neck extracapsular osteotomy for correction of deformity in slipped capital femoral epiphysis. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1978;132:98-101.
- (43) Carlouz H, Vogt JC, Barba L, Doursounian L. Treatment of slipped upper femoral epiphysis: 80 cases operated on over 10 years (1968-1978). *Journal of Pediatric Orthopedics* 1984;4(2):153-161.
- (44) Fish JB. Cuneiform osteotomy of the femoral neck in the treatment of slipped capital femoral epiphysis. A follow-up note. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1994;76(1):46-59.

- (45) Kramer WG, Craig WA, Noel S. Compensating osteotomy at the base of the femoral neck for slipped capital femoral epiphysis. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1976;58(6):796-800.
- (46) Hägglund G, Hansson LI, Ordeberg G, Sandström S. Slipped capital femoral epiphysis in southern Sweden. Long-term results after femoral neck osteotomy. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1986;210:152-159.
- (47) Jerre R, Hansson G, Wallin J, Karlsson J. Long-term results after realignment operations for slipped upper femoral epiphysis. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1996;78(5):745-750.
- (48) Krahn TH, Canale ST, Beaty JH, Warner WC, Lourenco P. Long-term follow-up of patients with avascular necrosis after treatment of slipped capital femoral epiphysis. *Journal of Pediatric Orthopedics* 1993;13(2):154-158.
- (49) Ballard J, Cosgrove AP. Anterior physeal separation. A sign indicating a high risk for avascular necrosis after slipped capital femoral epiphysis. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 2002;84(8):1176-1179.
- (50) Kallio PE, Mah ET, Foster BK, Paterson DC, LeQuesne GW. Slipped capital femoral epiphysis. Incidence and clinical assessment of physeal instability. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1995;77(5):752-755.
- (51) Kennedy JG, Hresko MT, Kasser JR, Shrock KB, Zurakowski D, Waters PM, et al. Osteonecrosis of the femoral head associated with slipped capital femoral epiphysis. *Journal of Pediatric Orthopedics* 2001;21(2):189-193.
- (52) Maeda S, Kita A, Funayama K, Kokubun S. Vascular supply to slipped capital femoral epiphysis. *Journal of Pediatric Orthopedics* 2001;21(5):664-667.
- (53) Rhoad RC, Davidson RS, Heyman S, Dormans JP, Drummond DS. Pretreatment bone scan in SCFE: a predictor of ischemia and avascular necrosis. *Journal of Pediatric Orthopedics* 1999;19(2):164-168.
- (54) Tokmakova KP, Stanton RP, Mason DE. Factors influencing the development of osteonecrosis in patients treated for slipped capital femoral epiphysis. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 2003;85(5):798-801.
- (55) Pascal A, Shai G, Exner U. Die intertrochantäre Korrekturosteotomie nach Imhäuser. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 2007;4:368-388.
- (56) Leunig M, Slongo T, Ganz R. Subcapital realignment in slipped capital femoral epiphysis: surgical hip dislocation and trimming of the stable trochanter to protect the perfusion of the epiphysis. *Instructional course lectures* 2008;57:499-507.
- (57) Kroin E, Frank JM, Haughom B, Kogan M. Two Cases of Avascular Necrosis After Prophylactic Pinning of the Asymptomatic, Contralateral Femoral Head for Slipped Capital Femoral Epiphysis: Case Report and Review of the Literature. *Journal of Pediatric Orthopedics* 2014.

- (58) Sankar WN, Novais EN, Lee C, Al-Omari AA, Choi PD, Shore BJ. What are the risks of prophylactic pinning to prevent contralateral slipped capital femoral epiphysis? *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2013;471(7):2118-2123.
- (59) Maussen JP, Rozing PM, Obermann WR. Intertrochanteric corrective osteotomy in slipped capital femoral epiphysis. A long-term follow-up study of 26 patients. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1990;259:100-110.
- (60) Zilkens C, Bittersohl B, Jäger M, Miese F, Schultz J, Kircher J, et al. Significance of clinical and radiographic findings in young adults after slipped capital femoral epiphysis. *International Orthopaedics* 2011;35:1295-1301.
- (61) Luijckx T, Schubert R. Femoro-acetabular impingement. 2016; Available at: <http://radiopaedia.org/articles/femoro-acetabular-impingement>. Accessed 23.03.2016, 2016.
- (62) Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Nötzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2003;417:112-120.
- (63) Lubicky JP. Chondrolysis and avascular necrosis: complications of slipped capital femoral epiphysis. *Journal of Pediatric Orthopedics* 1996;5(3):162-167.
- (64) Aiello M. Imaging in Avascular Necrosis of the Femoral Head. 2015; Available at: <http://emedicine.medscape.com/article/386808-overview>. Accessed 18.11.2015, 2015.
- (65) Boyer DW, Mickelson MR, Ponseti IV. Slipped capital femoral epiphysis. Long-term follow-up study of one hundred and twenty-one patients. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1981;63(1):85-95.
- (66) Witbreuk M, Bolkenbaas M, Mullender MG, Sierevelt IN, Besselaar PP. The results of downgrading moderate and severe slipped capital femoral epiphysis by an early Imhauser femur osteotomy. *Journal of Children's Orthopaedics* 2009;3(5):405-410.
- (67) Dragowsky K, Müller M. Traumascores. 2016; Available at: <http://www.traumascores.com>. Accessed 22.03.2016, 2016.
- (68) Tönnis D. Normal values of the hip joint for the evaluation of X-rays in children and adults. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1976;119:39-47.
- (69) Society of preventive hip surgery. Tönnis classification of osteoarthritis by radiographic changes. 2016; Available at: <http://www.preventivehip.org/hip-scores/tonnis-classification>. Accessed 25.03.2016, 2016.
- (70) Bleck EE. Idiopathic chondrolysis of the hip. *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 1983;65(9):1266-1275.
- (71) Mose K. Methods of measuring in Legg-Calve-Perthes disease with special regard to the prognosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1980;150:103-109.

(72) Schmitt-Sody M, Kirchhoff C, Mayer W, Goebel M, Jansson V. Avascular necrosis of the femoral head: inter- and intraobserver variations of Ficat and ARCO classifications. *International Orthopaedics* 2008;32(3):283-287.

(73) Nötzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH, Schmid MR, Treiber K, Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 2002;84(4):556-560.

(74) Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus - LernAtlas der Anatomie: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2007.

(75) Sailhan F, Courvoisier A, Brunet O, Chotel F, Berard J. Continued growth of the hip after fixation of slipped capital femoral epiphysis using a single cannulated screw with a proximal threading. *Journal of Children's Orthopaedics* 2011(5):83-88.

(76) Klit J, Gosvig K, Magnussen E, Gelineck J, Kallemose T, Soballe K, et al. Cam deformity and hip degeneration are common after fixation of slipped capital femoral epiphysis. *Acta orthopaedica* 2014;85(6):585-591.

