

Aus der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie,
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar
Direktor: Prof. Dr. med. D. Kohn

**Langfristige Ergebnisse nach arthroskopischer Therapie bei
femoroacetabulärem Impingementsyndrom (6-10 Jahre Follow-up)**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2017

vorgelegt von: Lukas Martin Wirtz
geb. am: 10. Mai 1989 in Duisburg

Abkürzungsverzeichnis

Allgemein

n.	nach
Pat.	Patient(en), Patientin(nen)
z. B.	zum Beispiel

Statistik

n	Anzahl von Patienten
IQR	Interquartilsabstand, engl.: „interquartile range“
r	Korrelationskoeffizient nach Pearson
KI	Konfidenzintervall
BCa	bias-corrected and accelerated
präop	Wert aus der Voruntersuchung
1. postop	Wert aus der ersten Nachuntersuchung
2. postop	Wert aus der zweiten Nachuntersuchung

Hüftscores

mHHS	modifizierter Harris Hip Score (nach T. Byrd)
MdA	Merle d’Aubigné Score
HOS ADL	Hip Outcome Score Activities of Daily Living
HOS Sport	Hip Outcome Score Sport
NAHS	Nonarthritic Hip Score
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	1
1.1	Deutsch.....	1
1.2	Englisch.....	3
2	Einleitung.....	5
2.1	Pathomechanismus.....	6
2.2	Epidemiologie.....	11
2.3	Anamnese.....	12
2.4	Klinische Untersuchung.....	13
2.5	Bildgebung.....	16
2.6	Therapie	21
2.7	Fragestellung.....	23
3	Material und Methoden.....	24
3.1	Patienten	24
3.2	Durchführung der Studie.....	24
3.3	Operation	24
3.3.1	Indikation	24
3.3.2	Anästhesie und Lagerung.....	25
3.3.3	Operationstechnik	25
3.3.4	Nachbehandlung.....	28
3.4	Fragebogen.....	28
3.4.1	Subjektiv-funktionelle Scores	28

3.5	Befragung der Prothesenpatienten	30
3.6	Klinisch-radiologische Untersuchung.....	30
3.6.1	Arthrosegrad nach Tönnis.....	31
3.7	Daten aus der Vorstudie und der ärztlichen Dokumentation.....	31
3.7.1	Intraoperative Klassifikation des Knorpelstatus	31
3.8	Datenverarbeitung und statistische Auswertung	32
3.8.1	Statistische Tests.....	32
4	Ergebnisse.....	34
4.1	Patienten	34
4.2	Subjektiv-funktionelle Scores.....	35
4.2.1	Vergleich präoperativer und langfristiger Ergebnisse	37
4.2.2	Korrelation kurzfristiger und langfristiger Ergebnisse	38
4.2.3	Einflussfaktoren auf das langfristige Ergebnis.....	39
4.3	Prothesenpatienten	43
4.3.1	Vergleich: Prothese / keine Prothese	43
4.4	Klinisch-radiologische Untersuchung.....	45
4.4.1	Hüftgelenksbeweglichkeit.....	45
4.4.2	Klinische Tests.....	47
4.4.3	Impingementtest und subjektiv-funktionelles Ergebnis.....	48
4.4.4	Arthrosegrad nach Tönnis.....	49
4.5	Sensitivitätsanalyse	50

5	Diskussion.....	51
5.1	Patienten	51
5.1.1	Geschlechtsverteilung.....	51
5.1.2	Operationsalter	52
5.2	Ergebnisse	53
5.2.1	Subjektiv-funktionelle Scores / Konversion zur Endoprothese	53
5.2.2	Klinisch-radiologische Untersuchung.....	59
5.2.3	Impingementtest und subjektiv-funktionelles Ergebnis.....	61
5.3	Limitationen	62
5.4	Schlussfolgerung	63
6	Literaturverzeichnis	64
7	Anhang	73
8	Publikationen.....	78
9	Danksagung	79

1 Zusammenfassung

1.1 Deutsch

Langfristige Ergebnisse nach arthroskopischer Therapie bei femoroacetabulärem Impingementsyndrom (6 - 10 Jahre Follow-up)

Im Rahmen einer prospektiv angelegten Studie wurden 72 Patienten, die von April 2004 bis Juni 2007 aufgrund eines femoroacetabulären Impingements (FAI) in der orthopädischen Klinik des Universitätsklinikums des Saarlands arthroskopisch operiert wurden, erfasst. Die Patienten wurden per modifiziertem Harris Hip Score (mHHS), Merle d'Aubigné Score (Mda), Hip Outcome Score (HOS), WOMAC-Index und Nonarthritic Hip Score (NAHS) befragt. In der klinisch-radiologischen Untersuchung wurden die Hüftgelenksbeweglichkeit, das Ergebnis des Impingement- und des Apprehensionstests, der Arthrosegrad nach Tönnis und der Alpha-Winkel nach Nötzli bestimmt.

52 Patienten waren nach Abzug einer verstorbenen Patientin und 19 unbekannt verzogener Patienten verfügbar. Hiervon wurden 11 Patienten im postoperativen Verlauf hüftendoprothetisch versorgt. 2 Patienten wurden erneut arthroskopiert und damit aus der Studie ausgeschlossen. 3 Patienten verweigerten die Teilnahme. Die insgesamt 47 nachuntersuchten Patienten wiesen ein Durchschnittsalter von 38 (17-68) Jahren auf. 19 Patienten waren weiblich und 28 männlich. Die Nachuntersuchung fand im Durchschnitt nach 91 (72-124) Monaten statt. 36 Patienten konnten per Fragebogen und davon 17 Patienten zusätzlich klinisch-radiologisch nachuntersucht werden. Die 11 hüftendoprothetisch versorgten Patienten wurden einer gesonderten telefonischen Befragung unterzogen.

Der mediane mHHS stieg um 27 Punkte (69 → 96 Punkte; $p < 0,001$) und der mediane Mda um 2 Punkte (15 → 17 Punkte; $p < 0,001$). Zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung betragen die medianen Werte im HOS ADL 97, im HOS Sport 86, im WOMAC-Index 98 und im NAHS 95 Punkte. Dabei waren ein höheres Operationsalter, präoperative Arthrosezeichen zweiten Grades nach Tönnis und drittgradige Knorpelschäden der Gelenkpfanne Prädiktoren für ein langfristig schlechteres Operationsergebnis.

Die zwischenzeitlich hüftendoprothetisch versorgten Patienten wurden im Median 37 Monate nach der Hüftarthroskopie operiert. Die Patienten erfuhren eine mediane 75-prozentige Beschwerdereduktion für im Median 5 Monate. 2 Patienten hätten sich mit heutigem Wissen über den postoperativen Verlauf erneut für eine Hüftarthroskopie entschieden, 6 Patienten nicht.

Die Hüftgelenksbeweglichkeit zeigte im Verlauf eine progrediente Zunahme der Innenrotation ($8^{\circ} \rightarrow 13^{\circ} \rightarrow 20^{\circ}$) und eine langfristig gesehene Abnahme der Flexion ($113^{\circ} \rightarrow 120^{\circ} \rightarrow 100^{\circ}$). Der vordere Impingementtest war präoperativ in 93,3% der Fälle positiv und zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung in 44,4%. Ein negatives Testergebnis ging mit signifikant besseren subjektiv-funktionellen Scorewerten einher. Der Apprehensionstest war präoperativ bei 50% der Patienten positiv und zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung bei 22,2%. Der Arthrosegrad nach Tönnis war im Verlauf zunehmend.

Es zeigte sich somit ein gutes bis exzellentes subjektiv-funktionelles Ergebnis bei Patienten mit einer erfolgreichen gelenkerhaltenden Therapie vor dem Hintergrund einer hüftendoprothetischen Versorgung von rund 20% der Patienten. Das Alter, präoperative radiologische Arthrosezeichen und der Knorpelstatus sind nach unseren Erkenntnissen bei der Indikationsstellung und Prognose der arthroskopischen Therapie einzubeziehen. Weiterhin unterstützen unsere Daten die Nutzung des vorderen Impingementtests in der Evaluation des postoperativen Ergebnisses.

1.2 Englisch

Long-term outcome of arthroscopic treated femoroacetabular impingement (6- to 10-year follow-up)

The study included 72 patients, who underwent hip arthroscopy for femoroacetabular impingement (FAI) between April 2004 and June 2007 at the Department of Orthopaedics and Orthopaedic Surgery of the Saarland University Medical Center. The patients were prospectively assessed with the modified Harris Hip Score (mHHS), the Merle d'Aubigné Score, the Hip Outcome Score (HOS), the WOMAC-Index and the Nonarthritic Hip Score (NAHS). The clinical examination for patients available for personal follow-up consisted of determining the range of motion, the anterior impingement test, the apprehension test, the stadium of osteoarthritis according to Tönnis and the alpha angle according to Nötzli on pre- and postoperative x-rays.

In the meantime, one patient died and 19 patients changed their contact details. At least 52 patients were available, of which 11 underwent total hip replacement, 2 patients underwent a second hip arthroscopy and 3 patients denied follow-up. After excluding patients with a second hip arthroscopy and those denying follow-up, a total of 47 patients were available. The mean age was 38 (17-68) years. 19 patients were female and the mean time at the last follow-up was 91 (72-124) months. 36 patients filled in a questionnaire, of which 17 patients underwent an additional clinical and radiological examination. Eleven patients undergoing total hip replacement were interviewed, based on a separate questionnaire by phone.

The mHHS median improvement was 27 points (69 → 96 points; $p < 0.001$) and the Mda median improvement was 2 points (15 → 17 points; $p < 0,001$). At final follow-up, the median points of HOS ADL were 97, of HOS Sport 86, of WOMAC-Index 98 and of NAHS 95. Higher patient's age, osteoarthritis stadium two according to Tönnis on the preoperative x-rays and third degree cartilage damage at the acetabulum were associated with a worse long-term patient-reported outcome.

The patients who underwent hip replacement after hip arthroscopy had a median improvement of their symptoms of 75% for median 5 months. The median time to total hip

replacement was 37 months after hip arthroscopy. 2 Patients would undergo the arthroscopic procedure again with today's knowledge of the postoperative course, 6 patients would not.

Clinical examination of the hip joint showed a progressive improvement of the internal rotation ($8^{\circ} \rightarrow 13^{\circ} \rightarrow 20^{\circ}$) and a long-term decrease of flexion ($113^{\circ} \rightarrow 120^{\circ} \rightarrow 100^{\circ}$). The anterior impingement test was preoperatively positive in 93.3% of the cases, at last follow-up in 44.4%. A negative test result was associated with a better patient-reported outcome. The apprehension test was preoperatively positive in 50% of the cases, at last follow-up in 22.2%. The Tönnis grading was higher for some patients at last follow-up.

This study reports good to excellent results for patients with a successful arthroscopic joint-preserving therapy for FAI. Nevertheless, there was a conversion to total hip replacement in 20% of the patients. According to our data, age, preoperative signs of osteoarthritis on the x-rays and cartilage damage could be used for the indication and prognosis of arthroscopic treatment for FAI. Furthermore, our data supports the use of the anterior impingement test as a clinical outcome instrument.

2 Einleitung

Im Jahre 2001 veröffentlichten Ganz et al. die Entwicklung einer neuen Technik der chirurgischen Hüftluxation [6, 34, 62]. Bisherige Versuche einer gelenkerhaltenden chirurgischen Hüftluxation bargen das Risiko einer avaskulären Nekrose des Femurkopfes. Unter der Berücksichtigung anatomischer Studien zur Blutversorgung des Femurkopfes wurde ein sicherer Zugang zum Hüftgelenk mit vollständiger Darstellung des Acetabulums und des Femurkopfes entwickelt. Dadurch konnte erstmals das femoroacetabuläre Impingement (FAI) mit seinen Schädigungsmustern in vivo untersucht und therapiert werden. Die Erstveröffentlichung des FAI-Konzeptes basierte auf Beobachtungen aus mehr als 600 chirurgischen Hüftluxationen [35].

Während seiner Tätigkeit an der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes kombinierte Michael Dienst die Technik der Arthroskopie des peripheren Kompartiments der Hüfte mit der Gelenkdistraktion, um auch das zentrale Kompartiment des Gelenks arthroskopisch behandeln zu können [24]. Damit schuf er die Grundlage zur arthroskopischen Behandlung des zu diesem Zeitpunkt noch nicht beschriebenen Pathomechanismus des FAI. Die Berner Arbeitsgruppe unter Professor Reinhold Ganz etablierte dann die Hüftarthroskopie zur Behandlung des FAI [24]. Jedoch wurde sie anfangs nur beim Vorliegen einer überwiegenden Cam-Komponente des FAI genutzt. Beim Vorliegen eines Pincer-FAI wurde weiterhin die chirurgische Hüftluxation zur Behandlung der acetabulären Über-Überdachung durchgeführt. Mit der Weiterentwicklung der arthroskopischen Techniken durch eine Arbeitsgruppe aus den USA unter Marc Philippon, wurde es dann auch möglich Pincer-Deformitäten arthroskopisch zu behandeln [110]. Die kürzeren Rehabilitationszeiten und die geringere Invasivität sind dabei entscheidende Vorteile. In einer US-amerikanischen Untersuchung stieg die Anzahl der Hüftarthroskopien im Zeitraum von 2004 bis 2009 um über 365% vor allem bei Patienten im Alter zwischen 20 und 39 Jahren [79]. Unter US-amerikanischen Ärzten in Weiterbildung zum Orthopäden zeigte sich im Zeitraum von 2006 bis 2010 ein Anstieg der durchgeführten Hüftarthroskopien von über 600%; insbesondere mit der Indikation eines FAI [8].

Daher sind die klinischen Ergebnisse nach Hüftarthroskopischer Therapie bei FAI ein Schwerpunkt der aktuellen Forschung. Systematische Übersichtsarbeiten der letzten Jahre zeigten jedoch, dass bisher überwiegend kurz- bis mittelfristige Ergebnisse veröffentlicht wurden [22, 51, 54, 71]. Bisherige Studien zeigten vielversprechende, teils sehr gute Ergebnisse, jedoch fehlt es an Studien mit langfristigen Ergebnissen.

In der vorliegenden prospektiv angelegten Studie erfolgte die letzte Nachuntersuchung im Durchschnitt nach 7,6 Jahren (6 - 10,3 Jahre). Damit war das Hauptziel der vorliegenden Studie langfristige Ergebnisse der arthroskopischen Therapie eines femoroacetabulären Impingements zu erheben.

2.1 Pathomechanismus

Das „femoroacetabuläre Impingement“ (FAI) beschreibt einen mechanischen Konflikt zwischen dem Oberschenkelhals-/Kopfübergang und dem Acetabulum. Als pathologischer Mechanismus, der zu einer sekundären Coxarthrose führen kann, wurde es erstmals von einer schweizerischen Arbeitsgruppe aus Bern im Jahre 2003 beschrieben [35]. Das FAI an sich stellt dabei keine Erkrankung dar, sondern ist vielmehr ein mechanischer Schädigungsprozess des Hüftgelenks [69]. Das Hüftgelenk lässt durch seine enge Führung kein Ausweichen der Gelenkpartner zu, wodurch die mit einem FAI assoziierten Deformitäten zu einer progredienten Schädigung des Gelenkknorpels führen [3]. Da sich die radiologisch darstellbaren Gelenkveränderungen häufig auch in asymptomatischen Untersuchungspopulationen finden lassen [9, 18, 48, 57, 93], scheinen neben den anatomischen Veränderungen weitere Faktoren für eine Impingement-assoziierte Gelenkschädigung zu existieren. Neben knöchernen Deformitäten führen Leunig und Ganz (2009) die „Intensität der Nutzung der Hüfte als einen wesentlichen Faktor für die Entstehung von Gelenkschäden“ [69] an. Sie beschreiben zwei Pathomechanismen, die am häufigsten in Kombination auftreten: Das femorale Cam-Impingement (sogenanntes „Nockenwellen“-Impingement) und das acetabuläre Pincer-Impingement (sogenanntes „Beißzangen“-Impingement). [5, 35, 64, 68, 69]

Generell ist ein Impingement entlang des kompletten Pfannenrandes möglich. Es tritt jedoch überwiegend im anterosuperioren Quadranten des Acetabulums auf (siehe Abbildung 2), weshalb im Folgenden hauptsächlich darauf eingegangen wird. [5, 68, 103]

Cam-Impingement

Beim Cam-Impingement bewirkt eine knöcherner Deformität des femoralen Kopf-Hals-Übergangs einen sogenannten Offset-Verlust [47, 84]. Meist befindet sich diese Deformität, in Form einer knöchernen, nicht-sphärischen Prominenz (sogenannter „Bump“), im ventrolateralen Bereich des Schenkelhalses [35]. Die daraus resultierende Asphärizität des Femurkopfes führt bei endgradigen Bewegungen im Hüftgelenk, vor allem während einer kombinierten Flexions- und Innenrotationsbewegung, zu einem Einpressen der Cam-Deformität in das Acetabulum (siehe Abbildung 1) [5].