(77) Reinhardt M, Stauner K, Schuh A, Steger W, Schraml A. Slipped capital femoral epiphysis: long-term outcome and remodelling after in situ fixation. *Hip international: the journal of clinical and experimental research on hip pathology and therapy* 2016;26(1):25-30.

(78) Kazemi SM, Qoreishy M, Keipourfard A, Sajjadi MM, Shokraneh S. Effects of Hip Geometry on Fracture Patterns of Proximal Femur. *Archives of Bone and Joint Surgery* 2016;4(3):248-252.

# Anhang

## Harris Hip Scores (mod. nach Haddad)

Anwendung

---

### Schmerz (44 Punkte)

Kein	44
Gelegentlich	40
Leicht	30
Mäßig	20
Stark	10
Ruheschmerz	0

### Funktion (47 Punkte)

#### Treppensteigen

normal	4
mit Hilfe eines Geländers	2
mit Hilfe einer anderen Methode	1
nicht möglich	0

#### Hinken

Kein	11
Leicht	8
Mäßig	5
Schwer	0
Gehen nicht möglich	0

#### Anziehen von Schuhen und Strümpfen

ohne Schwierigkeiten	4
mit Hilfsmitteln	2
unmöglich	0

#### Gehstrecke

unbegrenzt	11
1/2 bis 1 Stunde	8
10 Minuten bis 1/2 Stunde	5
2-10 Minuten	2
unter 2 Minuten/nur im Haus	0
unmöglich	0

#### Sitzen

normaler Stuhl, 1 Stunde	5
hoher Stuhl, 1/2 Stunde	3
keine 1/2 Stunde möglich	0

#### Benutzung öffentlicher Transportmittel

möglich	1
unmöglich	0

#### Gehhilfe

Keine	11
1 Gehstock für lange Gänge	7
1 Gehstock dauernd	5
1 Unterarmgehstütze	4
2 Gehstöcke	2
2 Unterarmgehstützen	0

**Physische Untersuchung (9 Punkte)**

Keine Deformation

Keine fixierte Abduktion über 10°	1
Keine fixierte Innenrotation über 10° in Extension	1
Keine Beinlängendifferenz über 3 cm	1
Keine Beugekontraktur über 30°	1

Bewegungsumfang\*

\* Umfang von Beugung + Abduktion + Adduktion + Außenrotation + Innenrotation im operierten

Hüftgelenk

210° - 300	5
160° - 209°	4
100° - 159°	3
60° - 99°	2
30° - 59°	1
0° - 29°	0

## Larson Score (IOWA-Hip-Score)

Anwendung	allgemein
Anmerkung	Empfohlener Score bei der medialen Schenkelhalsfraktur. Dt. Ges. f. Orthopädie und Traumatologie + Berufsverb. d. Ärzte f. Orthopädie (Hrsg.) Leitlinien der Orthopädie. Dt. Ärzte-Verlag, Köln, 1999, S. 113ff oder <a href="http://www.awmf-online.de">www.awmf-online.de</a> 2 Scores beschrieben, meist wird Score 1 benutzt, wenn man vom IOWA-Hip-Score spricht
submitted	Korrektur der Auswertung: Kajetan Klos, Uniklinik Jena

### Score 1

<b>Function</b> (35 points)	Does most of housework or job which requires moving about	5	
	Dresses unaided (includes tying shoes and putting socks)	5	
	Walks enough to be independent	5	
	Sits without difficulty at table or toilet	4	
	Picks up objects from floor by squatting	3	
	Bathes without help	3	
	Negotiates stairs foot over foot	3	
	Carries objects comparable to suitcase	2	
	Gets into car or public conveyance unaided and rides comfortably	2	
	Drives a car	1	
	<b>Freedom from pain</b> (35 points)	No pain	35
		Pain only with fatigue	30
		Pain only with weight-bearing	20
Pain at rest but not with weight-bearing		15	
Pain sitting or in bed		10	
Continuous pain		0	
<b>Gait</b> (10 points)	No limp; no support	10	
	No limp using cane	8	
	Abductor limp	8	
	Short-leg limp	8	
	Needs 2 canes	6	
	Needs 2 crutches	4	
	Cannot walk	0	
<b>Absence of deformity</b> (10 points)	No fixed flexion over 30°		
	No fixed adduction over 10°		
	No fixed rotation over 10°		
	Not over 1" shortening		
<b>Range of motion</b> (10 points)	Flexion-extension (normal 140°)	.. °	
	Abduction-adduction (normal 80°)	.. °	
	External-internal rotation (normal 80°)	.. °	
	Total degrees	.. °	
	Points (1 point/30°)	..	
<b>Muscle strength</b> (no points)			
Straight leg-raising	Less than gravity		
	Gravity		
	Gravity + resistance		
Abduction	Less than gravity		
	Gravity		
	Gravity + resistance		
Extension	Less than gravity		
	Gravity		

<b>Auswertung</b>	Gravity + resistance	
	<b>100 Punkte Skala, 35 für Schmerzfreiheit, 35 für Funktion, 10 Punkte für den Gang, 10 für Fehlen einer Deformität und 10 für die Beweglichkeit.</b>	
<b>Score 2</b>		
<b>Pain (40%)</b>	None	40
	Pain with fatigue	35
Pain with weight-bearing	Mild	30
	Moderate	20
	Severe	10
	Persistent with non-weight-bearing	10
	Continuous pain	0
<b>Function ability (30%)</b>		
Work and household duties	Full day - usual occupation	10
	Modified work or duties	6
	Severe restriction of former	2
Walking tolerances	Long distances	10
	Shorter distances	6
	2 blocks or less	1
Self-reliance	Dresses self unaided	3
	Help with shoes, socks	2
	Sit at table and toilet	3
Stairs	normal	2
	one at time	1
other	gets into car or public conveyance without difficulty	2
<b>Gait (15%)</b>	No limp - no support	15
	No limp - with cane	12
	Limp - mild - without cane	12
	Limp - mild - with cane	9
	Limp - moderate - without cane or crutch	9
	Limp - moderate - with cane or crutch	6
	Limp - severe - without cane or crutch	3
	Limp - severe - with cane or crutch	2
	Two canes or crutches	1
<b>Anatomic assessment(15%)</b>		
Motion	Flexion - up to 80° in range 0° - 100° x 0, 1	8
	Abduction - up to 20° in range 0° - 30° x 0,1	2
Shortening	None - 1/2	3
	1/2-1	2
	1 -2	1
Trendelenburg	absent	2



Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie

Klinische Abteilung für Kinderorthopädie  
Leitung: Univ.-Prof. Dr. Gerhardt Steinwender  
Telefon: (+43 316) 385-83773  
E-Mail: gerhardt.steinwender@medunigraz.at  
Adresse: Auenbruggerplatz 34, 8036 Graz



## Elterninformation<sup>1</sup> und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an einer klinischen Prüfung

### *Langzeitergebnisse nach in-situ Fixation bei Epiphyseolysis capitis femoris (ECF)*

Sehr geehrte Eltern!

Wir möchten Sie und Ihr Kind einladen bei unserer oben genannten klinischen Prüfung teilzunehmen.

Die Teilnahme an dieser klinischen Prüfung erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der klinischen Prüfung ausscheiden. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser klinischen Prüfung hat keine nachteiligen Folgen für Sie.

Klinische Prüfungen sind notwendig, um verlässliche neue medizinische Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer klinischen Prüfung ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis für die Teilnahme Ihres Kindes an dieser klinischen Prüfung schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text aufmerksam und sorgfältig durch und zögern Sie nicht aufkommende Fragen zu stellen.

Zu dieser klinischen Prüfung, sowie zur Patienteninformation und Einwilligungserklärung wurde von der zuständigen Ethikkommission eine befürwortende Stellungnahme abgegeben.

#### 1. Was ist der Zweck dieser klinischen Prüfung?

Der Zweck dieser klinischen Prüfung ist die Untersuchung und Evaluierung einer speziellen operativen Behandlungsmethode bei Diagnose einer Epiphyseolysis capitis femoris. Dieses

<sup>1</sup> Wegen der besseren Lesbarkeit wird im weiteren Text zum Teil auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Personenbegriffe verzichtet. Gemeint und angesprochen sind – sofern zutreffend – immer beide Geschlechter.

Krankheitsbild zeichnet sich dadurch aus, dass es bei einer Lockerung des Knochenendstückes (Epiphyse) des Oberschenkels zu einem Abgleiten des Hüftkopfes vom Oberschenkelhals kommt.

Die Therapiemöglichkeiten sind im Allgemeinen verschiedene Arten von operativen knöchernen Stabilisierungen der Epiphyse. Neben zum Teil sehr aufwendigen Therapieverfahren wird auch eine Verschraubung der abgerutschten Epiphyse (in-situ Fixation) durchgeführt. Langzeitergebnisse hinsichtlich dieser Operationsmethode fehlen aber – nicht zuletzt durch die Seltenheit dieser Erkrankung – noch.

Wir möchten im Rahmen dieser klinischen Prüfung herausfinden, wie sich diese Operationsmethode langfristig auf die Integrität des Hüftgelenks auswirkt. Hierzu werden vor allem die Beweglichkeit, die Stellung des Hüftgelenks im Röntgenbild, die Durchblutungssituation und der Knorpel- und Knochenstatus im MRT und das individuelle Wohlbefinden herangezogen.

Mit Hilfe der gewonnenen Ergebnisse können eventuell neue Therapierichtlinien erstellt werden.

## **2. Wie läuft die klinische Prüfung ab?**

Die klinische Prüfung findet an der klinischen Abteilung für Kinderorthopädie des Universitätsklinikums Graz statt. Es werden ungefähr 60 Personen daran teilnehmen. Bei Aufnahme in die klinische Prüfung wird die krankheitsbezogene Vorgeschichte Ihres Kindes anhand der bisher vorliegenden Dokumente erfasst und durch zusätzliche Fragen ergänzt. Weiterhin wird eine klinische Untersuchung Ihres Kindes an unserer Klinik durchgeführt werden.

Folgende Maßnahmen werden durchgeführt:

- Ausfüllen von Fragebögen zur Beurteilung von Beweglichkeit, Beschwerden und subjektiver Befindlichkeit
- Blutentnahme zur Überprüfung der Nierenfunktionsparameter
- Eventuell Schwangerschaftstest (bei gebärfähigen Frauen)
- Röntgenaufnahme des Hüftgelenks in mehreren Ebenen
- MRT-Aufnahme des Hüftgelenks mit Kontrastmittel
- Klinische Untersuchung des Hüftgelenks

## **3. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der klinischen Prüfung?**

Mit den Ergebnissen, die wir aus dieser klinischen Prüfung erzielen, sollen die langfristigen Auswirkungen dieser Therapiemöglichkeit auf das Hüftgelenk erfassen werden. Des Weiteren

werden Beschwerden, das Zurechtkommen im Alltag und mögliche Komplikationen erfasst und in die Ergebnisse miteinbezogen.

Für Ihr Kind besteht der Vorteil, dass Beschwerden, die im Zusammenhang mit dieser Erkrankung stehen, direkt auf unserer Klinik behandelt, bzw. im Rahmen der Nachuntersuchung erkannte, latent bestehende Probleme bereits früher erkannt werden können.

Mit Hilfe der Teilnahme Ihres Kindes können möglicherweise neue Therapierichtlinien für diese Erkrankung gefunden werden.

#### **4. Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?**

Um die Stellung des Hüftgelenks beurteilen zu könne, muss ein Röntgenbild angefertigt werden. Röntgenbilder sind mit einer Strahlenbelastung verbunden (Beckenröntgen ca. 0,349 mSv – vgl. natürliche Strahlenbelastung ca. 1.5 – 4 mSv/Jahr) und können potentiell Schaden anrichten. Bei Frauen/Mädchen die gebärfähig sind, wird einen Schwangerschaftstest (Urintest) durchgeführt. Sollte eine Schwangerschaft vorliegen, wird die Patientin von der radiologischen Untersuchung ausgeschlossen werden und lediglich an der klinischen Untersuchung und Befragung teilnehmen.

Wegen spezieller Fragestellungen zur Durchblutungssituation und zum Knorpel-/Knochenstatus wird zusätzlich ein MRT-Bild mit Kontrastmittel angefertigt werden. Dieses bildgebende Verfahren ist zwar keine Quelle für Strahlenbelastung, es können aber bei der Applikation von Kontrastmittel durch bestehende Nierenfunktionsstörungen Probleme auftreten. Durch eine Überprüfung der Nierenfunktionsparameter mittels einer Blutabnahme wird nach derartigen Nierenfunktionsstörungen gescreent. Liegt eine solche Problematik vor, wird der Patient von der MRT Untersuchung ausgeschlossen werden, oder gegebenenfalls eine MRT Untersuchung ohne Kontrastmittel durchgeführt.

Im Rahmen der klinischen Untersuchung sind keine Risiken zu erwarten.

#### **5. Hat die Teilnahme an der klinischen Prüfung sonstige Auswirkungen auf die Lebensführung und welche Verpflichtungen ergeben sich daraus?**

Es ergeben sich daraus keinerlei Auswirkungen und/oder Verpflichtungen.

#### **6. Wann wird die klinische Prüfung vorzeitig beendet?**

Sie und auch Ihr Kind können jederzeit auch ohne Angabe von Gründen, die Teilnahme widerrufen und aus der klinischen Prüfung ausscheiden, ohne dass für Sie oder Ihr Kind dadurch irgendwelche Nachteile für die weitere medizinische Betreuung entstehen.