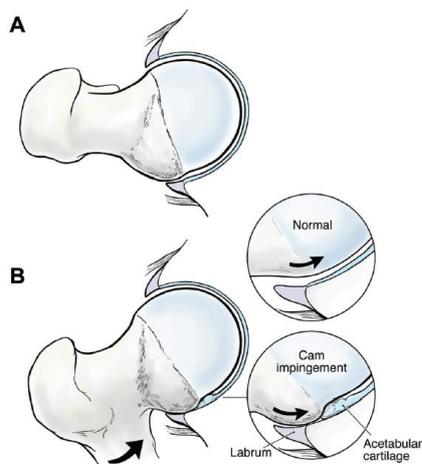


Abbildung 1: (A) Die Cam-Deformität ist durch eine knöcherner Prominenz im Bereich des anterolateralen Femurkopf-Hals-Übergangs charakterisiert. (B) Das Cam-Impingement entsteht während der Flexion des Hüftgelenks durch ein Einpressen der knöchernen Deformität in das Acetabulum. Dies führt zur progredienten Schädigung des randständigen Knorpels, bis hin zur Delamination. Das Labrum bleibt initial erhalten. Mit zunehmender Schädigung des Gelenks kommt es zum sekundären Funktionsverlust des Labrums.

Die Abbildung und die sinngemäße Beschriftung entstammt einer Veröffentlichung von J. W. Thomas Byrd 2014 [12]

Infolge der wiederholten Traumata führt dies zur Knorpelschädigung im Bereich des anterosuperioren Pfannenrandes, bis hin zur Delamination traumatisierter Knorpelbereiche [5]. Das Labrum acetabulare wird nach außen verdrängt, während der pfannenrandnahe Knorpel zentral gerichteter Scherkräfte ausgesetzt ist [5]. Meistens kommt es dadurch zu einer Dissoziation der Knorpel-Labrum-Grenze, jedoch bleibt das Labrum bei einem isolierten Cam-Impingement in der Regel initial intakt [5]. Ein ausgeprägter Labrumschaden tritt häufig erst in Zusammenhang mit fortgeschrittenen Gelenkknorpelschäden auf [5, 12].

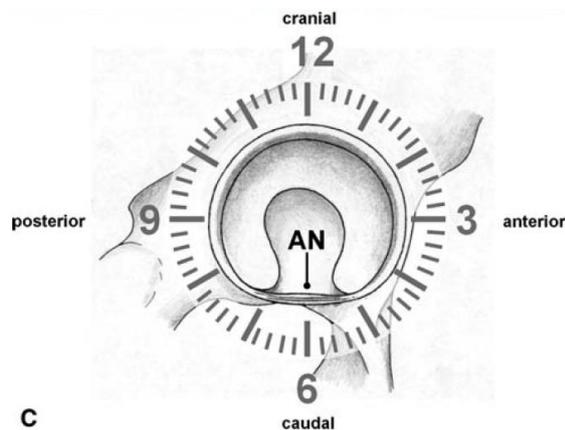


Abbildung 2: Lokalisation von acetabulären Knorpelschäden nach dem Uhrenschemata aus einer Publikation von Tannast et al. 2008 [103]

Labrumschäden: Sie sind am häufigsten im anterosuperioren Quadranten (12 bis 3 Uhr) lokalisiert.

Typische Lokalisation der Knorpelschäden bei Cam-FAI: anterosuperioren Quadrant. [5, 103]

Typische Lokalisation der Knorpelschäden bei Pincer-FAI: zirkumferenter schmaler Saum. [5, 103]

AN = „acetabular nodge“ (Fossa acetabuli)

Als traumatische Ursache kommt für die Entstehung einer Cam-Deformität eine verheilte Schenkelhalsfraktur in Betracht [102]. Infolge eines Morbus Perthes [40, 100] oder einer idiopathischen Hüftkopfnekrose [53] kann es durch die Abflachung des Kopfes zu einem Impingement kommen [69]. Eine ausgeheilte Epiphysiolysis capitis femoris (ECF) wird auch als „Prototyp des Cam-Impingements“ bezeichnet [31, 66, 67, 69]. Hierbei kann nach einer operativen Versorgung (siehe Abbildung 3) oder auch im Falle einer subklinischen ECF eine sogenannte „Pistolengriff-Deformität“ entstehen [17]. Durch ein leichtes Abrutschen des Femurkopfes kommt zu einer Fixierung in leichter Kippstellung mit einer verminderten Taillierung (Offset-Verlust) im Bereich des femoralen Kopf-Hals-Übergangs [17]. Schon früh vermutete man einen Zusammenhang dieser Deformität mit einer sekundären Coxarthrose [37, 40, 81].



Abbildung 3: Das Röntgenbild einer linken Hüfte im a.p.-Strahlengang zeigt eine verheilte ECF nach operativer Versorgung mittels Spickdrähten.

Die Taillierungsstörung ist im proximalen Bereich des Schenkelhalses zu erkennen. Sie wird als „Pistolengriff-Deformität“ bezeichnet.

Mit freundlicher Genehmigung der orthopädischen Klinik des Universitätsklinikums des Saarlandes, Homburg.

Es lässt sich jedoch oft keine der Deformität zu Grunde liegende Erkrankung finden. Einige Studien der letzten Jahre beschreiben einen Einfluss einer erhöhten körperlichen Aktivität während des skelettalen Wachstumsalters auf die Entwicklung einer Cam-Deformität [1, 58, 95, 96]. So fanden sich bei der radiologischen Untersuchung des Hüftgelenks des Schussbeins bei semiprofessionellen Fußballspielern häufiger Zeichen eines Cam-Impingements als bei Amateurspielern [58]. Weitere Studien konnten zeigen, dass sich Cam-Deformitäten während der Phase der Skelettreifung in Zusammenhang mit erhöhter körperlicher Belastung entwickeln und ihre Prävalenz nach dem Schluss der Wachstumsfugen nicht weiter zunimmt [1, 96]. Es werden spezifische Belastungen, wie sie vor allem bei sogenannten „Impact-Sportarten“ vorkommen, und eine größere Ausdehnung der Epiphysenfuge in Richtung des Schenkelhalses in Zusammenhang mit der Entstehung einer Cam-Deformität gebracht [95].

Pincer-Impingement

Beim Pincer-Impingement führt eine vermehrte Überdachung des Hüftkopfes zu einem Anstoßen des femoralen Kopf-Hals-Übergangs am Rand des Acetabulums während endgradiger Bewegungen im Hüftgelenk (siehe Abbildung 4) [35]. Das endgradige Anschlagen am Rand des Acetabulums führt primär zur Degeneration des Labrums [5]. Der Pfannenrand wirkt als eine Art Hypomochlion und es kommt während des Anschlages zu einer kurzzeitigen Dezentralisierung des Hüftkopfes, die zu progredienten Knorpelschäden führt [12, 35]. Die Schäden betreffen meist einen zirkumferenten Saum der äußeren Gelenkfläche des Acetabulums [35]. Weitere typische Schäden dieses Hebelmechanismus finden sich häufig an den der Stelle des Impingements gegenüberliegenden Gelenkflächen. Man bezeichnet sie daher auch als „Contrecoup-Läsionen“ [5].

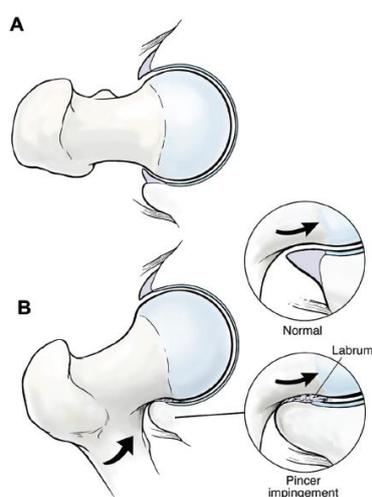


Abbildung 4: (A) Die Grundlage des Pincer-Impingements ist eine vermehrte knöchernerne Überdachung im Bereich des anterioren Labrums. (B) Während der Flexion im Hüftgelenk kommt es zu einem mechanischen Konflikt zwischen dem Schenkelhals und dem Labrum. Ein Funktionsverlust des Labrums ist die Folge.

Die Abbildung und die sinngemäße Beschriftung entstammt einer Veröffentlichung von J. W. Thomas Byrd 2014 [12]

Das Pincer-Impingement kann lokal oder global auftreten (siehe Abbildung 5). Lokal kommt es meist im anterosuperioren Bereich des Acetabulums zu einem Konflikt der Gelenkpartner durch eine vermehrte anteriore Überdachung bei einer fehlorientierten Pfanne zum Beispiel im Rahmen einer Pfannenretroversion [94, 98] oder vermehrten fokalen Knochenappositionen im Bereich des anterioren Pfannenrandes [12, 35]. Eine Retroversion des Acetabulums scheint mit diversen Hüfterkrankungen assoziiert zu sein. Es finden sich Assoziationen mit einer Hüftdysplasie, einer Epiphyseolysis capitis femoris und einer Perthes-Erkrankung [30]. Insbesondere das gehäufte Auftreten gemeinsam mit einer moderaten Hüftdysplasie wurde von mehreren Autoren beschrieben [25, 30, 33].

Global kann es bei einer zu tiefen Pfanne im Rahmen einer Coxa profunda [63] (nach Beck et al. der Prototyp eines Pincer-Impingements [5]) oder einer Protrusio acetabuli auftreten.

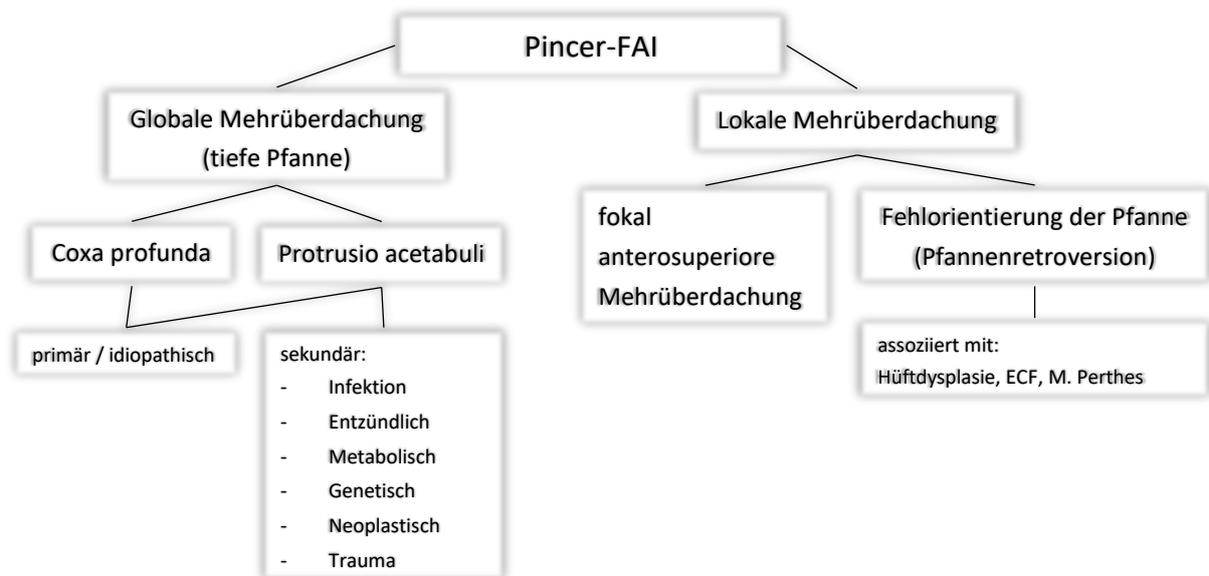


Abbildung 5: Ursachen eines femoroacetabulären Impingements vom Pincer-Typ

Die Coxa profunda stellt eine häufige Variante der Acetabulumtiefe beim weiblichen Geschlecht dar. Die Protrusio acetabuli kann einerseits primär (idiopathisch) oder sekundär auf der Grundlage von diversen systemischen Leiden, sowie lokalen Erkrankungen des Hüftgelenks entstehen [29].

2.2 Epidemiologie

Die epidemiologische Forschung stützt sich auf den Nachweis von FAI-typischen radiologischen Zeichen (siehe Kapitel 2.5) in asymptomatischen und symptomatischen Studienpopulationen. Frank et al. veröffentlichten 2015 eine systematische Übersichtsarbeit, in der 26 Studien mit insgesamt 2114 radiologisch untersuchten asymptomatischen Probanden eingeschlossen wurden [32]. Hiernach wiesen 37% eine Cam-Deformität auf und 67% eine Pincer-Deformität. Beachtlich war die Prävalenz der Cam-Deformität in der Gruppe der Athleten im Vergleich zur Normalbevölkerung: 54,8% vs. 23,1% (siehe Abbildung 6). Diese epidemiologischen Daten könnten einen möglicherweise bestehenden ätiologischen Zusammenhang einer erhöhten körperlichen Belastung der Hüfte und der Entstehung einer Cam-Deformität nahelegen.

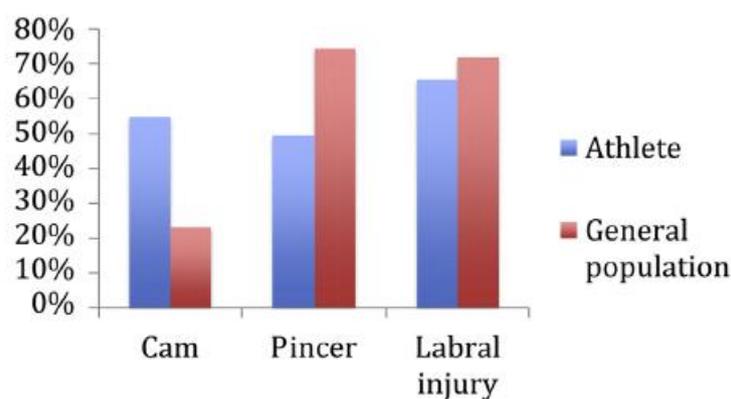


Abbildung 6: Das Balkendiagramm aus einer Übersichtsarbeit von Frank et al. 2015 verdeutlicht die unterschiedliche Prävalenz der FAI-Deformitäten der Gruppe aus Athleten und derer der Normalbevölkerung. [32]

Um die Prävalenz einer FAI-Deformität unter symptomatischen Patienten zu evaluieren führten Ochoa et al. 2010 eine Studie durch. Sie zeigte eine hohe Prävalenz radiologischer Zeichen eines FAI in einer Population junger Patienten, die über Beschwerden im Hüftgelenk klagten [86]. Bei 135 von 155 Patienten (87%) wurde mindestens ein radiologisches Zeichen für ein FAI gefunden.

2.3 Anamnese

Typische FAI-Patienten sind junge und sportlich aktive Menschen. Patienten mit einem Cam-Impingement werden meistens in der 2. bis 3. Lebensdekade symptomatisch und sind mehrheitlich männlich [69]. Patienten mit einem Pincer-Impingement sind häufig weibliche Patienten in der 3. bis 4. Lebensdekade [69]. Am häufigsten klagen die Patienten über tiefe Leistenschmerzen [20, 56, 69]. Zum Teil strahlen die Schmerzen in den Oberschenkel, das Gesäß, den Bereich des Trochanter majors und sogar in den unteren Rücken aus (siehe Abbildung 7) [20].

Dabei beschreiben die Patienten ihre Beschwerden häufig mit dem sogenannten „C-Zeichen“. Sie bilden mit dem Daumen und den restlichen Fingern ein „C“ und umgreifen den Trochanter major mit dem Daumen nach posterior zeigend und den restlichen Fingern in der Leiste [12].