Ihr Prüfarzt wird Sie und Ihr Kind über alle neuen Erkenntnisse, die in Bezug auf diese klinische Prüfung bekannt werden, und für Sie und Ihr Kind wesentlich werden könnten, umgehend informieren. Auf dieser Basis können Sie dann die Entscheidung zur weiteren Teilnahme an der klinischen Prüfung neu überdenken.

Es ist aber auch möglich, dass der Prüfarzt (oder gegebenenfalls der Auftraggeber dieser klinischen Prüfung) entscheidet, die Teilnahme an der klinischen Prüfung vorzeitig zu beenden, ohne vorher Ihr Einverständnis oder das Einverständnis Ihres Kindes einzuholen. Die Gründe hierfür können sein:

- Ihr Kind kann den Erfordernissen der Klinischen Prüfung nicht entsprechen
- Der behandelnde Arzt hat den Eindruck, dass eine weitere Teilnahme an der klinischen Prüfung nicht im Interesse Ihres Kindes ist

## **7. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser klinischen Prüfung gesammelten Daten verwendet?**

Sofern gesetzlich nicht etwas anderes vorgesehen ist, haben nur die Studienärzte und deren Mitarbeiter Zugang zu den vertraulichen Daten, in denen Ihr Kind namentlich genannt wird („personenbezogene“ Daten). Des weiteren können ggf. Beauftragte von in- und ausländischen Gesundheitsbehörden, der zuständigen Ethikkommission und Personen, die vom Studienleiter der klinischen Prüfung mit der Kontrolle der Datenqualität beauftragt wurden, Einsicht in diese Daten nehmen, um die Richtigkeit der Aufzeichnungen zu überprüfen. Diese Personen sind zur Verschwiegenheit verpflichtet.

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und Ihr Kind wird ausnahmslos nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Daten dieser klinischen Prüfung wird Ihr Kind nicht namentlich genannt.

Die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes in der geltenden Fassung werden eingehalten.

## **8. Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?**

Für Ihre Teilnahme an dieser klinischen Prüfung entstehen für Sie – abgesehen von den Fahrtkosten – keine zusätzlichen Kosten. Es ist keine Vergütung in Form einer Bezahlung vorgesehen.

## 9. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser klinischen Prüfung stehen Ihnen der Prüfarzt und seine Mitarbeiter gern zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte, die Rechte Ihres Kindes als Teilnehmer an dieser klinischen Prüfung betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.

Name der 1. Kontaktperson: Oliver Weiss

Erreichbar unter: 0660/3955855

Name der 2. Kontaktperson: Dr. Tanja Kraus

Erreichbar unter: 0316 385 84405

Name der 3. Kontaktperson: Univ.-Prof. Dr.med.univ. Gerhard Steinwender

Erreichbar unter: 0316 385 83773

## 10. Einwilligungserklärung

Name des Patienten in Druckbuchstaben: .....

Geb.Datum: .....

Ich erkläre mich bereit, dass mein Kind an der Nachuntersuchung für die klinische Prüfung: "Langzeitergebnisse nach in-situ Fixation bei Epiphyseolysis capitis femoris (ECF)" teilnehmen kann. Ich habe dieses Informationsblatt gelesen und verstanden. Alle meine Fragen wurden beantwortet und ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Mit meiner persönlich datierten Unterschrift gebe ich hiermit freiwillig mein Einverständnis, dass die Daten meines Kindes gespeichert und ohne direkten Personenbezug für wissenschaftliche Zwecke, die im Zusammenhang mit der Erkrankung stehen, verwendet werden dürfen. Mir ist bekannt, dass zur Überprüfung der Richtigkeit der Datenaufzeichnung Beauftragte der zuständigen Behörden und der Ethikkommission, sowie mit der Kontrolle der Datenqualität beauftragte Personen Einblick in personenbezogenen Krankheitsdaten meines Kindes nehmen dürfen.

Ich weiß, dass ich diese Zustimmungen jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen kann.

Eine Kopie dieser Patienteninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt beim Studienarzt.

.....  
(Datum und Unterschrift des Erziehungsberechtigten)

.....  
(Datum, Name und Unterschrift des verantwortlichen Arztes)

***(Der Erziehungsberechtigte erhält eine unterschriebene Kopie der Patienteninformation und Einwilligungserklärung, das Original verbleibt im Studienordner des Studienarztes.)***



Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie

Klinische Abteilung für Kinderorthopädie  
Leitung: Univ.-Prof. Dr. Gerhardt Steinwender  
Telefon: (+43 316) 385-83773  
E-Mail: gerhardt.steinwender@medunigraz.at  
Adresse: Auenbruggerplatz 34, 8036 Graz



## PatientInneninformation<sup>1</sup> und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an einer klinischen Prüfung

### *Langzeitergebnisse nach in-situ Fixation bei Epiphyseolysis capitis femoris (ECF)*

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Wir laden Sie ein bei unserer oben genannten klinischen Prüfung teilzunehmen.

Ihre Teilnahme an dieser klinischen Prüfung erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der klinischen Prüfung ausscheiden. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser klinischen Prüfung hat keine nachteiligen Folgen für Sie.

Klinische Prüfungen sind notwendig, um verlässliche neue medizinische Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer klinischen Prüfung ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser klinischen Prüfung schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text aufmerksam und sorgfältig durch und zögern Sie nicht aufkommende Fragen zu stellen.

Zu dieser klinischen Prüfung, sowie zur Patienteninformation und Einwilligungserklärung wurde von der zuständigen Ethikkommission eine befürwortende Stellungnahme abgegeben.

#### 1. Was ist der Zweck dieser klinischen Prüfung?

Der Zweck dieser klinischen Prüfung ist die Untersuchung und Evaluierung einer speziellen operativen Behandlungsmethode bei Diagnose einer Epiphyseolysis capitis femoris. Dieses

<sup>1</sup> Wegen der besseren Lesbarkeit wird im weiteren Text zum Teil auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Personenbegriffe verzichtet. Gemeint und angesprochen sind – sofern zutreffend – immer beide Geschlechter.

Krankheitsbild zeichnet sich dadurch aus, dass es bei einer Lockerung des Knochenendstückes (Epiphyse) des Oberschenkels zu einem Abgleiten des Hüftkopfes vom Oberschenkelhals kommt.

Die Therapiemöglichkeiten sind im Allgemeinen verschiedene Arten von operativen knöchernen Stabilisierungen der Epiphyse. Neben zum Teil sehr aufwendigen Therapieverfahren wird auch eine Verschraubung der abgerutschten Epiphyse (in-situ Fixation) durchgeführt. Langzeitergebnisse hinsichtlich dieser Operationsmethode fehlen aber – nicht zuletzt durch die Seltenheit dieser Erkrankung – noch.