Die Beschwerden beginnen meist schleichend und bestehen zu Beginn oft nur intermittierend nach körperlicher Aktivität [20, 56], weniger häufig wird der Beschwerdebeginn mit einem spezifischen Trauma in Verbindung gebracht [20]. Passend zum Pathomechanismus ist ein schmerzfreies Sitzen (Hüftflexion) über eine längere Zeit nicht möglich. Jedoch verstärkt vor allem körperliche Aktivität die Beschwerden, die zu Beginn meist nur nach entsprechender Belastung auftreten. In vielen Fällen werden Sportarten ausgeübt, in denen schnelle Richtungswechsel oder eine hohe Beweglichkeit im Hüftgelenk gefordert sind. [20, 56]

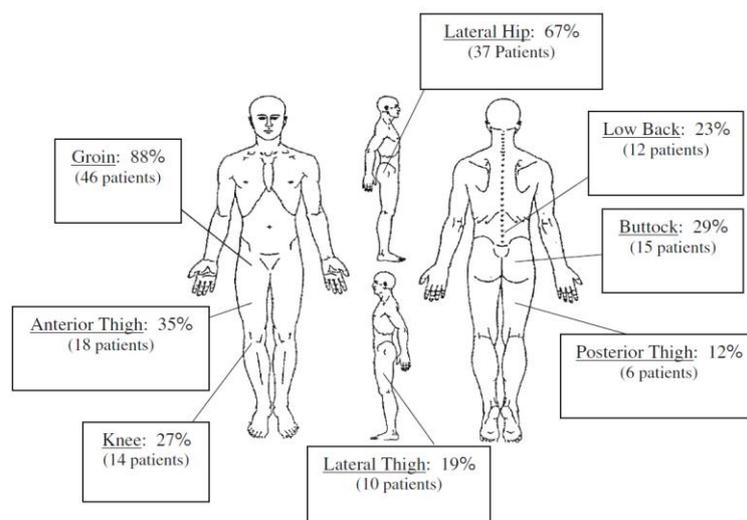


Abbildung 7: Die Schmerzlokalisierung und ihre Häufigkeit in einer Studie mit 51 klinisch untersuchten FAI-Patienten.

Entnommen aus einer Publikation von Clohisy et al. 2009 [20]

2.4 Klinische Untersuchung

Nach der beschriebenen typischen Anamnese gibt die klinische Untersuchung weitere Hinweise auf das Vorliegen eines FAI. Zunächst erfolgt die Untersuchung des Gelenks im Gang und Stand. Es sollte auf muskuläre Insuffizienzen und ein schmerzhaftes Hinken geachtet werden. Insbesondere Drehbewegungen in der betroffenen Hüfte können schmerzhaft sein. [24]

Die Untersuchung der passiven Beweglichkeit in Rückenlage gibt erste Hinweise. Diamond et al. (2015) werteten die bisher vorhandenen Studien zu den FAI-bedingten körperlichen Einschränkungen aus. Am häufigsten wurde eine reduzierte Innenrotation im 90° gebeugten Hüftgelenk beobachtet [23]. Am eindrucklichsten wird dies durch ein mögliches Auftreten des Drehmann-Zeichens beschrieben. Das Zeichen ist positiv, wenn es bei der Hüftbeugung zu einer gleichzeitigen zunehmenden Außenrotation des Beines im Hüftgelenk kommt [56]. Kammegaya et al. (2011) beschrieben das Auftreten dieses Zeichens in der Nachuntersuchung von Patienten, die im Mittel 12,2 Jahre zuvor aufgrund einer Epiphysiolysis capitis femoris operiert wurden. Hierbei hatten Patienten mit einem positiven Drehmann-Zeichen häufiger Beschwerden und wiesen eine stärker ausgeprägte Asphärität des Femurkopfes auf [50].

Bei der weiteren Untersuchung sollten extraartikuläre Ursachen der Beschwerden ausgeschlossen werden. Hierzu gehören unter anderem, Reizungen der Adduktorengruppe und des M. iliopsoas, eine schnappende Psoassehne (Coxa saltans), das Piriformissyndrom, ein Schnappen des Traktus iliotibialis, Pathologien des Inguinalkanals und hüftgelenksübergreifende muskuläre Kontrakturen sowie in die Leiste ausstrahlende lumbale Schmerzsyndrome. [24, 56]

Die Durchführung des Log-roll-tests, sowie des FABER-Tests (auch Patrick-Test oder Viererzeichen) können den Verdacht auf eine intraartikuläre Ursache der Beschwerden erhärten. [12, 56, 74]

Es sind insbesondere zwei spezielle klinische Tests zu nennen, die auf den Pathomechanismus des FAI abzielen: der anteriore Impingementtest und der Apprehensionstest. Hierbei werden durch den Untersucher passive Bewegungen im Hüftgelenk durchgeführt, die zu einem Impingement führen können und/oder möglicherweise geschädigte Strukturen reizen. Ein

Test wird als positiv gewertet, wenn beim Patient der beklagte Schmerz reproduziert werden kann. [24, 74, 106]

Der anteriore Impingementtest setzt sich aus den folgenden Schritten zusammen: Das Gelenk wird in 90° Flexion eingestellt und anschließend wird eine kombinierte Adduktions- und Innenrotationsbewegung durchgeführt [11, 52, 76] (siehe Abbildung 8 a). Hierdurch kann es zum Kontakt des anterioren Schenkelhalses mit dem anterosuperioren Rand des Acetabulums kommen; in dem Bereich, wo das Labrum und der acetabuläre Knorpel am häufigsten Schäden aufweisen [5, 52, 103].

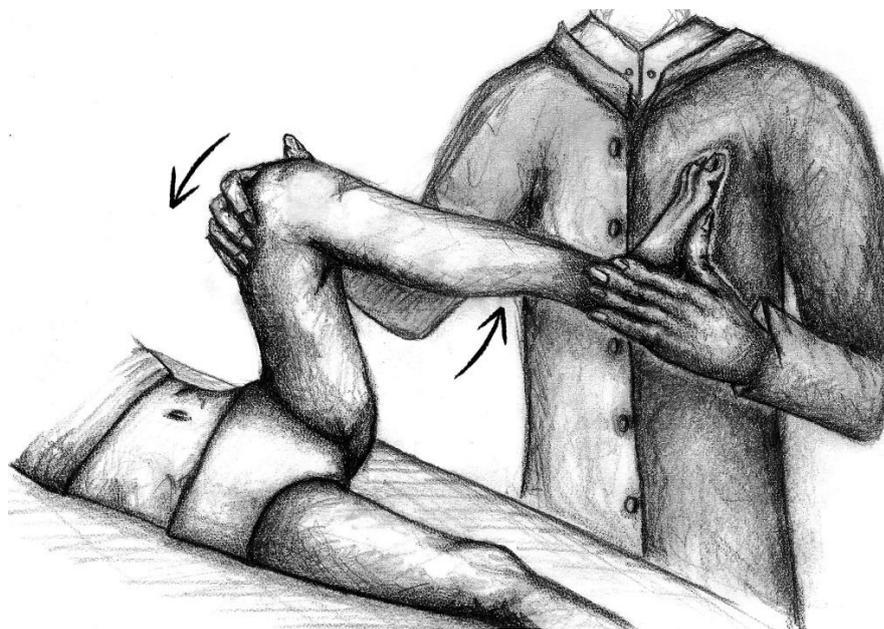


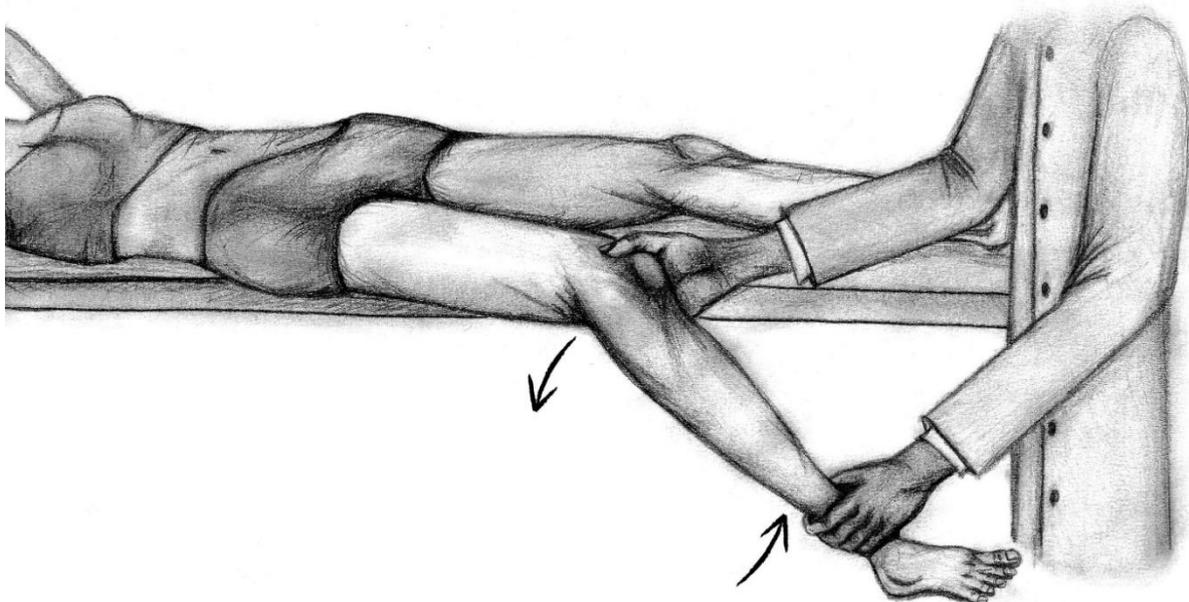
Abbildung 8 a: Anteriorer Impingementtest.

90° Flexion, gefolgt von einer Adduktions- und Innenrotationsbewegung.

Eine Zeichnung von Carolin Müller.

Um den Apprehensionstest durchzuführen, legt sich der Patient mit der zu untersuchenden Hüfte an den Rand der Untersuchungsliege. In Extension und Abduktion wird eine Außenrotationsbewegung durchgeführt (siehe Abbildung 8 b) [56]. Der Test wird als positiv gewertet, wenn der Patient plötzlich Schmerzen im vorderen Hüftbereich angibt und/oder mit einer Ausweichbewegung reagiert [113]. Eine mögliche Ursache kann klassischerweise eine Hüftdysplasie mit einem anterioren Labrumriss sein [11]. Bei einem Verdacht auf ein anteriores Impingement können auch ausgeprägte Knorpelschäden des anterosuperioren Acetabulums einen positiven Apprehensionstest auslösen [56]. In diesem Fall kann es während der Durchführung des Tests zu einer schmerzhaften ventralen Subluxation des Hüftkopfes kommen [11]. Erfährt der Patient bei diesem Test einen tiefsitzenden Hüftschmerz, spricht das eher für ein dorsales Impingement [11, 113]. Ein dorsales Impingement ist jedoch eher selten [24].

Bei der Anwendung der genannten klinischen Tests gilt es zu beachten, dass sie nur eine mäßige Spezifität für eine FAI-Pathologie besitzen [12, 38, 56, 106]. Auch andere Hüftpathologien können zu einem positiven Testergebnis führen. Deshalb sind sie immer nur in Zusammenschau mit dem Beschwerdebild des Patienten und der bildgebenden Diagnostik zu werten. Für den anterioren Impingementtest wurde ein hoher prädiktiver Wert für Labrumläsionen beschrieben [38, 106] und auf Grundlage der klinischen Erfahrung wurde über eine hohe Sensitivität des Tests berichtet [12, 56]. Ganz et al. (2003) beschrieben den Test als „fast immer positiv“ bei Patienten mit einem FAI [35].



*Abbildung 8 b: Apprehensionstest
Einstellung des Gelenks in leichter Extension und Abduktion, gefolgt von einer Außenrotationsbewegung.
Eine Zeichnung von Carolin Müller.*

Um nach der klinischen Untersuchung den Verdacht auf eine intraartikuläre Pathologie zu erhärten und extraartikuläre Differentialdiagnosen auszuschließen, kann eine Injektion von Lokalanästhetikum in das Hüftgelenk sinnvoll sein [56]. Die Injektion kann unter Durchleuchtung oder Ultraschallkontrolle erfolgen [16, 56]. Lindert die Injektion die Schmerzen des Patienten, liegt die Pathologie höchstwahrscheinlich intraartikulär [56].

2.5 Bildgebung

An die klinische Untersuchung schließt sich eine konventionell-radiologische Bildgebung an. Diese besteht aus einer a.-p.-Beckenübersichtsaufnahme und einer zweiten axialen Aufnahme des Hüftgelenks. Auf den beiden Aufnahmen kann zunächst ein Gesamteindruck des Gelenkzustands erlangt werden. Eine Bestimmung des Arthrosegrades nach Tönnis bietet sich an, wobei sich in der Initialphase häufig keine typischen Arthrosezeichen finden lassen [72, 107]. Somit weisen ein hoher Arthrosegrad, zentrale Osteophyten in der Fossa acetabuli und eine Kopflateralisierung auf ein bereits fortgeschrittenes Krankheitsbild hin [56]. Zysten im Bereich des Pfannenerkers können Hinweise für höhergradige Knorpelschäden im ventrolateralen Bereich des Knorpel-Labrum-Übergangs sein [56]. Am Schenkelhals können im Bereich des maximalen mechanischen Konflikts der Gelenkpartner Herniationszysten entstehen [65, 91]. Meist liegen sie im Bereich einer Cam-Deformität des ventrolateralen Kopf-Hals-Übergangs [65]. In einer Population von symptomatischen FAI-Patienten stellten Leunig et al. eine Prävalenz von 33% fest [65].

Beckenübersicht

Die Beckenübersichtsaufnahme wird in 15° Innenrotation der Beine im Liegen durchgeführt. So wird die femorale Anteversion ausgeglichen und die Taillierung des lateralen Schenkelhalses besser beurteilbar [72]. Eine laterale Taillierungsstörung des Kopf-Hals-Übergangs zeigt sich in Form einer „Pistolengriff-Deformität“ [40]. Die meisten Cam-Deformitäten befinden sich jedoch im ventrolateralen Bereich des femoralen Kopf-Hals-Übergangs [35]. Da sie in einer Beckenübersichtsaufnahme nicht randbildend sind, werden sie nicht ausreichend dargestellt und können besser in der axialen Aufnahme beurteilt werden.

Die Beckenübersicht dient somit vorwiegend der Diagnose acetabulärer Formvarianten, die ein FAI begünstigen. Zunächst sollte die Tiefe des Acetabulums beurteilt werden. Eine Coxa profunda liegt vor, wenn die mediale Begrenzung des Acetabulums sich auf die Ilioischiallinie projiziert oder diese überschreitet [105]. Überschreitet der mediale Rand des Femurkopfes die Ilioischiallinie, spricht man von einer Protrusio acetabuli [105].

Das Ausmaß der lateralen Überdachung kann mithilfe des lateralen Zentrum-Ecken- (LCE-) Winkels nach Wiberg beschrieben werden [55, 112]. Der LCE-Winkel wird zwischen dem Lot

durch das Femurkopfzentrum und der Tangente der lateralen Begrenzung des Pfannenrandes gemessen [72]. Normwerte befinden sich zwischen 25° und 39° [72]. Ein erhöhter Winkel gilt als Indikator für eine Mehrüberdachung, sowie ein verminderter Winkel für eine Minderüberdachung [72].

Eine acetabuläre Retroversion kann hingegen ein eher lokales anteriores Impingement bewirken [94]. Um die Ausrichtung des Acetabulums zu beurteilen, muss auf der Aufnahme zunächst die Stellung des Beckens überprüft werden. Man bestimmt den Abstand zwischen dem Mittelpunkt des Sakrokokzygealgelenks und dem Oberrand der Symphyse. Dieser sollte nach Siebenrock et al. (2003) 32 mm bei Männern und 47 mm bei Frauen betragen [97]. Ist der Abstand größer handelt es sich um eine vermehrte „Inlet-Ausrichtung“. Ist er kleiner oder die Spitze des Os coccygeums projiziert sich hinter die Symphyse besteht eine vermehrte „Outlet-Ausrichtung“ [56]. Die seitliche Rotation kann durch die mittige Ausrichtung des Os coccygeums über der Symphyse und die Symmetrie der beiden Foramina obturatoria überprüft werden [56]. Sind diese Kriterien nicht hinreichend erfüllt, sollte bei entsprechender Fragestellung eine neue Aufnahme angefertigt werden.