Wir möchten im Rahmen dieser klinischen Prüfung herausfinden, wie sich diese Operationsmethode langfristig auf die Integrität des Hüftgelenks auswirkt. Hierzu werden vor allem die Beweglichkeit, die Stellung des Hüftgelenks im Röntgenbild, die Durchblutungssituation und der Knorpel- und Knochenstatus im MRT und das individuelle Wohlbefinden herangezogen.

Mit Hilfe der gewonnen Ergebnisse können eventuell neue Therapierichtlinien erstellt werden.

## **2. Wie läuft die klinische Prüfung ab?**

Die klinische Prüfung findet an der klinischen Abteilung für Kinderorthopädie des Universitätsklinikums Graz statt. Es werden ungefähr 60 Personen daran teilnehmen. Bei Aufnahme in die klinische Prüfung wird Ihre krankheitsbezogene Vorgeschichte anhand der bisher vorliegenden Dokumente erfasst und durch zusätzliche Fragen ergänzt. Weiterhin wird eine klinische Untersuchung an unserer Klinik durchgeführt werden.

Folgende Maßnahmen werden durchgeführt:

- Ausfüllen von Fragenbögen zur Beurteilung von Beweglichkeit, Beschwerden und subjektiver Befindlichkeit
- Blutentnahme zur Überprüfung der Nierenfunktionsparameter
- Eventuell Schwangerschaftstest (bei gebärfähigen Frauen)
- Röntgenaufnahme des Hüftgelenks in mehreren Ebenen
- MRT-Aufnahme des Hüftgelenks mit Kontrastmittel
- Klinische Untersuchung des Hüftgelenks

## **3. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der klinischen Prüfung?**

Mit den Ergebnissen, die wir aus dieser klinischen Prüfung erzielen, sollen die langfristigen Auswirkungen dieser Therapiemöglichkeit auf das Hüftgelenk erfassen werden. Des Weiteren

werden Beschwerden, das Zurechtkommen im Alltag und mögliche Komplikationen erfasst und in die Ergebnisse miteinbezogen.

Für Sie besteht der Vorteil, dass Beschwerden, die im Zusammenhang mit dieser Erkrankung stehen, direkt auf unserer Klinik behandelt werden können, bzw. im Rahmen der Nachuntersuchung erkannte, latent bestehende Probleme bereits früher erkannt werden können.

Mit Hilfe Ihrer Teilnahme können möglicherweise neue Therapierichtlinien für diese Erkrankung gefunden werden.

#### **4. Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?**

Um die Stellung des Hüftgelenks beurteilen zu können, muss ein Röntgenbild angefertigt werden. Röntgenbilder sind mit einer Strahlenbelastung (Beckenröntgen ca. 0,349 mSv – vgl. natürliche Strahlenbelastung ca. 1.5 – 4 mSv/Jahr) verbunden und können potentiell Schaden anrichten. Bei Frauen/Mädchen die gebärfähig sind, wird einen Schwangerschaftstest (Urintest) durchgeführt. Sollte eine Schwangerschaft vorliegen, wird die Patientin von der radiologischen Untersuchung ausgeschlossen werden und lediglich an der klinischen Untersuchung und Befragung teilnehmen.

Wegen spezieller Fragestellungen zur Durchblutungssituation und zum Knorpel-/Knochenstatus wird zusätzlich ein MRT-Bild mit Kontrastmittel angefertigt werden. Dieses bildgebende Verfahren ist zwar keine Quelle für Strahlenbelastung, es können aber bei der Applikation von Kontrastmittel durch bestehende Nierenfunktionsstörungen Probleme auftreten. Durch eine Überprüfung der Nierenfunktionsparameter mittels einer Blutabnahme wird nach derartigen Nierenfunktionsstörungen gescreent. Liegt eine solche Problematik vor, wird der Patient von der MRT Untersuchung ausgeschlossen werden, oder gegebenenfalls eine MRT Untersuchung ohne Kontrastmittel durchgeführt.

Im Rahmen der klinischen Untersuchung sind keine Risiken zu erwarten.

#### **5. Hat die Teilnahme an der klinischen Prüfung sonstige Auswirkungen auf die Lebensführung und welche Verpflichtungen ergeben sich daraus?**

Es ergeben sich daraus keinerlei Auswirkungen und/oder Verpflichtungen.

#### **6. Wann wird die klinische Prüfung vorzeitig beendet?**

Sie können jederzeit auch ohne Angabe von Gründen, die Teilnahme widerrufen und aus der klinischen Prüfung ausscheiden ohne dass für Sie dadurch irgendwelche Nachteile für die weitere medizinische Betreuung entstehen.

Ihr Prüfarzt wird Sie über alle neuen Erkenntnisse, die in Bezug auf diese klinische Prüfung bekannt werden, und für Sie wesentlich werden könnten, umgehend informieren. Auf dieser Basis können Sie dann die Entscheidung zur weiteren Teilnahme an der klinischen Prüfung neu überdenken.

Es ist aber auch möglich, dass Ihr Prüfarzt (oder gegebenenfalls der Auftraggeber dieser klinischen Prüfung) entscheidet, die Teilnahme an der klinischen Prüfung vorzeitig zu beenden, ohne vorher Ihr Einverständnis einzuholen. Die Gründe hierfür können sein:

- Sie können den Erfordernissen der Klinischen Prüfung nicht entsprechen
- Ihr behandelnder Arzt hat den Eindruck, dass eine weitere Teilnahme an der klinischen Prüfung nicht in Ihrem Interesse ist

## **7. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser klinischen Prüfung gesammelten Daten verwendet?**

Sofern gesetzlich nicht etwas anderes vorgesehen ist, haben nur die Studienärzte und deren Mitarbeiter Zugang zu den vertraulichen Daten, in denen Sie namentlich genannt werden („personenbezogene“ Daten). Des weiteren können ggf. Beauftragte von in- und ausländischen Gesundheitsbehörden, der zuständigen Ethikkommission und Personen, die vom Studienleiter der klinischen Prüfung mit der Kontrolle der Datenqualität beauftragt wurden, Einsicht in diese Daten nehmen, um die Richtigkeit der Aufzeichnungen zu überprüfen. Diese Personen sind zur Verschwiegenheit verpflichtet.

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und Sie werden ausnahmslos nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Daten dieser klinischen Prüfung werden Sie nicht namentlich genannt.

Die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes in der geltenden Fassung werden eingehalten.

## **8. Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?**

Für Ihre Teilnahme an dieser klinischen Prüfung entstehen für Sie – abgesehen von den Fahrtkosten – keine zusätzlichen Kosten. Es ist keine Vergütung in Form einer Bezahlung vorgesehen.

## 9. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser klinischen Prüfung stehen Ihnen Ihr Prüfarzt und seine Mitarbeiter gern zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als Patient und Teilnehmer an dieser klinischen Prüfung betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.