Eine mögliche acetabuläre Retroversion kann durch das Cross-over Zeichen (COS = cross-over sign), das Hinterwandzeichen (PWS = posterior wall sign) und eine Projektion der Spina ischiadica in das Becken (PRISS = prominence of the iliac spine sign) detektiert werden [46, 49, 72, 94]. Liegt eine Retroversion des Acetabulums vor, kreuzen sich der Vorder- und Hinterrand des Acetabulums; das Cross-over-Zeichen ist positiv [94]. Umso weiter medial-inferior der Kreuzungspunkt liegt, desto stärker ist die Retroversion ausgeprägt [56].

Mit dem Hinterwandzeichen wird der Verlauf des Hinterrandes des Acetabulums beschrieben. Im Normalfall verläuft er lateral oder durch das Femurkopfzentrum [72, 94, 104]. Projiziert sich der Hinterrand medial des Hüftkopfzentrums, ist dies als ein weiteres Zeichen einer Retroversion zu werten [94]. Projiziert er sich weit lateral, spricht das für eine prominente Hinterwand und kann Ursache eines posterioren Impingements sein [94].

Ein weiteres Zeichen einer acetabulären Retroversion ist die Projektion der Spina ischiadica in das Becken (PRISS = prominence of the iliac spine sign) [49]. Werner et al. (2010) zeigten zusätzlich, dass die genannten drei Zeichen stark miteinander korrelieren und bei gleichzeitigem Auftreten für eine hochgradige acetabuläre Retroversion sprechen [111].

Axiale/Laterale Aufnahme

Es bieten sich verschiedene Aufnahmetechniken an:

- 45°-Dunn-Aufnahme [78],
- Cross-table-Aufnahme [114],
- Frog-leg-Aufnahme [21]
- Lauenstein-Aufnahme [61].

Die aktuelle Literatur beschreibt eine hohe Sensitivität der 45°-Dunn-Aufnahme und der Cross-table-Aufnahme für den Nachweis einer Asphärität des femoralen Kopf-Hals-Übergangs [39, 78]. Im klinikeigenen Vorgehen werden bei Verdacht auf ein FAI die Cross-table- und insbesondere die Lauenstein-Aufnahme bevorzugt [56]. Bei der Auswahl der Aufnahmetechnik gilt es zu beachten, dass die Cross-table-Aufnahme durch die größere durchdringende Weichteilmasse eine gegebenenfalls schlechtere Qualität aufweist [56] und der Patient einer signifikant höheren Strahlendosis ausgesetzt wird [115].

Auf axialen Aufnahmen ist die Beurteilung der Konfiguration von ventralen und dorsalen Bereichen des Schenkelhalses möglich, da diese superior und inferior randbildend dargestellt werden. Nötzli et al. (2002) [84] etablierten die Ausmessung des α -Winkels um die Taillierung des Kopf-Hals-Übergangs zu beschreiben. Per definitionem wird er in einer MRT Aufnahme der Hüfte bestimmt. In der klinischen Praxis wird er der Einfachheit halber häufig auch im konventionellen Röntgenbild gemessen. Er wird zwischen der Schenkelhalsachse und der Tangente des Punktes, an dem die Femurkopfkontur die Kreisform verlässt, gebildet. [84]

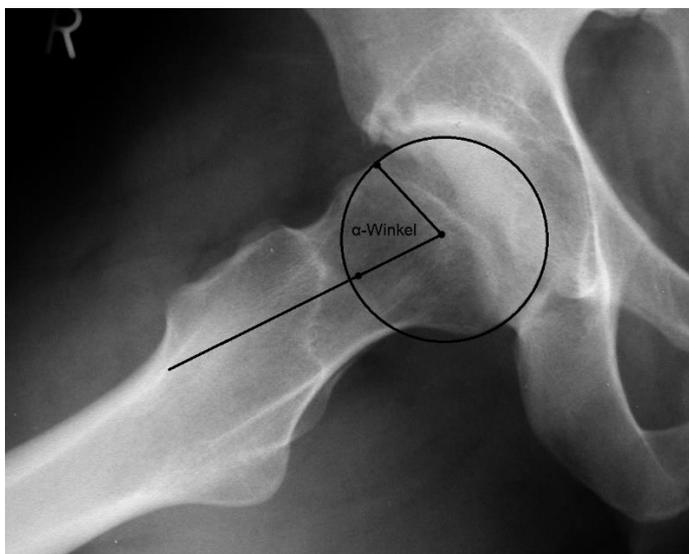


Abbildung 9: Bestimmung des α -Winkels nach Nötzli in einer Lauenstein-Aufnahme des rechten Hüftgelenks.

Mit freundlicher Genehmigung der orthopädischen Klinik des Universitätsklinikums des Saarlandes, Homburg.

Erhöhte Werte sind mit höhergradigen Knorpelschäden, Schäden des Labrums und einer eingeschränkten Beweglichkeit assoziiert [47]. Initial postulierte man einen α -Winkel größer 50° als einen Hinweis auf eine Cam-Deformität. Agricola et al. zeigten innerhalb einer großen Kohortenstudie, dass sich die normale Verteilung des α -Winkels bis 60° erstreckt [2]. Werte darüber stellten hiernach einen Hinweis auf eine Cam-Deformität dar. Bei Werten größer als 78° beschrieben sie eine pathologische Grenze, nach der es mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zu einer späteren Arthrose käme.

Magnetresonanztomografie (MRT)

Besteht nach der klinisch-radiologischen Untersuchung der Verdacht auf ein FAI, liefert das MRT weitere wichtige Informationen über den vorherrschenden Pathomechanismus und dadurch bedingte Gelenkschäden [56]. Da sich die Gelenkschäden nach der intraartikulären Applikation von Kontrastmittel besser darstellen lassen, hat sich das direkte MR-Arthrogramm bewährt [72]. Vor allem Pathologien des Labrums lassen sich so mit einer höheren Sensitivität nachweisen [72]. Das Kontrastmittel kann unter sonografischer oder röntgenologischer Kontrolle sicher in das Gelenk appliziert werden [16].

Beim Cam-Impingement finden sich meist ventrolaterale Schäden des Labrum acetabulare und des angrenzenden Knorpels [56]. Bei ausgeprägten Knorpelschäden finden sich häufig zusätzlich subchondrale Zysten [56]. Durch das Einpressen der Cam-Deformität kann es zu einer Dissoziation der chondrolabralen Grenze kommen [5]. Im MRT stellt sich dies als hyperintenser Spalt auf Höhe der chondrolabralen Grenze dar. Im anterosuperioren Bereich des Labrums ist es hochverdächtig für deren Dissoziation [70]. Antero- und posteroinferior ist dies jedoch häufig durch eine Normvariante des sublabralen Recessus bedingt [70]. Nach der Feststellung der Gelenkschäden kann der α -Winkel nach Nötzli et al. bestimmt werden [84]. Hierzu werden schräg-axiale Sequenzen, die parallel zum Schenkelhals verlaufen, angefertigt [70]. In dem Schnittbild, das durch das Femurkopfzentrum läuft, wird der α -Winkel vermessen [70].

Beim Pincer-Impingement ist häufig eine Degeneration des Labrums mit Teilossifikationen führend [56]. An dem Ort des mechanischen Konfliktes finden sich hier eher selten angrenzende Knorpelschäden [56]. Es finden sich meist zirkumferente Knorpelschäden des Acetabulums; vor allem zwischen 11 und 1 Uhr (Uhrenschemata, siehe Abbildung 2) [5, 70]. Im posteroinferioren Gelenkbereich ist auf Contrecoup-Läsionen zu achten [5, 70].

Subchondrale Ödeme und Pfannenerkerzysten sind Hinweise für höhergradige Knorpelschäden [56].

Ein konventionell-radiologisch positives Cross-over-Zeichen kann die Retroversion überschätzen und auch im Falle von einer normalen Pfannenorientierung positiv sein [116]. Hinzu kommt die oben genannte Beeinflussung des Zeichens durch die Stellung des Beckens während der Aufnahme [97]. Deshalb sollte im MRT die Version des Acetabulums vermessen werden. Hierzu wird in einer axialen Schicht der Winkel zwischen der Tangente des vorderen und hinteren Pfannenrandes und dem Lot der Verbindungslinie der beiden posterioren Grenzen des Os ischii gemessen [80].

Das MRT liefert dem Untersuchenden somit wichtige Informationen über die Ausprägung der Gelenkschäden. Insbesondere Knorpelschäden und Schäden des Labrum acetabulare lassen sich unter Einsatz von intraartikulärem Kontrastmittel gut darstellen [70].

Computertomografie

Die Computertomographie wird in der klinischen Diagnostik des FAI eher weniger eingesetzt. Vorteile dieser Technik sind, dass sich die knöchernen Strukturen gut darstellen lassen und auf 3D-Rekonstruktionen die Deformitäten gut zu erkennen sind. Jedoch sind die hohe Strahlendosis und die schlechte Beurteilbarkeit von Labrum- und Knorpelschäden entscheidende Nachteile dieser Technik. [4, 72]

2.6 Therapie

Bevor man sich für ein konservatives oder operatives Vorgehen entscheidet, ist generell eine Sportberatung wichtig. Es sollten Sportarten, die hohe Bewegungsansprüche (vor allem Flexion, Adduktion und Innenrotation) an das Hüftgelenk stellen und schnelle abrupte Richtungswechsel, sowie Stöße auf das Gelenk beinhalten, gemieden werden. In das Anforderungsprofil fallen klassischerweise Schwimmen und Radfahren.

Das konservative Vorgehen besteht vor allem aus der Anpassung der alltäglichen und sportlichen Aktivität. Der Patient wird geschult die zu einem Impingement führenden Bewegungen zu meiden. Hinzu kommen Kräftigungsübungen der Hüftextensoren und -rotatoren, um eine möglichst gute Hüftkopfzentrierung zu erreichen. Zusätzlich wird die posteriore Gelenkkapsel gedehnt, um das posteriore Gleitverhalten des Hüftkopfes zu verbessern. Von einer generellen Verbesserung der Beweglichkeit wird abgesehen, da vor allem Bewegungen in Richtung des Impingements zu einer weiteren Aggravation der Gelenksschäden führen. [109]

Die operative Therapie beinhaltet grundsätzlich je nach vorliegender Deformität zwei Ziele: die Wiederherstellung des femoralen Kopf-Hals-Offsets (Cam-Deformität) und die Reduktion der acetabulären Über-Überdachung (Pincer-Deformität). Das femorale Kopf-Hals-Offset wird durch die Entfernung der knöchernen Prominenz am Kopf-Hals-Übergang („Bump“) wiederhergestellt [27]. Die auf Seiten des Acetabulums meist ventrolateral bestehenden Knorpelschäden bis hin zur Delamination werden unterschiedlich behandelt [27]. Das Vorgehen in unserer Klinik sieht eine Entfernung von instabilen Knorpelanteilen bis auf einen stabilen Rand hin vor. Es erfolgt eine anschließende Mikrofrakturierung des freiliegenden Knochens mit dem Ziel einer postoperativen Ausbildung von Faserknorpel. Die acetabuläre Über-Überdachung wird heutzutage je nach Zustand des Labrums behandelt. Ist es größtenteils ossifiziert, komplex rupturiert oder stark degeneriert wird es entfernt und der darunterliegende Pfannenrand zurückgetrimmt [27]. Ist noch ein ausreichendes Restlabrum von mindestens 5 mm Breite vorhanden, wird es temporär vom Pfannenrand gelöst, der Pfannenrand zurückgetrimmt und anschließend das Labrum wieder refixiert [27]. Zum Zeitpunkt der Operationen der vorliegenden Studie wurde eine Labrumnaht noch nicht durchgeführt und die Therapie eines degenerierten Labrums bestand aus einem

Debridement. Abschließend wird intraoperativ unter arthroskopischer Sicht kontrolliert, ob der Konflikt der Gelenkpartner aufgehoben ist und eine ausreichende Behandlung der Deformitäten erfolgte [26].

Wie zuvor bereits erwähnt, liegt in den meisten Fällen ein Mischbild der beiden Pathomechanismen vor. Die häufig ventrolateral gelegenen Cam-Deformitäten und leichtgradigen Pincer-Deformitäten im Bereich von 11 bis 15 Uhr lassen sich gut arthroskopisch behandeln [27]. In schweren Fällen einer Pfannenretroversion ist eine Pfannenreorientierung indiziert [98]. Die chirurgische Luxation wird vor allem bei globalen Formen der Über-überdachung, einer zirkulären Labrumossifikation und bei arthroskopisch schlecht zu erreichenden Deformitäten eingesetzt [27]. Einen Überblick über den Einsatz der zur Verfügung stehenden Verfahren gibt Abbildung 10. Auf die in der vorliegenden Studie angewandte arthroskopische Operationstechnik wird im nachfolgenden Kapitel 3.3 detailliert eingegangen.

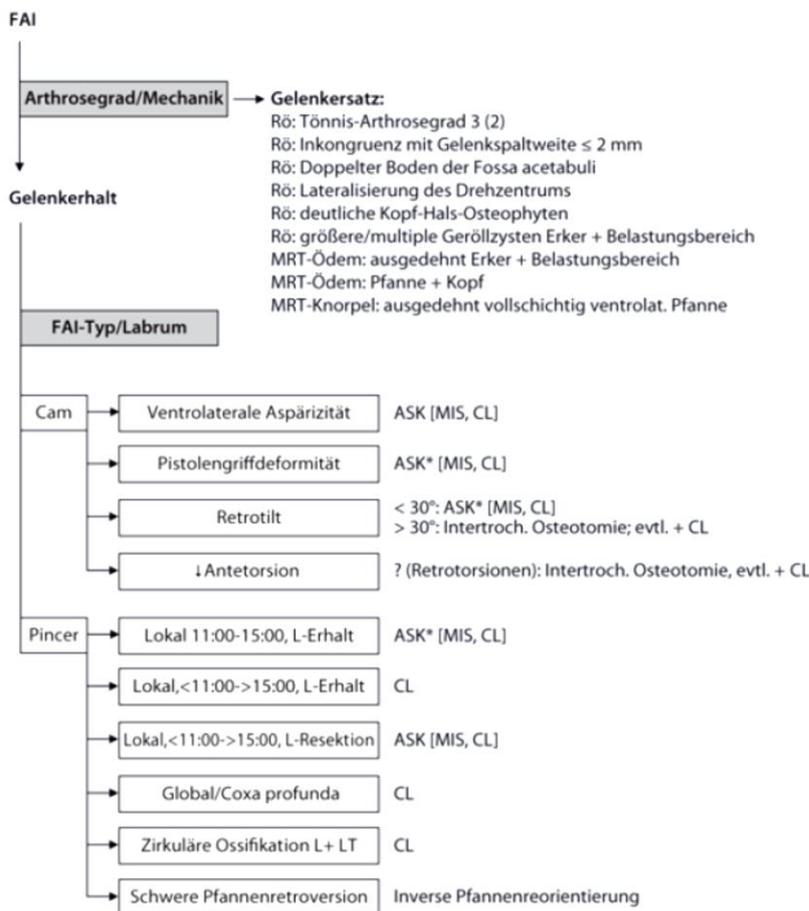


Abbildung 10:
 Behandlungsalgorithmus des FAI.

- ASK** Arthroskopie,
- MIS** minimalinvasiver Zugang,
- CL** chirurgische Luxation,
- L** Labrum,
- LT** Lig. transversum,
- * technisch sehr anspruchsvoll.

Entnommen aus einer Publikation von Dienst et al. 2009 [27].