Name der 1. Kontaktperson: Oliver Weiss

Erreichbar unter: 0660/3955855

Name der 2. Kontaktperson: Dr. Tanja Kraus

Erreichbar unter: 0316 385 84405

Name der 3. Kontaktperson: Univ.-Prof. Dr.med.univ. Steinwender Gerhard

Erreichbar unter: 0316 385 83773

## 10. Einwilligungserklärung

Name des Patienten in Druckbuchstaben: .....

Geb.Datum: .....

Ich habe dieses Informationsblatt gelesen und verstanden. Alle meine Fragen wurden beantwortet und ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Mit meiner persönlich datierten Unterschrift gebe ich hiermit freiwillig mein Einverständnis, dass meine Daten gespeichert und ohne direkten Personenbezug für wissenschaftliche Zwecke, die im Zusammenhang mit der Erkrankung stehen, verwendet werden dürfen. Mir ist bekannt, dass zur Überprüfung der Richtigkeit der Datenaufzeichnung Beauftragte der zuständigen Behörden und der Ethikkommission, sowie mit der Kontrolle der Datenqualität beauftragte Personen Einblick in meine personenbezogenen Krankheitsdaten nehmen dürfen.

Ich weiß, dass ich diese Zustimmungen jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen kann.

Eine Kopie dieser Patienteninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt beim Studienarzt.

.....  
(Datum und Unterschrift des Patienten)

.....  
(Datum, Name und Unterschrift des verantwortlichen Arztes)

*(Der Patient erhält eine unterschriebene Kopie der Patienteninformation und Einwilligungserklärung, das Original verbleibt im Studienordner des Studienarztes.)*



Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie

Klinische Abteilung für Kinderorthopädie  
Leitung: Univ.-Prof. Dr. Gerhardt Steinwender  
Telefon: (+43 316) 385-83773  
E-Mail: gerhardt.steinwender@medunigraz.at  
Adresse: Auenbruggerplatz 34, 8036 Graz



## PatientInneninformation<sup>1</sup> und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an einer klinischen Prüfung

### *Langzeitergebnisse nach in-situ Fixation bei Epiphyseolysis capitis femoris (ECF)*

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Wir laden Sie ein bei unserer oben genannten klinischen Prüfung teilzunehmen.

Ihre Teilnahme an dieser klinischen Prüfung erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der klinischen Prüfung ausscheiden. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser klinischen Prüfung hat keine nachteiligen Folgen für Sie.

Klinische Prüfungen sind notwendig, um verlässliche neue medizinische Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung einer klinischen Prüfung ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser klinischen Prüfung schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text aufmerksam und sorgfältig durch und zögern Sie nicht aufkommende Fragen zu stellen.

Zu dieser klinischen Prüfung, sowie zur Patienteninformation und Einwilligungserklärung wurde von der zuständigen Ethikkommission eine befürwortende Stellungnahme abgegeben.

#### **1. Was ist der Zweck dieser klinischen Prüfung?**

Der Zweck dieser klinischen Prüfung ist die Untersuchung und Evaluierung einer speziellen operativen Behandlungsmethode bei Diagnose einer Epiphyseolysis capitis femoris. Dieses

<sup>1</sup> Wegen der besseren Lesbarkeit wird im weiteren Text zum Teil auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Personenbegriffe verzichtet. Gemeint und angesprochen sind – sofern zutreffend – immer beide Geschlechter.

Krankheitsbild zeichnet sich dadurch aus, dass es bei einer Lockerung des Knochenendstückes (Epiphyse) des Oberschenkels zu einem Abgleiten des Hüftkopfes vom Oberschenkelhals kommt.

Die Therapiemöglichkeiten sind im Allgemeinen verschiedene Arten von operativen knöchernen Stabilisierungen der Epiphyse. Neben zum Teil sehr aufwendigen Therapieverfahren wird auch eine Verschraubung der abgerutschten Epiphyse (in-situ Fixation) durchgeführt. Langzeitergebnisse hinsichtlich dieser Operationsmethode fehlen aber – nicht zuletzt durch die Seltenheit dieser Erkrankung – noch.

Wir möchten im Rahmen dieser klinischen Prüfung herausfinden, wie sich diese Operationsmethode langfristig auf die Integrität des Hüftgelenks auswirkt. Hierzu werden vor allem die Beweglichkeit, die Stellung des Hüftgelenks im Röntgenbild, die Durchblutungssituation und der Knorpel- und Knochenstatus im MRT und das individuelle Wohlbefinden herangezogen.

Mit Hilfe der gewonnenen Ergebnisse können eventuell neue Therapierichtlinien erstellt werden.

## 2. Wie läuft die klinische Prüfung ab?

Die klinische Prüfung findet an der klinischen Abteilung für Kinderorthopädie des Universitätsklinikums Graz statt. Es werden ungefähr 60 Personen daran teilnehmen. Bei Aufnahme in die klinische Prüfung wird Ihre krankheitsbezogene Vorgeschichte anhand der bisher vorliegenden Dokumente erfasst und durch zusätzliche Fragen ergänzt. Weiterhin wird eine klinische Untersuchung an unserer Klinik durchgeführt werden.

Folgende Maßnahmen werden durchgeführt:

- Ausfüllen von Fragebögen zur Beurteilung von Beweglichkeit, Beschwerden und subjektiver Befindlichkeit
- Blutentnahme zur Überprüfung der Nierenfunktionsparameter
- Eventuell Schwangerschaftstest (bei gebärfähigen Frauen)
- Röntgenaufnahme des Hüftgelenks in mehreren Ebenen
- MRT-Aufnahme des Hüftgelenks mit Kontrastmittel
- Klinische Untersuchung des Hüftgelenks

## 3. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der klinischen Prüfung?

Mit den Ergebnissen, die wir aus dieser klinischen Prüfung erzielen, sollen die langfristigen Auswirkungen dieser Therapiemöglichkeit auf das Hüftgelenk erfassen werden. Des Weiteren

werden Beschwerden, das Zurechtkommen im Alltag und mögliche Komplikationen erfasst und in die Ergebnisse miteinbezogen.

Für Sie besteht der Vorteil, dass Beschwerden, die im Zusammenhang mit dieser Erkrankung stehen, direkt auf unserer Klinik behandelt werden können, bzw. im Rahmen der Nachuntersuchung erkannte, latent bestehende Probleme bereits früher erkannt werden können.

Mit Hilfe Ihrer Teilnahme können möglicherweise neue Therapierichtlinien für diese Erkrankung gefunden werden.

#### **4. Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen?**

Um die Stellung des Hüftgelenks beurteilen zu können, muss ein Röntgenbild angefertigt werden. Röntgenbilder sind mit einer Strahlenbelastung (Beckenröntgen ca. 0,349 mSv – vgl. natürliche Strahlenbelastung ca. 1.5 – 4 mSv/Jahr) verbunden und können potentiell Schaden anrichten. Bei Frauen/Mädchen die gebärfähig sind, wird einen Schwangerschaftstest (Urintest) durchgeführt. Sollte eine Schwangerschaft vorliegen, wird die Patientin von der radiologischen Untersuchung ausgeschlossen werden und lediglich an der klinischen Untersuchung und Befragung teilnehmen.