2.7 Fragestellung

- 1) Wie sind die langfristigen Ergebnisse nach arthroskopischer Therapie eines femoroacetabulären Impingements?
 - a) Korrelieren kurzfristig gute Ergebnisse mit langfristig guten Ergebnissen?
 - b) Welche prä- und intraoperativ erhobenen Faktoren nehmen Einfluss auf das langfristige Operationsergebnis? (Geschlecht, Alter, Ausmaß der Innenrotation, Arthrosegrad nach Tönnis, intraoperativer Knorpelstatus)
- 2) In welchen Eigenschaften unterscheiden sich Patienten, die im Verlauf mit einer Endoprothese versorgt wurden, von denen ohne endoprothetische Versorgung?
- 3) Wie verhalten sich klinische Befunde (Beweglichkeit, Impingementtest, Apprehensionstest) und radiologische Parameter (Arthrosegrad) prä- versus postoperativ?
- 4) Steht das Ergebnis eines postoperativen vorderen Impingementtests in Zusammenhang mit dem subjektiv-funktionellen Ergebnis?

3 Material und Methoden

3.1 Patienten

In die Studie wurden Patienten eingeschlossen, die im Zeitraum von April 2004 bis Juni 2007 aufgrund eines femoroacetabulären Impingements in der orthopädischen Klinik des Universitätsklinikums des Saarlandes arthroskopisch operiert wurden.

3.2 Durchführung der Studie

Der Großteil der Studienpatienten wurde an der Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie, Universitätsklinikum des Saarlandes, im Zeitraum von Februar 2013 bis November 2014 nachuntersucht. 5 Patienten wurden freundlicherweise durch Herrn Prof. Dr. Michael Dienst im medizinischen Versorgungszentrum, Orthopädische Chirurgie München (OCM), wohnortnah nachuntersucht. Im Rahmen der Nachuntersuchung erfolgten die Erhebung eines Fragebogens sowie eine klinisch-radiologische Untersuchung. Patienten, die zwischenzeitlich erneut an der jeweiligen Hüfte arthroskopiert wurden, wurden von der Studie ausgeschlossen. Patienten, die in der Zwischenzeit endoprothetisch versorgt wurden, wurden einer gesonderten telefonischen Befragung unterzogen (siehe Kapitel 3.5). Patienten, die nicht persönlich zur Nachuntersuchung erscheinen konnten, wurden im Rahmen eines Telefoninterviews mit Hilfe des Fragebogens erfasst.

Anhand der gleichen Patientenpopulation wurde bereits eine äquivalente Vorstudie durchgeführt, deren Ergebnisse im Jahre 2010 veröffentlicht wurden [28]. Hieraus wurden Daten der in der vorliegenden Studie untersuchten Patientenpopulation extrahiert und für die Auswertung genutzt (siehe Kapitel 3.7).

3.3 Operation

3.3.1 Indikation

Die Indikation zur arthroskopischen Therapie wurde beim Vorliegen eines symptomatischen femoroacetabulären Impingementsyndroms (Cam-Impingement, Pincer-Impingement, Kombinationsimpingement) mit zum Teil begleitender Labrumruptur gestellt. Bei Patienten mit einem Pincer-Impingement mit deutlicher acetabulärer Retroversion und intaktem

Labrum acetabulare, einer Coxa profunda, einem zirkulär ossifizierten Labrum acetabulare, bereits fortgeschrittenen Knorpelschäden oder einer drittgradigen Arthrose nach Tönnis im präoperativen Röntgenbild wurde von einem arthroskopischen Vorgehen abgesehen.

3.3.2 Anästhesie und Lagerung

Die Patienten wurden bevorzugt in Intubationsnarkose bei vollständiger Muskelrelaxation oder alternativ in Spinalanästhesie operiert. Die Lagerung erfolgte in Rückenlage auf einem Extensionstisch. Ein dick gepolsterter Gegenzugstab wurde zwischen beiden Oberschenkeln mittig zum Perineum angebracht und die Füße wurden in den Manschetten des Traktionsmoduls eingebunden, worüber die Traktion des jeweiligen Gelenks appliziert werden konnte (siehe Abbildung 11).

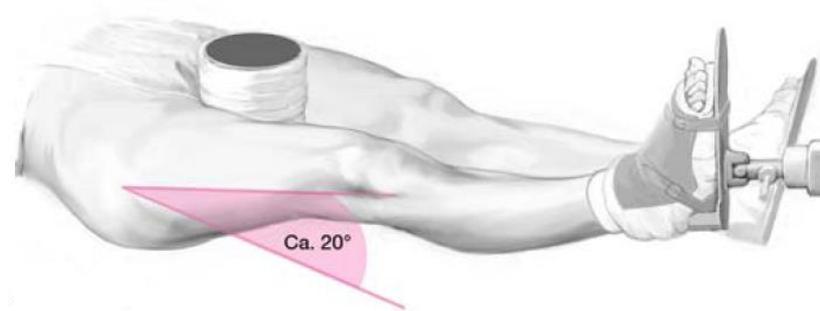


Abbildung 11: Lagerung auf dem Extensionstisch.

Entnommen aus einer Publikation von Dienst et al. 2010 [28].

3.3.3 Operationstechnik

Portalanlage

Vor 2007 wurden die Patienten in Zwei-Portal-Technik mit Anlage eines ventralen und proximal ventrolateralen Portals gespiegelt. Ab 2007 wurden die Patienten in Drei-Portal-Technik unter zusätzlicher Anlage eines ventrolateralen Portals gespiegelt (siehe Abbildung 12).

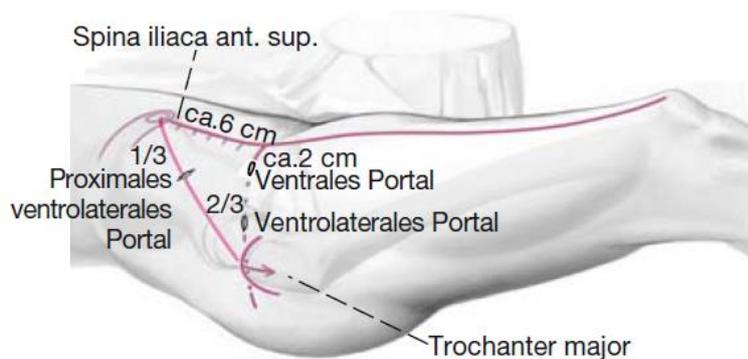


Abbildung 12: Position der Portale

Entnommen aus einer Publikation von Dienst et al. 2010 [28]

Zu Beginn wurde das proximal ventrolaterale Portal zum peripheren Gelenkkompartiment unter Bildwandlerkontrolle etabliert. Unter arthroskopischer Sicht wurde dann das ventrale Portal angelegt. Mit Hilfe eines durch das ventrale Portal eingebrachten Arthroskopiemessers wurde die ventrale kapsuläre Portaleintrittsstelle erweitert und mit einem Shaver die ventrolaterale Zona orbicularis ausgedünnt. Um den Zustand des Labrums zu überprüfen wurde der perilabrale Sulcus unter der Resektion von perilabralen Kapselstrukturen mit dem Shaver eröffnet. Blutungen wurden unter dem Einsatz eines Radiofrequenzinstruments gestillt, um das Risiko perilabraler Adhäsionen zu vermindern. So konnte mit dem Tasthaken der Zustand des Labrum acetabulare von peripher überprüft werden und häufig vorhandene Ossifikationen der ventrolateralen Labrumbasis entfernt werden. In Abhängigkeit der Distrahierbarkeit erfolgte nun zuerst die Arthroskopie des zentralen Gelenkkompartimentes (siehe Abbildung 13). Falls das Gelenk nicht ausreichend distrahierbar war, wurde die Behandlung im peripheren Kompartiment vorgenommen und nach einem erweiterten kapsulären Release ein erneuter Distraktionsversuch durchgeführt.



Abbildung 13: Arthroskopische Gelenkkompartimente.

Zentrales Kompartiment: Facies lunata, Fossa acetabuli, Ligamentum capitis femoris, Hauptbelastungszonen des Femurkopfes. [24]

Peripheres Kompartiment: vorwiegend unbelastete Anteile des Femurkopfes, Schenkelhals, Gelenkkapsel mit intrinsischen Ligamenten und Zona orbicularis. [24]

Entnommen aus einem Lehrbuch von Dienst et al. 2010 [24]

Arthroskopie des peripheren Gelenkkompartiments

Mit der Resektion von perilabralen Kapselstrukturen konnte eine freie Sicht auf das Labrum und den darunterliegenden femoralen Kopf-Hals-Übergang erreicht werden. Dadurch konnte unter Sicht ein intraoperativer Impingementtest durchgeführt werden, um das Ausmaß der Cam-Deformität und den damit verbundenen mechanischen Konflikt zu

beurteilen. Mit einer speziellen überlangen Walzenfräse, mit der ein senkrechtes Fräsen am Knochen möglich ist, wurde über das ventrale Portal der ventrolateral gelegene Anteil der Cam-Deformität reseziert. Durch das ventrale Portal lassen sich jedoch nicht die häufig lateral und dorsolateral gelegenen Ausziehungen der Cam-Deformität resezieren. In der Zwei-Portal-Technik wurde aus diesem Grund die Fräse aus dem ventralen Portal mit dem Arthroskop im proximal ventrolateralen Portal ausgetauscht. Einfacher gestaltete sich jedoch die ab 2007 angewandte Drei-Portal-Technik, wobei ein zusätzliches ventrolaterales Portal etabliert wurde. Hierüber wurde die kapsuläre Portaleintrittsstelle erweitert und die dorsolaterale Zona orbicularis unter Einsatz des Arthroskopiemessers und Shavers reseziert. Mit einem anschließenden Traktionsversuch wurde überprüft, ob das bisher erfolgte Kapselrelease ausreichend ist und die Resektion dorsolateraler Cam-Ausziehungen wurde mit der Fräse vorgenommen. Eine ausreichende Taillierung des femoralen Kopf-Hals-Übergangs wurde durch die Wiederholung des Impingementtests unter arthroskopischer Sicht und unter Bildwandlerkontrolle evaluiert.

Arthroskopie des zentralen Gelenkkompartmentes

Falls der Zugang zum zentralen Kompartiment aufgrund eingeschränkter Distrahierbarkeit zu Beginn der Operation nicht möglich war, wurde er im Anschluss an die Behandlung des peripheren Kompartiments und einem damit verbundenen erweiterten Kapselrelease erneut versucht. Wenn sich auch hiernach keine ausreichende Distraktion des Gelenks erreichen ließ, wurde von einer Arthroskopie des zentralen Kompartiments abgesehen und die Operation beendet.

Bei ausreichender Distrahierbarkeit des Gelenks erfolgte zunächst ein diagnostischer Rundgang im zentralen Kompartiment. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf den Bereich des sublabralen ventrolateralen Pfannenrands gelegt, da sich hier die typischen Knorpelschäden eines Cam-FAI befinden. Delaminierte instabile Knorpelbereiche wurden bis auf einen stabilen Knorpelrand hin entfernt und eine Abrasionsarthroplastik sowie eine Mikrofrakturierung angeschlossen. Fanden sich im Rahmen eines Pincer-FAI degenerierte Labrumrupturen oder eine Labrumossifikation wurde das Labrum entfernt und der darunterliegende Pfannenrand zurückgetrimmt.

3.3.4 Nachbehandlung

Die Patienten erhielten nichtsteroidale Antiphlogistika für 10 Tage postoperativ und niedermolekulares Heparin subkutan unter Thrombozytenkontrolle bis zur Vollbelastung.

Regelmäßige Wundkontrollen erfolgten alle 1 – 2 Tage. Die Fäden wurden nach ca. 12 Tagen entfernt.

Es erfolgte eine einwöchige Teilbelastung an Unterarmgehstützen mit anschließendem schmerzadaptierten Übergang zur Vollbelastung. Das Gelenk wurde ab dem 1. postoperativen Tag in einer Motorschiene (Continuous passive motion – CPM) passiv bewegt. Dies erfolgte mindestens dreimal täglich für jeweils mindestens 15 Minuten. Ab dem 5. Tag wurde zusätzlich oder alternativ ein Fahrradergometer eingesetzt. Die Erhöhung der Bewegungsamplitude, der Behandlungsdauer und des Widerstandes wurde individuell schmerzadaptiert gesteigert. Die physiotherapeutische Beübung mit sensomotorischem Innervationstraining und Training der reaktiven Stabilisierungsfähigkeit wurde so bald als möglich begonnen. Darunter erfolgte eine Progression vom Ein- zum Zweibeinstand. Nach abgeschlossener Wundheilung wurde die Beweglichkeit, Koordination und Ausdauer trainiert.

Den Patienten wurde der Beginn mit Laufsport nach der 6. Woche und Sprung- und Kontaktsportarten nach der 12. Woche postoperativ erlaubt. Bei Mikrofrakturierung und Abrasionsarthroplastik erfolgte eine Verlängerung der Teilbelastung nicht über 20kg Körpergewicht auf 6 – 8 Wochen.

3.4 Fragebogen

Der in dieser Studie verwendete Fragebogen beinhaltete die nun im Folgenden genauer beschriebenen subjektiv-funktionellen Scores. Diese wurden deckungsgleich zur Vorstudie gewählt, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Die verwendeten Scores sind im Anhang dieser Arbeit abgebildet.

3.4.1 Subjektiv-funktionelle Scores

Modified Harris Hip Score (mHHS)

Wertebereich: 0 - 100

Der nach Thomas Byrd modifizierte Harris Hip Score unterscheidet die Kriterien „Schmerz“ (mit maximal 44 Punkten) und „Gelenkfunktion“ (mit maximal 47 Punkten). Der Funktionsteil ist unterteilt in „Gehfähigkeit“ mit drei und „alltägliche Aktivitäten“ mit vier Unterpunkten. Jedes Kriterium hat verschiedene Ausprägungsgrade mit entsprechendem Punktwert. Die Gesamtpunktzahl wird dann mit 1,1 multipliziert. Bei einer maximal möglichen Punktzahl von 91 können so letztlich 100 Punkte erreicht werden. [13]

Merle d’Aubigné Score (MdA)

Wertebereich: 0 - 18

Der Merle d’Aubigné Score besteht aus den Kategorien Schmerz, Beweglichkeit und Gehfähigkeit. Diese werden mit Punkten von null bis sechs bewertet, wodurch sich eine maximale Punktzahl von 18 ergibt. Die Kategorie Beweglichkeit wurde in der Nachuntersuchung, aus den Patientenunterlagen oder in einer telefonischen Befragung ermittelt. [77]

Hip Outcome Score (HOS)

Wertebereich: 0 - 100

Der Hip Outcome Score wurde zur Erfassung des subjektiven Ergebnisses nach Hüftarthroskopen entwickelt. Er setzt sich aus den Subskalen „Alltagsaktivitäten“ [HOS activities of daily living (ADL)] mit siebzehn Fragen und „Sport“ (HOS Sport) mit neun Fragen zusammen. Sollten Einschränkungen oder Beschwerden aufgrund von nicht die Hüfte betreffenden Erkrankungen bestehen, kann die jeweilige Frage als nicht anwendbar markiert werden. Die entsprechende Frage wird dann nicht gewertet. Pro Frage werden null bis vier Punkte vergeben. Beschwerdefreiheit wurde mit vier Punkten bewertet, sehr starke Beschwerden mit null Punkten. Die Ergebnisse der beiden Subskalen werden in Prozent berechnet. [75]

Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)

Wertebereich: 0 - 100

Der WOMAC ist ein subjektiver Arthrose-Score, der zur Bewertung der Beschwerden und Funktionseinbußen aufgrund einer Arthrose von Knie- oder Hüftgelenk entwickelt wurde. Er enthält Fragen zu den Kriterien Schmerz (fünf Fragen), Gelenksteife (zwei Fragen) und Gelenkfunktion (siebzehn Fragen). In der verwendeten „5-point Likert“ – Version wird jede

Frage mit null bis vier Punkten bewertet. Beschwerdefreiheit entspricht vier Punkten, sehr starke Beschwerden entsprechen null Punkten. Vierundzwanzig Fragen ergeben eine maximale Endsumme von 96 Punkten, die in Prozent umgerechnet werden. [7]

Nonarthritic Hip Score (NAHS)

Wertebereich: 0 - 100

Der Nonarthritic Hip Score wurde für jüngere und sportlichere Patienten zur Evaluation von Hüftkrankheiten entwickelt. Er enthält zwanzig Fragen aus den Bereichen Schmerz, mechanische Symptome, Alltagsfunktionen und Aktivitätsgrad. Zehn der Fragen sind dem WOMAC entnommen worden. Jede Frage wird mit null bis vier Punkten gewertet. Die Summe der Fragenwerte wird mit 1,25 multipliziert, um auf eine maximale Punktzahl von 100 zu kommen. [19]

3.5 Befragung der Prothesenpatienten

Die telefonische Befragung der Prothesenpatienten bestand aus den folgenden Fragen:

- Wann wurde die endoprothetische Versorgung durchgeführt?
- Wie hoch war die Beschwerdereduktion nach Arthroskopie in Prozent (0 – 100 %)?
- Wie lange hielt die Beschwerdereduktion in Monaten an?
- Wenn Sie mit heutigem Wissen über den postoperativen Verlauf die Wahl hätten, würden Sie sich wieder arthroskopieren lassen?

3.6 Klinisch-radiologische Untersuchung

Im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung wurde die Hüftgelenksbeweglichkeit im Seitenvergleich nach der Neutral-Null-Methode bestimmt. Dabei wurden die Innen- sowie Außenrotation in 90° Flexion der Hüfte bestimmt. Darüber hinaus wurden zwei klinische Tests durchgeführt: der Impingementtest und der Apprehensionstest der Hüfte (siehe Kapitel 2.4). Außerdem wurden extraartikuläre Schmerzursachen klinisch ausgeschlossen und die periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität geprüft.

Nach der klinischen Untersuchung wurden ein a.p.-Röntgenbild und eine Aufnahme nach Lauenstein des operierten Hüftgelenks angefertigt. Anhand dessen wurde der Arthrosegrad nach Tönnis [107] (siehe Tabelle 1) bestimmt.

3.6.1 Arthrosegrad nach Tönnis

Arthrosezeichen im Röntgenbild	Arthrosegrad
Keine Arthrosezeichen	0
Vermehrte Sklerosierung von Kopf und Pfanne, geringe Gelenkspaltverschmälerung, geringer Randwulstanbau	1
Kleine Zysten in Kopf und Pfanne, zunehmende Gelenkspaltverschmälerung, mäßige Kopffentrundung	2
Große Zysten in Kopf und Pfanne, starke Gelenkspaltverschmälerung bis zur völligen Aufhebung, starke Kopffentrundung	3

Tabelle 1: Definition der Arthrosegrade nach Tönnis. [107]

3.7 Daten aus der Vorstudie und der ärztlichen Dokumentation

Die subjektiv-funktionellen Scorewerte und der Arthrosegrad nach Tönnis zum Zeitpunkt der Vor- und der ersten Nachuntersuchung wurden den Daten der Vorstudie entnommen.

Die Hüftgelenksbeweglichkeit und das Ergebnis des Impingement- und Apprehensionstests zum Zeitpunkt der Vor- und der ersten Nachuntersuchung konnte aus Arztbriefen und Ambulanzkarteneinträgen gewonnen werden. Der intraoperative Knorpelstatus wurde aus den OP-Berichten extrahiert.

3.7.1 Intraoperative Klassifikation des Knorpelstatus

Die Klassifikation der intraoperativen Knorpelschäden wurde nach Noyes und Stabler 1989 [85] vorgenommen. Bei der Dokumentation der Knorpelschäden wurden die drei Hauptkategorien genutzt und die Unterkategorien ausgeklammert (siehe Tabelle 2).

Intraoperativer Knorpelstatus	Schädigungsgrad
unauffällig	0
Oberfläche intakt, jedoch Knorpelerweichung	1
Oberfläche beschädigt: Risse, Auffaserungen, Fragmentierungen (Offene Läsionen)	2
subchondraler Knochen sichtbar	3

Tabelle 2: Klassifikation von Knorpelschäden nach Noyes und Stabler. [85]

3.8 Datenverarbeitung und statistische Auswertung

Die Rohdaten wurden zunächst in einer Excel-Tabelle erfasst und anschließend zur statischen Auswertung in IBM SPSS Statistics 22 übertragen.

Da die meisten Variablen keine Normalverteilung aufwiesen, wurde der Median und Interquartilsabstand (IQR) zur Auswertung und Beschreibung der Ergebnisse verwendet. Bei rein deskriptiver Darstellung von Alter und Nachuntersuchungszeiten wurden der Mittelwert mit Standardabweichung sowie die jeweiligen Minimal- und Maximalwerte genutzt.

Um prä- und postoperative Scorewerte zu vergleichen, wurden der modifizierte Harris Hip Score und der Merle d'Aubigné Score genutzt. Diese wurden innerhalb der untersuchten Studienpopulation präoperativ an ausreichend vielen Patienten erhoben. Für die Untersuchung der Einflussfaktoren des langfristigen Ergebnisses wurde sich auf die Verwendung der HOS ADL Subskala beschränkt. Die Durchführung von statistischen Tests anhand aller erhobenen Scores hätte eine Gefährdung des Signifikanzniveaus bedeutet.

Im Anschluss an die Durchführung der statistischen Tests wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Hierdurch sollten mögliche Verzerrungen der Ergebnisse durch Ausreißer untersucht werden.

Die statistische Auswertung wurde unter der Beratung durch das Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik der Universität des Saarlandes durchgeführt.

3.8.1 Statistische Tests

- Das Signifikanzniveau für statistische Tests wurde zu Beginn auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.
- Ob ein signifikanter Unterschied der präoperativen Scorewerte und der postoperativen Scorewerte der zweiten Nachuntersuchung besteht, wurde mit Hilfe des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests bestimmt.
- Für die Korrelation der Werte der HOS ADL Subskala aus der ersten und zweiten Nachuntersuchung wurde der Spearman-Rangkorrelationskoeffizient berechnet.
- Die präoperativen Einflussfaktoren auf die postoperativen Werte der HOS ADL Subskala der zweiten Nachuntersuchung wurden bei nominalen und ordinalen Variablen mithilfe der Regressionsanalyse untersucht. Bei metrischen Variablen wurde eine

Korrelationsanalyse mit der Berechnung des Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten durchgeführt.

- Die statistische Signifikanz des Altersunterschiedes von Patienten mit und ohne hüftendoprothetischer Versorgung wurde mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests untersucht.

4 Ergebnisse

4.1 Patienten

Aus einer Grundpopulation von 72 Patienten (73 Hüften, eine Patientin wurde beidseits operiert) war zum Zeitpunkt der Datenerhebung eine Patientin verstorben und 19 Patienten waren nicht mehr erreichbar. In die aktuelle Studie konnten somit 52 Patienten eingeschlossen werden.

Von den 52 Studienpatienten haben 3 Patienten nach mehrfachen Kontaktversuchen nicht teilgenommen. 2 Patienten haben sich zwischenzeitlich einer zweiten Arthroskopie unterzogen und 11 Patienten wurden im Verlauf mit einer Hüftendoprothese versorgt.

36 Patienten / 37 Hüften konnten mittels Fragebogen nachuntersucht werden. Hiervon wurden 17 Patienten / 18 Hüften klinisch-radiologisch nachuntersucht.

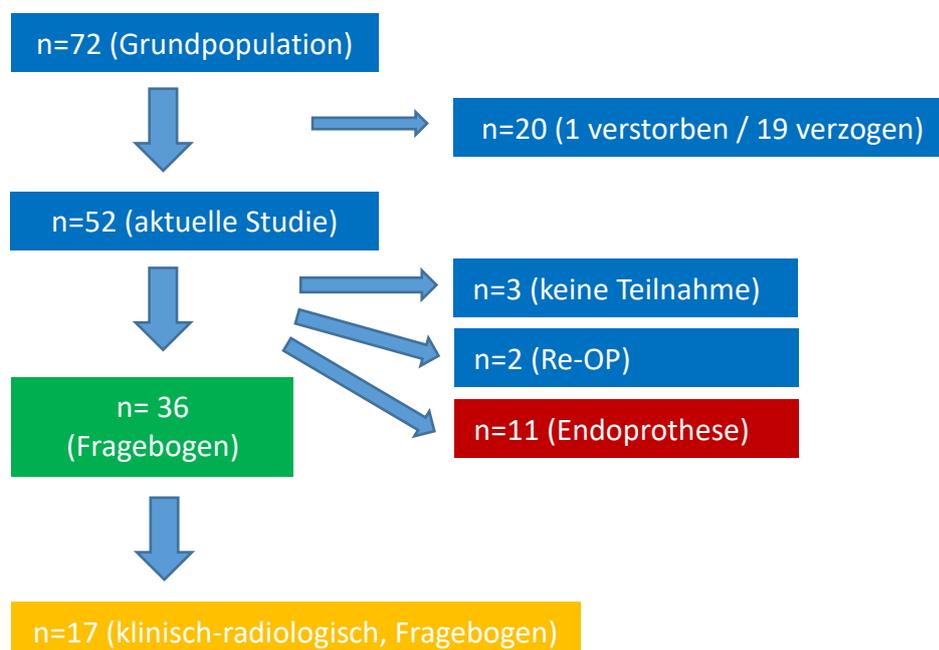


Abbildung 14: Patientenpopulation als Flussdiagramm

grün: Hauptgruppe (per Fragebogen nachuntersuchte Pat.)

gelb: Untergruppe (klinisch-radiologisch und per Fragebogen nachuntersuchte Pat.)

rot: Nebengruppe (Pat. mit endoprothetischer Versorgung, telefonische Befragung)

Innerhalb der in der jeweiligen Form nachuntersuchten Gesamtpopulation von 47 Patienten waren 19 weiblich und 28 männlich. Bei den insgesamt 48 nachuntersuchten Hüften handelte es sich um 30 linke und 18 rechte Hüftgelenke. Das Alter der Patienten zum Operationszeitpunkt betrug durchschnittlich 38 (± 12) Jahre (17 - 68 Jahre).

4.2 Subjektiv-funktionelle Scores

Von den 36 per Fragebogen nachuntersuchten Patienten waren 14 weiblich und 22 männlich. Bei den 37 nachuntersuchten Hüften handelte es sich um 22 linke und 15 rechte Hüftgelenke. Das Alter der Patienten zum Operationszeitpunkt betrug durchschnittlich 36 (± 11) Jahre (17 – 64 Jahre).

Die erste Nachuntersuchung erfolgte im Durchschnitt nach 19 (± 9) Monaten (3 - 37 Monate); die zweite Nachuntersuchung nach durchschnittlich 91 (± 12) Monaten (72 – 124 Monate). Die Ergebnisse der ersten Nachuntersuchung (1. postop) werden im Folgenden als kurzfristig und die Ergebnisse der zweiten Nachuntersuchung (2. postop) als langfristig bezeichnet.

Score	n	Median	IQR
mHHS präop	34	72	20
mHHS 1. postop	30	85	23
mHHS 2. postop	34	96	26
MdA präop	34	15	2
MdA 1. postop	30	17	2
MdA 2. postop	29	17	1
HOS ADL präop	10	64	31
HOS ADL 1. postop	29	91	16
HOS ADL 2. postop	35	97	22
HOS Sport präop	10	33	32
HOS Sport 1. postop	28	80	29
HOS Sport 2. postop	35	86	46
WOMAC präop	9	70	21
WOMAC 1. postop	30	92	20
WOMAC 2. postop	36	98	17
NAHS präop	9	59	21
NAHS 1. postop	30	90	21
NAHS 2. postop	36	95	19

Tabelle 3: Ergebnisse in den Scores

Abbildungen 15-20: Ergebnisse in den Scores als Boxplots

Die Zahlenwerte für die folgend grafisch dargestellten Medianwerte und Interquartilsabstände finden Sie in Tabelle 3. Die Boxplots wurden unter paarweisem Fallausschluss erstellt, um eine möglichst große Fallbasis zu erhalten.

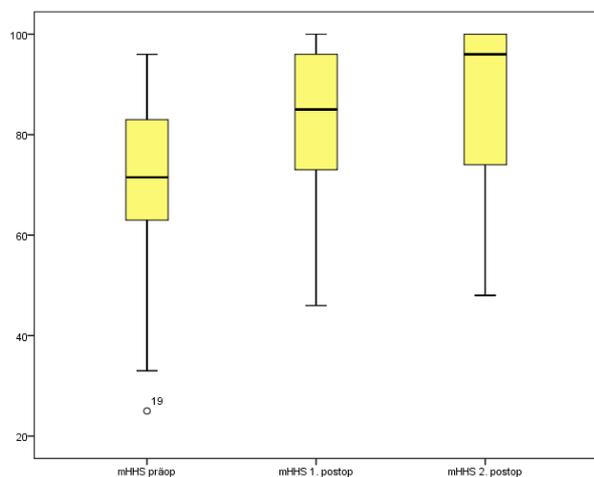


Abbildung 15: Modifizierter Harris Hip Score (mHHS)

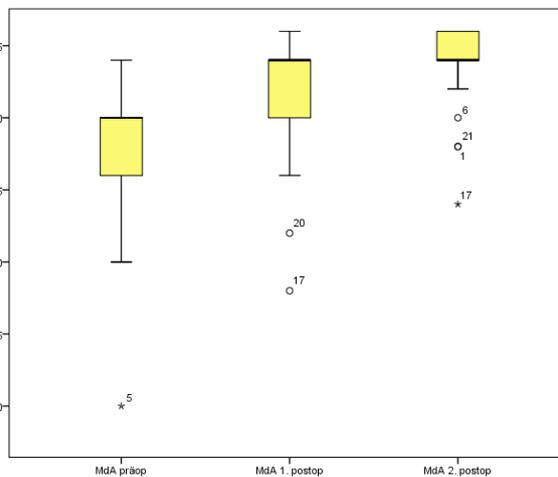


Abbildung 16: Merle d'Aubigné Score (Mda)

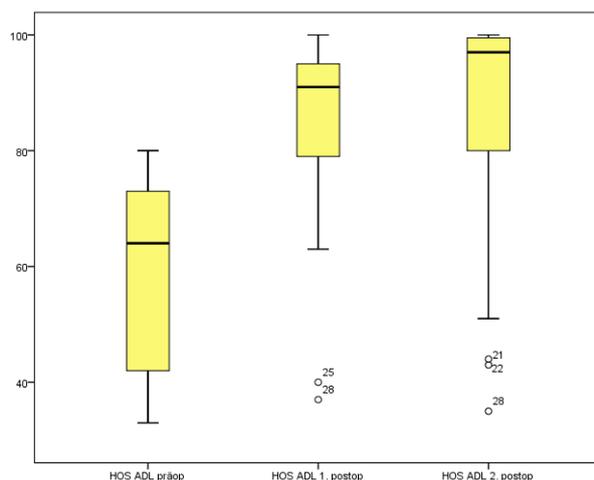


Abbildung 17: Hip Outcome Score activities of daily living (HOS ADL)

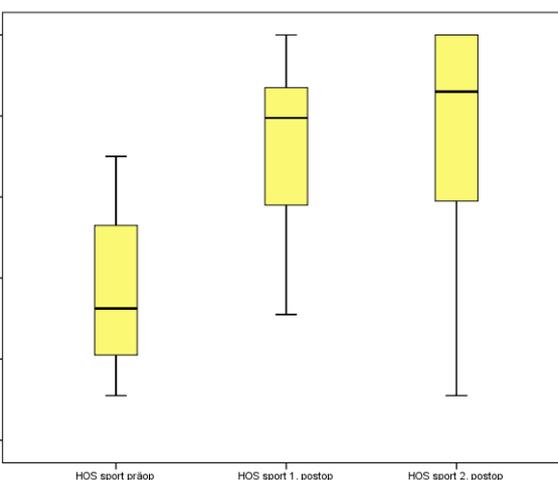


Abbildung 18: Hip Outcome Score Sport (HOS Sport)

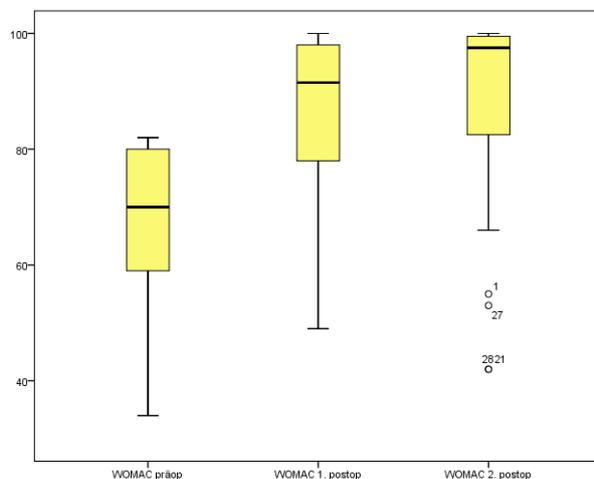


Abbildung 19: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)

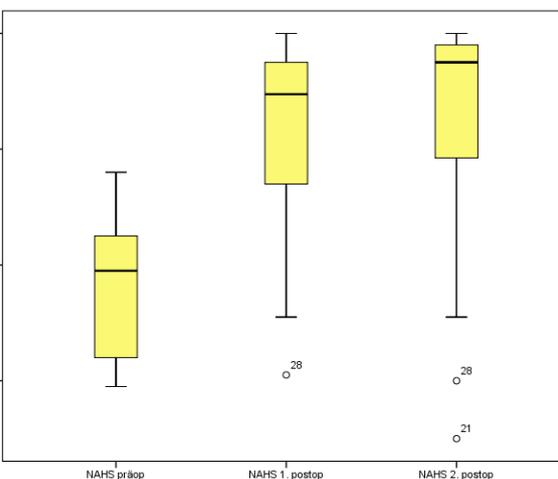


Abbildung 20: Nonarthritic Hip Score (NAHS)

4.2.1 Vergleich präoperativer und langfristiger Ergebnisse

Score	n	Median präop	Median 2. postop	p
mHHS	31	69 (IQR 24)	96 (IQR 28)	< 0,001
MdA	26	15 (IQR 2)	17 (IQR 1)	< 0,001

Tabelle 4: mHHS und MdA präoperativ vs. langfristig postoperativ (listenweiser Fallausschluss)

Für den Vergleich präoperativer und postoperativer Scorewerte wurden der modifizierte Harris Hip Score und der Merle d'Aubigné Score herangezogen. Wie aus Tabelle 3 zu entnehmen ist, wurden nur diese präoperativ in ausreichender Zahl erhoben.