Wegen spezieller Fragestellungen zur Durchblutungssituation und zum Knorpel-/Knochenstatus wird zusätzlich ein MRT-Bild mit Kontrastmittel angefertigt werden. Dieses bildgebende Verfahren ist zwar keine Quelle für Strahlenbelastung, es können aber bei der Applikation von Kontrastmittel durch bestehende Nierenfunktionsstörungen Probleme auftreten. Durch eine Überprüfung der Nierenfunktionsparameter mittels einer Blutabnahme wird nach derartigen Nierenfunktionsstörungen gescreent. Liegt eine solche Problematik vor, wird der Patient von der MRT Untersuchung ausgeschlossen werden, oder gegebenenfalls eine MRT Untersuchung ohne Kontrastmittel durchgeführt.

Im Rahmen der klinischen Untersuchung sind keine Risiken zu erwarten.

#### **5. Hat die Teilnahme an der klinischen Prüfung sonstige Auswirkungen auf die Lebensführung und welche Verpflichtungen ergeben sich daraus?**

Es ergeben sich daraus keinerlei Auswirkungen und/oder Verpflichtungen.

#### **6. Wann wird die klinische Prüfung vorzeitig beendet?**

Sie können jederzeit auch ohne Angabe von Gründen, die Teilnahme widerrufen und aus der klinischen Prüfung ausscheiden ohne dass für Sie dadurch irgendwelche Nachteile für die weitere medizinische Betreuung entstehen.

Ihr Prüfarzt wird Sie über alle neuen Erkenntnisse, die in Bezug auf diese klinische Prüfung bekannt werden, und für Sie wesentlich werden könnten, umgehend informieren. Auf dieser Basis können Sie dann die Entscheidung zur weiteren Teilnahme an der klinischen Prüfung neu überdenken.

Es ist aber auch möglich, dass Ihr Prüfarzt (oder gegebenenfalls der Auftraggeber dieser klinischen Prüfung) entscheidet, die Teilnahme an der klinischen Prüfung vorzeitig zu beenden, ohne vorher Ihr Einverständnis einzuholen. Die Gründe hierfür können sein:

- Sie können den Erfordernissen der Klinischen Prüfung nicht entsprechen
- Ihr behandelnder Arzt hat den Eindruck, dass eine weitere Teilnahme an der klinischen Prüfung nicht in Ihrem Interesse ist

## **7. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser klinischen Prüfung gesammelten Daten verwendet?**

Sofern gesetzlich nicht etwas anderes vorgesehen ist, haben nur die Studienärzte und deren Mitarbeiter Zugang zu den vertraulichen Daten, in denen Sie namentlich genannt werden („personenbezogene“ Daten). Des weiteren können ggf. Beauftragte von in- und ausländischen Gesundheitsbehörden, der zuständigen Ethikkommission und Personen, die vom Studienleiter der klinischen Prüfung mit der Kontrolle der Datenqualität beauftragt wurden, Einsicht in diese Daten nehmen, um die Richtigkeit der Aufzeichnungen zu überprüfen. Diese Personen sind zur Verschwiegenheit verpflichtet.

Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und Sie werden ausnahmslos nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Daten dieser klinischen Prüfung werden Sie nicht namentlich genannt.

Die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes in der geltenden Fassung werden eingehalten.

## **8. Entstehen für die Teilnehmer Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?**

Für Ihre Teilnahme an dieser klinischen Prüfung entstehen für Sie – abgesehen von den Fahrtkosten – keine zusätzlichen Kosten. Es ist keine Vergütung in Form einer Bezahlung vorgesehen.

## 9. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser klinischen Prüfung stehen Ihnen Ihr Prüfarzt und seine Mitarbeiter gern zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als Patient und Teilnehmer an dieser klinischen Prüfung betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.

Name der 1. Kontaktperson: Oliver Weiss

Erreichbar unter: 0660/3955855

Name der 2. Kontaktperson: Dr. Tanja Kraus

Erreichbar unter: 0316 385 84405

Name der 3. Kontaktperson: Univ.-Prof. Dr.med.univ. Steinwender Gerhard

Erreichbar unter: 0316 385 83773

## 10. Einwilligungserklärung

Name des Patienten in Druckbuchstaben: .....

Geb.Datum: .....

Ich habe dieses Informationsblatt gelesen und verstanden. Alle meine Fragen wurden beantwortet und ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Mit meiner persönlich datierten Unterschrift gebe ich hiermit freiwillig mein Einverständnis, dass meine Daten gespeichert und ohne direkten Personenbezug für wissenschaftliche Zwecke, die im Zusammenhang mit der Erkrankung stehen, verwendet werden dürfen. Mir ist bekannt, dass zur Überprüfung der Richtigkeit der Datenaufzeichnung Beauftragte der zuständigen Behörden und der Ethikkommission, sowie mit der Kontrolle der Datenqualität beauftragte Personen Einblick in meine personenbezogenen Krankheitsdaten nehmen dürfen.

Ich weiß, dass ich diese Zustimmungen jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen kann.

Eine Kopie dieser Patienteninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt beim Studienarzt.

.....  
(Datum und Unterschrift des Patienten)

.....  
(Datum, Name und Unterschrift des verantwortlichen Arztes)

*(Der Patient erhält eine unterschriebene Kopie der Patienteninformation und Einwilligungserklärung, das Original verbleibt im Studienordner des Studienarztes.)*

## Dein Informationsblatt

### Liebe Patientin, lieber Patient!

Wie du weißt, hast du an einer Erkrankung gelitten, die dich beim Gehen sehr behindert hat. Auf der ganzen Welt gibt es Kinder, die eine solche Erkrankung durchmachen müssen. Und überall bemühen sich viele Ärzte, die Behandlung dieser Erkrankung zu verbessern. Dazu werden auf der ganzen Welt Untersuchungen - sogenannte „Studien“ - gemacht, um eine Verbesserung der Behandlung zu erreichen.

### Was soll ich tun?



Wir möchten dich nun fragen, ob du an einer solchen Untersuchung teilnimmst. Diese Untersuchung soll zeigen, wie gut sich deine Behandlung auf die Art deines Gehens ausgewirkt hat. Damit wir vielen anderen Kindern wie dir helfen können, müssen wir sehr viel über diese Behandlung und ihre Auswirkungen herausfinden. Wir werden auch noch andere Kinder und sogar Erwachsene, die die gleiche Erkrankung wie du gehabt haben, untersuchen.

### Was wird mit mir geschehen?

Wir möchten, dass du mit deiner Mama oder deinem Papa einmal zu uns in die Klinik kommst.