Unter listenweisem Fallausschluss erhöhten sich der mediane mHHS um 27 Punkte und der mediane MdA um 2 Punkte (siehe Abbildung 21 + 22). Im statistischen Test war der Unterschied der prä- und postoperativen Werte signifikant ($p < 0,001$).

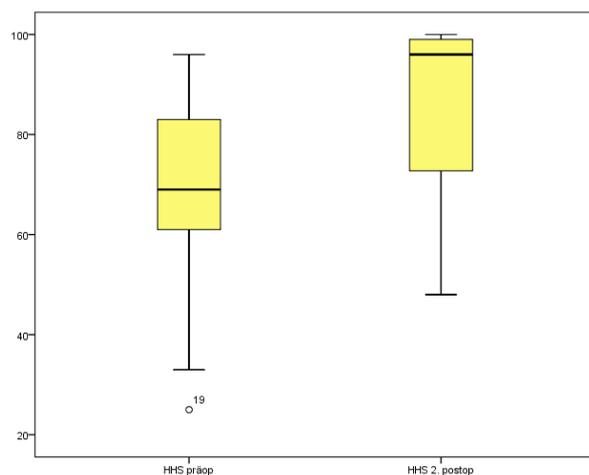


Abbildung 21: mHHS präoperativ vs. langfristig postoperativ (listenweiser Fallausschluss, gültige $n = 31$)

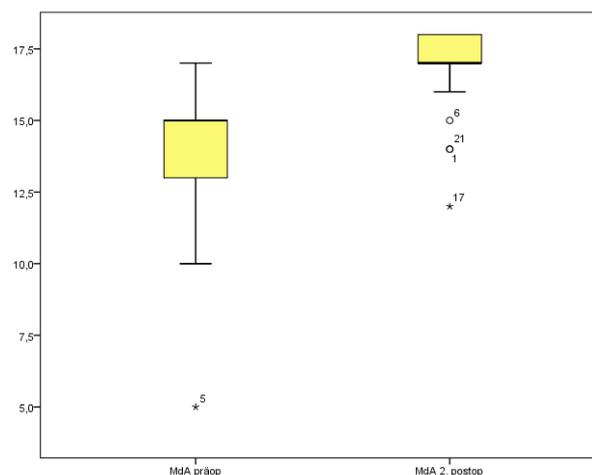


Abbildung 22: MdA präoperativ vs. langfristig postoperativ (listenweiser Fallausschluss, gültige $n = 26$)

4.2.2 Korrelation kurzfristiger und langfristiger Ergebnisse

Es wurden die kurzfristigen und langfristigen Ergebnisse auf einen linearen Zusammenhang hin überprüft. Für die HOS ADL Subskala ergab sich ein Korrelationskoeffizient von 0,765 ($p < 0,001$). Die HOS Sport Subskala wies einen Korrelationskoeffizienten von 0,476 ($p = 0,014$) auf. Es zeigte sich damit, dass Patienten mit kurzfristig guten Ergebnissen auch langfristig eher gute Ergebnisse aufweisen. Da es sich hierbei um einen linearen Zusammenhang handelt, bedeutet dies jedoch auch, dass Patienten mit kurzfristig schlechten Ergebnissen auch eher schlechte langfristige Ergebnisse aufweisen. Dieser Zusammenhang zeigte sich deutlich für die Bewertung der alltäglichen Aktivitäten (HOS ADL). Wohingegen im sportlichen Bereich (HOS Sport) nur ein mäßiger Zusammenhang bestand.

Abbildungen 23 und 24 zeigen grafisch die Korrelation der statistisch untersuchten Scores.

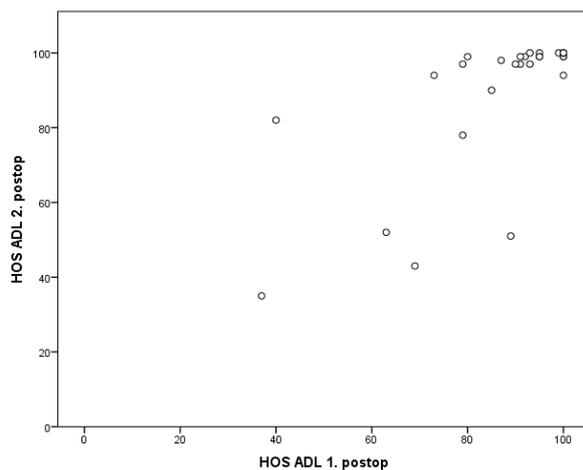


Abbildung 23: HOS ADL kurzfristig vs. HOS ADL langfristig

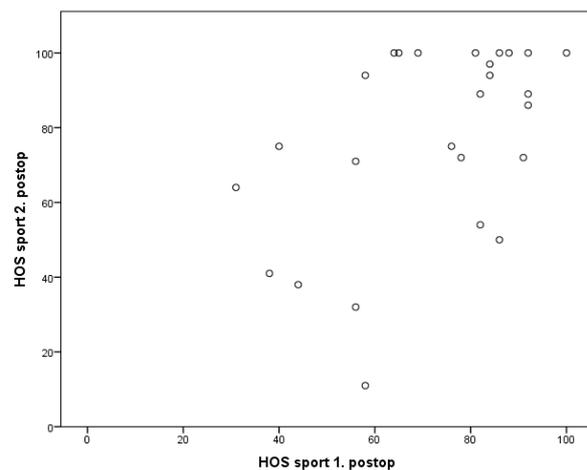


Abbildung 24: HOS Sport kurzfristig vs. HOS Sport langfristig

4.2.3 Einflussfaktoren auf das langfristige Ergebnis

Wie bereits im Kapitel 3.8 beschrieben, wurde zur Untersuchung der prä- und intraoperativen Einflussfaktoren des langfristigen Ergebnisses die HOS ADL Subskala genutzt.

Geschlecht

Die Regressionsanalyse zeigte keinen signifikanten Zusammenhang von Geschlecht und dem langfristigen Wert der HOS ADL Subskala. Regressionskoeffizient: 2,833 (BCa-95%-Konfidenzintervall: -10,987/16,074). Das Geschlecht war damit in der untersuchten Population nicht mit dem langfristigen Ergebnis assoziiert.

Operationsalter

Das Alter wies eine schwache bis mäßige, negativ-monotone Korrelation mit der HOS ADL Subskala auf. Der Korrelationskoeffizient betrug -0,375 ($p = 0,027$). Patienten höheren Alters hatten damit innerhalb der untersuchten Population ein tendenziell schlechteres langfristiges Ergebnis. Der Zusammenhang ist jedoch als schwach bis mäßig zu werten.

Innenrotation

In der Studienpopulation zeigten sich deutliche Einschränkungen der präoperativen Innenrotation (siehe Tabelle 5).

	n	Median	IQR	Min.	Max.
Innenrotation präop	24	10°	5°	0°	20°

Tabelle 5: Präoperative Innenrotation der Hüfte. Gemessen in 90° Flexion.

Die Korrelationsanalyse der präoperativen Innenrotation und dem langfristigen Wert der HOS ADL Subskala ergab einen nicht signifikanten Korrelationskoeffizienten von -0,167 ($p = 0,448$). Die präoperativ erhobene Innenrotation hatte damit innerhalb der untersuchten Population keinen Einfluss auf das langfristige Ergebnis.

Arthrosegrad nach Tönnis

Die meisten Patienten (83,3%) wiesen Arthrosezeichen ersten Grades im präoperativen Röntgenbild auf. Kein Patient wies Arthrosezeichen dritten Grades auf. (siehe Tabelle 6)

Arthrosegrad	n	Prozent
Keine Arthrosezeichen	4	11,1
Arthrosezeichen 1. Grades	30	83,3
Arthrosezeichen 2. Grades	2	5,6
Gesamt	36	100,0

Tabelle 6: Häufigkeitsverteilung des Arthrosegrades nach Tönnis im präoperativen Röntgenbild

Die Regressionsanalyse ergab einen signifikanten Zusammenhang zwischen Patienten mit Arthrosezeichen ersten Grades und einem geringeren langfristigen HOS ADL Scorewert, im Vergleich zu Patienten ohne Arthrosezeichen. Der Regressionskoeffizient betrug -12,5 (BCa-95%-Konfidenzintervall: -21,2/-4,6). Für Patienten mit Arthrosezeichen 2. Grades ergab sich ein nicht signifikanter Regressionskoeffizient von -22,3 (BCa-95%-Konfidenzintervall: -48/3). Dies lässt sich sehr wahrscheinlich auf die geringe Anzahl von Patienten, die Arthrosezeichen 2. Grades aufwiesen, zurückführen. Der Boxplot lässt jedoch eine Tendenz zu geringeren Werten erahnen (siehe Abbildung 25). Da die Studienpopulation keine Patienten mit Arthrosezeichen 3. Grades aufwies, ließ sich hierzu keine Aussage machen.

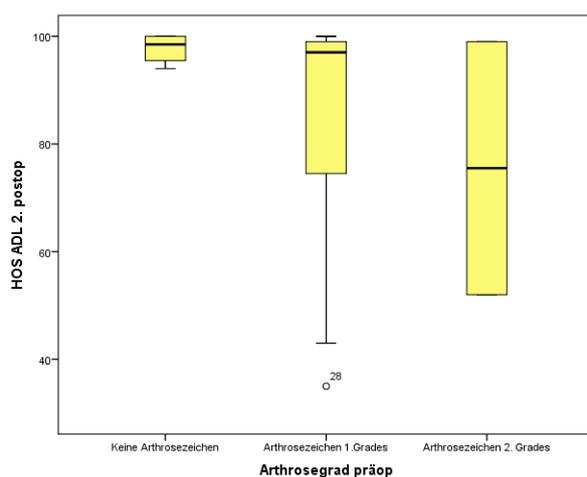


Abbildung 25: Präoperativer Arthrosegrad nach Tönnis vs. HOS ADL langfristig

Knorpelstatus

88 % der Patienten wiesen Knorpelschäden im Bereich der Gelenkpfanne auf; davon wurden 49 % zweitgradig und 30% drittgradig klassifiziert. 70 % der Patienten zeigten unauffällige Knorpelverhältnisse am Femurkopf. Kein Patient wies drittgradige Knorpelschäden am Femurkopf auf. (siehe Tabelle 7)

Knorpelstatus	Gelenkpfanne		Femurkopf	
	n	Prozent	n	Prozent
Unauffällig	4	12	23	70
Grad 1 (Knorpelerweichung)	3	9	6	18
Grad 2 (Offene Läsionen)	16	49	4	12
Grad 3 (Knochen sichtbar)	10	30	0	0

Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung des Knorpelstatus intraoperativ

Stellte man den Knorpelstatus der Gelenkpfanne dem HOS-ADL im Boxplot gegenüber, zeigte sich ein Trend zu geringeren langfristigen Werten in der HOS ADL Subskala beim Vorliegen eines drittgradigen Knorpelschadens (siehe Abbildung 26).

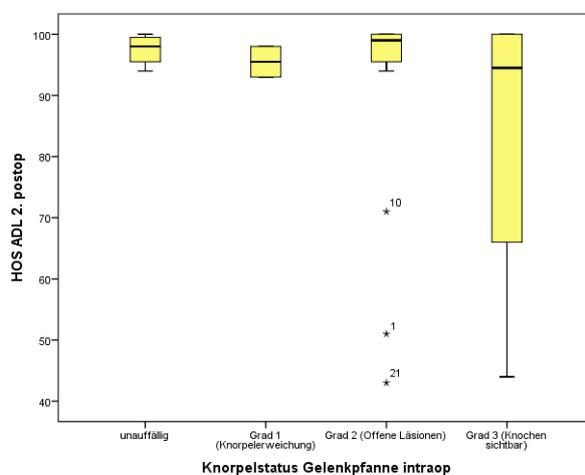


Abbildung 26: Knorpelstatus der Gelenkpfanne intraoperativ vs. HOS ADL langfristig

Die Regressionsanalyse bestätigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen drittgradigen Knorpelschäden und geringeren langfristigen Werten in der HOS ADL Subskala. Der Regressionskoeffizient betrug $-13,9$ (BCa-95%-Konfidenzintervall: $-29,239/-1,076$). Die anderen Schädigungsgrade des Knorpels wiesen keinen signifikanten Zusammenhang mit den langfristigen Werten in der HOS ADL Subskala auf.

Stellte man den Knorpelstatus des Femurkopfes dem Wert der langfristigen HOS ADL Subskala gegenüber so zeigte sich, dass höhergradige Knorpelschäden mit einem tendenziell besseren Wert assoziiert sind (siehe Abbildung 27).

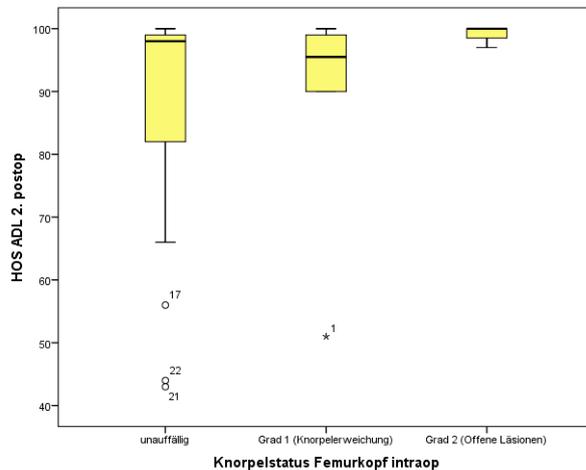


Abbildung 27: Knorpelstatus des Femurkopfes intraoperativ vs. HOS ADL langfristig

Die Regressionsanalyse zeigte einen signifikanten Zusammenhang von Knorpelschäden zweiten Grades und einem höheren langfristigen Wert der HOS ADL Subskala. Der Regressionskoeffizient belief sich auf 11,821 (BCa-95%-Konfidenzintervall: 4,05/20,709). Knorpelschäden. Die anderen Grade wiesen keinen signifikanten Zusammenhang auf. Hierbei sei darauf hingewiesen, dass in der untersuchten Population nur 12 % (4 Patienten) der Patienten zweitgradige Knorpelschäden am Femurkopf aufwiesen (siehe Tabelle 7) und damit die Aussagekraft dieser Analyse eingeschränkt ist.