Am Anfang wird ein Arzt bei dir testen, wie gut du dein Hüftgelenk bewegen kannst und wie gut du gehen und laufen kannst. Dazu wird er dir auch ein paar Fragen stellen. Danach machen wir zwei Untersuchungen mit zwei verschiedenen Geräten: einem Röntgengerät und einem MRT.

Dabei können wir von deinem Hüftgelenk ein Bild machen und das beurteilen, was wir mit freiem Auge nicht sehen können.

Die Untersuchung am Röntgengerät dauert nur wenige Minuten und tut auch gar nicht weh.



Die Untersuchung mit dem MRT dauert aber etwa eine halbe Stunde. Auch diese Untersuchung tut nicht weh, das Gerät macht aber laute und komische Geräusche. Ganz wichtig bei dieser Untersuchung ist, dass du dich nicht bewegst, weil ansonsten das Bild verschwommen wird. Zusätzlich müssen wir dir für diese Untersuchung etwas Blut abnehmen und eine Spritze geben. Du brauchst aber keine Angst zu haben, denn der Arzt wird dir vorher etwas geben, damit die Spritze nicht weh tut.

Deine Mama oder dein Papa werden die ganze Zeit über bei dir sein und wenn dir irgendwas, das der Arzt tut nicht gefällt, kann deine Mama oder dein Papa sagen, dass er aufhören soll und du kannst nach Hause gehen.

### **Kann ich meine Meinung ändern?**



Wenn du dich dazu entscheidest, dass du bei dieser Studie nicht mitmachen möchtest, sag das einfach deiner Mama oder deinem Papa, und dann musst du es auch nicht. Wenn du uns jetzt helfen möchtest, deine Meinung aber später änderst, macht das auch nichts. Du kannst jederzeit, wann immer du willst mit der Studie aufhören. Die Ärzte werden dich auch dann jederzeit betreuen, wenn es nötig ist.

Wenn du Fragen dazu hast, was mit dir geschieht, kannst du deine Mama oder deinen Papa fragen, oder du kannst die Ärzte befragen. Sie werden alle deine Fragen beantworten. Es macht gar nichts, wenn du denkst, dass deine Fragen dumm sind! Wenn du irgendetwas wissen möchtest, dann musst du einfach fragen.

## Einwilligungserklärung

Hast du das Informationsblatt gelesen?	JA	NEIN
Hast du alle Fragen gestellt, die du stellen wolltest?	JA	NEIN
Hat der Arzt alle deine Fragen beantwortet?	JA	NEIN
Ist dir bekannt, dass du mit der Studie aufhören kannst, wenn du möchtest?	JA	NEIN
Möchtest du teilnehmen?	JA	NEIN
<b>Patient/Patientin:</b>		
Name (Blockschrift):	_____	
Geburtsdatum:	_____	
Unterschrift:	_____	
Datum:	_____	

**Eltern/gesetzliche Vertreter:**

Name (Blockschrift): \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

**Aufklärender Arzt/Ärztin:**

Name (Blockschrift): \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_



Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie

Klinische Abteilung für Kinderorthopädie  
Leitung: Univ.-Prof. Dr. Gerhardt Steinwender  
Telefon: (+43 316) 385-83773  
E-Mail: gerhardt.steinwender@medunigraz.at  
Adresse: Auenbruggerplatz 34, 8036 Graz



## **PatientInneninformation zur Teilnahme an der MRT- Untersuchung im Rahmen einer klinischen Prüfung**

### ***Langzeitergebnisse nach in-situ Fixation bei Epiphyseolysis capitis femoris (ECF)***

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Im Rahmen der Studie „Langzeitergebnisse nach in-situ Fixation bei Epiphyseolysis capitis femoris (ECF)“ möchten wir Sie im Folgenden über die Untersuchung mittels Magnetresonanztomographen (MRT) informieren.

Diese Studie findet in Zusammenarbeit zwischen den Abteilungen für Kinderorthopädie und Kinderradiologie statt.

Aus organisatorischen Gründen wird Ihnen nach Ihrer Teilnahme an der klinischen Untersuchung und dem Anfertigen eines Röntgenbildes ein zusätzlicher Termin für eine MRT- Untersuchung zugeteilt. Diese Untersuchung findet, wie auch die klinische Untersuchung, an der Ambulanz der Kinderchirurgie, Auenbruggerplatz 34, EG, 8036 Graz, statt.

Kurz möchten wir Ihnen einen Überblick verschaffen, wie diese Untersuchung für Sie ablaufen wird und Sie nochmals über die Notwendigkeit dieser Untersuchung informieren:

- Am Tag Ihrer klinischen Prüfung wird Ihnen dieses Informationsblatt ausgehändigt und ein Termin für die MRT-Untersuchung vergeben.

- Gesondert wird für diese Studie jeweils jeden **Freitag** um 8:00 Uhr ein MRT reserviert werden. Sie werden **allerdings** aus organisatorischen Gründen bereits um **7.00 Uhr** erwartet.
- Vor Beginn der MRT-Untersuchung wird Ihnen ein Arzt/eine Ärztin Blut abnehmen, um Ihre Nierenfunktionsparameter zu bestimmen. Dies ist essentiell, da bei eingeschränkter Nierenfunktion kein Kontrastmittel verabreicht werden darf. Finden Sie sich bitte daher bereits um 7 Uhr in der **Ambulanz der Kinderchirurgie, Auenbruggerplatz 34, EG, Zimmer 9, 8036 Graz** zu sein. Dort werden Sie vom unserem Pflegepersonal in der Ambulanz bereits erwartet. Die Auswertung des Blutbefundes dauert ca. 45 min.
- Nach vorliegendem Blutbefund folgt nun die MRT- Untersuchung mit – oder gegebenenfalls ohne – Kontrastmittel

Die MRT-Untersuchung mit Kontrastmittel wird im Rahmen dieser Studie wegen spezieller Fragestellungen zur Durchblutungssituation und zum Knorpel-/Knochenstatus zusätzlich angefertigt. Dieses bildgebende Verfahren ist zwar keine Quelle für Strahlenbelastung, es können aber bei der Applikation von Kontrastmittel durch bestehende Nierenfunktionsstörungen Probleme auftreten. Durch eine Überprüfung der Nierenfunktionsparameter mittels einer Blutabnahme wird nach derartigen Nierenfunktionsstörungen gesucht. Liegt eine solche Problematik vor, wird die MRT Untersuchung ohne Kontrastmittel durchgeführt werden.

Sollten Sie zu dieser Untersuchung oder zur Studie insgesamt noch Fragen haben, bitte zögern Sie nicht, diese zu stellen. Wir stehen Ihnen diesbezüglich gerne zur Verfügung!

Wir würden uns sehr über Ihre Teilnahme freuen,

Mit freundlichen Grüßen,

Priv. Doz. Dr. Tanja Kraus  
ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. Gerhardt Steinwender  
c.m. Oliver Weiss