4.3 Prothesenpatienten

11 Patienten unserer Studie wurden im Verlauf nach arthroskopischer Therapie mit einer Hüftendoprothese versorgt. Hiervon waren 5 weiblich und 6 männlich. 8 Patienten wurden am linken und 3 am rechten Hüftgelenk operiert. Das Alter zum Zeitpunkt der Hüftarthroskopie betrug durchschnittlich 47 (± 12) Jahre (22 – 68 Jahre).

8 Patienten nahmen an einer weitergehenden telefonischen Befragung teil und 3 Patienten verweigerten die Teilnahme. Die endoprothetische Versorgung des Hüftgelenkes erfolgte zwischen 13 und 71 Monaten nach der Hüftarthroskopie und im Median nach 37 (IQR 43) Monaten. Die mediane prozentuale postoperative Beschwerdereduktion betrug 75 % (0 – 100 %) mit einer medianen Dauer von 5 (IQR 24) Monaten. 2 Patienten hätten sich aus heutiger Sicht wieder für die Arthroskopie entschieden, 6 würden sich nicht mehr arthroskopieren lassen.

4.3.1 Vergleich: Prothese / keine Prothese

Alter bei OP

Die Patientenpopulation ohne langfristige hüftendoprothetische Versorgung wies zum Zeitpunkt der Hüftarthroskopie ein medianes Alter von 37 Jahren (IQR 17) auf. Im Vergleich dazu hatten Patienten, die sich im Verlauf einer hüftendoprothetischen Versorgung unterzogen, ein medianes Alter von 45 Jahren (IQR 14) (siehe Abbildung 28).

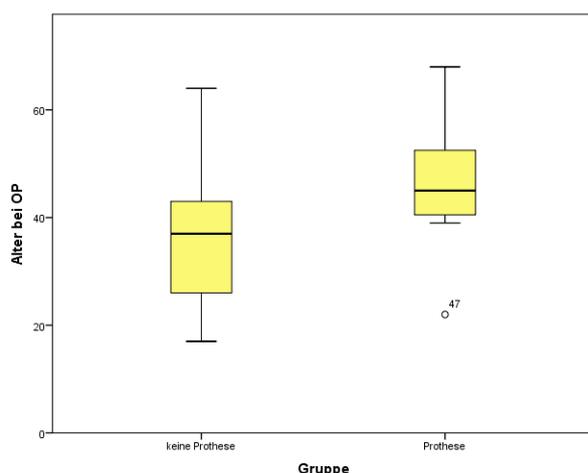


Abbildung 28: Vergleich des Alters bei Durchführung der Hüftarthroskopie von Patienten mit und ohne anschließender hüftendoprothetischer Versorgung

Patienten mit einer anschließenden Prothesenversorgung waren im Median 8 Jahre älter als Patienten ohne Prothesenversorgung. Im statistischen Test bestätigte sich die Signifikanz des Unterschieds ($p = 0,017$).

Prä- und intraoperative Befunde

Der Vergleich des Arthrosegrades nach Tönnis im präoperativen Röntgen zeigt ein Auftreten von Arthrosezeichen zweiten Grades bei Patienten mit hüftendoprothetischer Versorgung in Höhe von 25 % im Vergleich zu 5,56 % bei Patienten ohne hüftendoprothetischer Versorgung. Knorpelschäden der Gelenkpfanne sind in den beiden Gruppen ähnlich verteilt (siehe Tabelle 8). Hinsichtlich der Knorpelschäden am Femurkopf zeigte sich ein häufigeres Auftreten von höhergradigen Knorpelschäden bei Patienten, die sich im Verlauf einer hüftendoprothetischen Versorgung unterzogen. 37,5 % der hüftendoprothetisch versorgten Patienten, im Vergleich zu 69,7 % der nicht hüftendoprothetisch versorgten Patienten, wiesen unauffällige intraoperative Knorpelverhältnisse der femoralen Gelenkfläche auf.

		Gruppe			
		keine Prothese		Prothese	
		Anzahl	Prozente	Anzahl	Prozente
Arthrosegrad nach Tönnis präoperativ	keine	4	11,1	1	12,50
	Grad 1	30	83,3	5	62,50
	Grad 2	2	5,6	2	25,00
	Grad 3	0	0	0	0
Knorpelstatus Gelenkpfanne intraoperativ	unauffällig	4	12,1	1	12,50
	Grad 1	3	9,1	1	12,50
	Grad 2	16	48,5	3	37,50
	Grad 3	10	30,3	3	37,50
Knorpelstatus Femurkopf intraoperativ	unauffällig	23	69,7	3	37,50
	Grad 1	6	18,2	1	12,50
	Grad 2	4	12,1	3	37,50
	Grad 3	0	0	1	12,50

Tabelle 8: Vergleich der prä- und intraoperativen Merkmale

Knorpelstatus: Grad 1 = Knorpelerweichung, Grad 2 = Offene Läsionen, Grad 3 = Knochen sichtbar

4.4 Klinisch-radiologische Untersuchung

Insgesamt konnten 17 Patienten / 18 Hüften zusätzlich zur Erhebung des Fragebogens klinisch und radiologisch nachuntersucht werden. Es handelte sich um 8 weibliche und 9 männliche Patienten; 10 linke und 8 rechte Hüftgelenke. Das durchschnittliche Alter bei OP betrug 35 (± 9) Jahre (19 – 45 Jahre). Innerhalb dieser Untergruppe erfolgte die erste Nachuntersuchung im Durchschnitt nach 13 (± 10) Monaten (2 – 33 Monate); die zweite Nachuntersuchung nach durchschnittlich 93 (± 14) Monaten (72 – 124 Monate). Die Ergebnisse der ersten Nachuntersuchung werden im Folgenden als kurzfristig und die Ergebnisse der zweiten Nachuntersuchung als langfristig bezeichnet.

4.4.1 Hüftgelenksbeweglichkeit

Die Tabellen 9 bis 11 beschreiben die zu den unterschiedlichen Zeitpunkten erhobenen Bewegungsausmaße des jeweiligen operierten Hüftgelenks.

Extension / Flexion

	Extension präop	Extension 1. postop	Extension 2. postop	Flexion präop	Flexion 1. postop	Flexion 2. postop
n	13	14	18	13	14	18
Median	0°	0°	0°	115°	120°	105°
IQR	3°	5°	10°	20°	18°	20°
Wertebereich	0° - 10°	0° - 10°	0° - 15°	90° - 130°	90° - 130°	85° - 130°

Tabelle 9: Extension und Flexion im Verlauf

Abduktion / Adduktion

	Abduktion präop	Abduktion 1. postop	Abduktion 2. postop	Adduktion präop	Adduktion 1. postop	Adduktion 2. postop
n	9	10	18	0	1	14
Median	35°	43°	40°	-	30°	20°
IQR	10°	15°	5°	-	-	5°
Wertebereich	30° - 40°	20° - 50°	30° - 50°	-	-	10° - 25°

Tabelle 10: Abduktion und Adduktion im Verlauf

(Die Adduktion wurde in der Voruntersuchung und der ersten Nachuntersuchung nicht ausreichend erhoben.)

Innenrotation / Außenrotation

	Innenrotation präop	Innenrotation 1. postop	Innenrotation 2. postop	Außenrotation präop	Außenrotation 1. postop	Außenrotation 2. postop
n	12	14	18	12	15	18
Median	8°	15°	15°	40°	45°	37,50°
IQR	9°	10°	20°	19°	15°	25°
Wertebereich	0° - 20°	0° - 50°	0° - 35°	15° - 70°	30° - 70°	10° - 50°

Tabelle 11: Innen- und Außenrotation im Verlauf

Unter listenweisem Fallausschluss (n = 10) wiesen die untersuchten Patienten eine mediane Innenrotation präoperativ von 8° (0°-20°), kurzfristig postoperativ von 13° (0°-50°) und langfristig von 20° (5°-35°) auf (siehe Abbildung 29).

Die Flexion verhielt sich unter listenweisem Fallausschluss (n = 11) von präoperativ mit im Median 113° (90°-125°) zu kurzfristig postoperativ mit im Median 120° (90°-130°) leichtzunehmend. Langfristig fiel sie unter den präoperativen Ausgangswert mit im Median 100° (85°-130°) (siehe Abbildung 30).

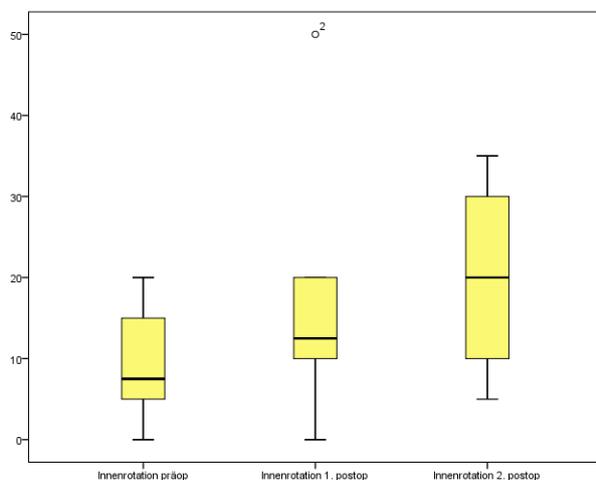


Abbildung 29: Hüftinnenrotation im Verlauf
(listenweiser Fallausschluss, n = 10)
Angaben der Zahlenwerte in Grad

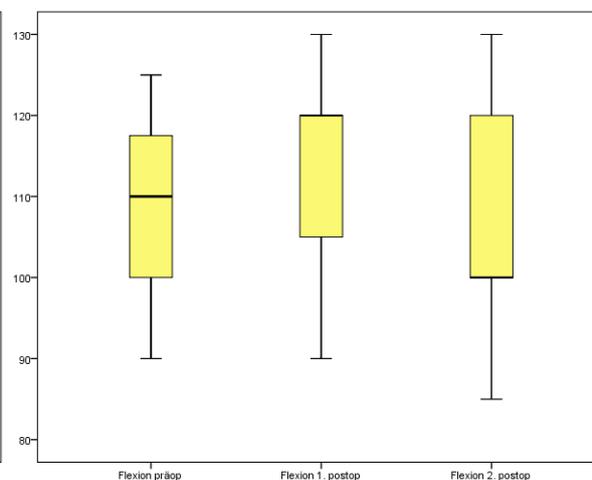


Abbildung 30: Hüftflexion im Verlauf
(listenweiser Fallausschluss, n = 11)
Angaben der Zahlenwerte in Grad

4.4.2 Klinische Tests

Impingementtest

Präoperativ wiesen fast alle Patienten (93,3 %) einen positiven Impingementtest auf. Kurzfristig und langfristig postoperativ ist die prozentuale Häufigkeit eines positiven Tests ähnlich (46,2 % vs. 44,4 %) (siehe Tabelle 12).

	Impingement präoperativ		Impingement 1. postop		Impingement 2. postop	
	n	Prozent	n	Prozent	n	Prozent
Positiv	14	93,3	6	46,2	8	44,4
Negativ	1	6,7	7	53,8	10	55,6

Tabelle 12: Ergebnis des Impingementtests

Apprehensionstest

Während präoperativ 50 % der Patienten einen positiven Apprehensionstest aufwiesen, war er bei 0 % in der kurzfristigen und bei 22,2 % in der langfristigen Nachuntersuchung positiv (siehe Tabelle 13).

	Apprehension präoperativ		Apprehension 1. postop		Apprehension 2. postop	
	n	Prozent	n	Prozent	n	Prozent
Positiv	7	50	0	0	4	22,2
Negativ	7	50	12	100	14	77,8

Tabelle 13: Ergebnis des Apprehensionstests

4.4.3 Impingementtest und subjektiv-funktionelles Ergebnis

Erste Nachuntersuchung

Patienten mit einem positiven anterioren Impingementtest wiesen in der HOS ADL Subskala einen medianen Scorewert von 80 (IQR 19) auf. Fiel der Impingementtest negativ aus, wiesen die Patienten im Median einen Punktwert von 95 (IQR 8) auf (siehe Abbildung 31).

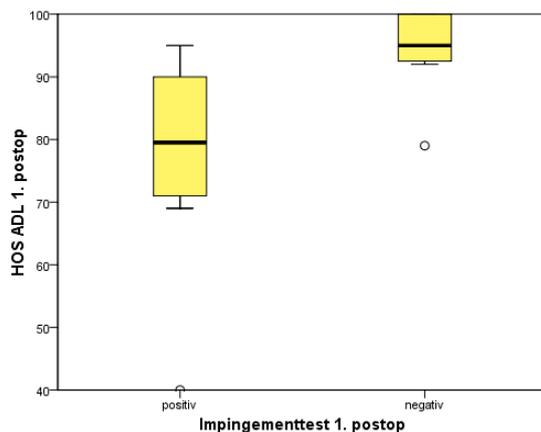


Abbildung 31: Ergebnis des Impingementtests kurzfristig vs. HOS ADL kurzfristig

In der Regressionsanalyse bestätigte sich der statistische Zusammenhang. Die Patienten mit einem negativen Impingementtest wiesen ein signifikant besseres Ergebnis in der HOS ADL Subskala auf, als diejenigen mit einem positiven Test. Der Regressionskoeffizient betrug 17,143 (BCa-95%-Konfidenzintervall: 6,29 / 29,704).

Zweite Nachuntersuchung

Patienten mit einem positiven anterioren Impingementtest erreichten in der HOS ADL Subskala einen medianen Wert von 71 (IQR 46). Patienten mit einem negativen Impingementtest erreichten einen medianen Wert von 99 (IQR 3) (siehe Abbildung 32).

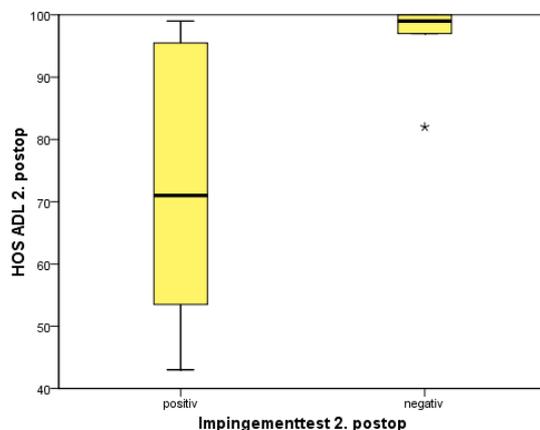


Abbildung 32: Ergebnis des Impingementtests langfristig vs. HOS ADL langfristig

Die Regressionsanalyse bestätigte einen statistisch signifikanten Zusammenhang eines negativen Impingementtests mit einem besseren Ergebnis in der HOS ADL Subskala. Der Regressionskoeffizient betrug 24,3 (BCa-95%-Konfidenzintervall: 8,258 / 40,35).

4.4.4 Arthrosegrad nach Tönnis

Insgesamt zeigte sich der Arthrosegrad nach Tönnis im Vergleich der verschiedenen Untersuchungszeitpunkte zunehmend. Präoperativ wiesen keine Patienten Arthrosezeichen zweiten Grades auf. Langfristig postoperativ wiesen 11,8 % Arthrosezeichen zweiten Grades auf und keine Patienten zeigten Gelenkverhältnisse ohne Arthrosezeichen. (siehe Tabelle 14)

	Arthrosegrad präop		Arthrosegrad 1. postop		Arthrosegrad 2. postop	
	n	Prozent	n	Prozent	n	Prozent
Keine Arthrosezeichen	3	16,7	1	5,9	0	0
Arthrosezeichen 1. Grades	15	83,3	16	94,1	15	88,2
Arthrosezeichen 2. Grades	0	0	0	0	2	11,8

Tabelle 14: Arthrosegrad nach Tönnis

4.5 Sensitivitätsanalyse

In diesem Kapitel sollen mögliche Verzerrungen der Ergebnisse durch Ausreißer untersucht werden. Bei mehreren oder extremen Ausreißern in einer Variable wurden diese ausgeschlossen und der jeweilige statistische Test wiederholt. Im Folgenden wird auf allgemeine Auffälligkeiten dieser Analyse eingegangen.

Einflussfaktor des langfristigen Ergebnisses: Knorpelstatus der Gelenkpfanne

In der Gruppe von Patienten mit Knorpelschäden zweiten Grades fanden sich drei extreme Ausreißer. Nach Ausschluss dieser veränderte sich in der Regressionsanalyse der Regressionskoeffizient für zweitgradige Knorpelschäden von -7,7 (mit Ausreißern) auf 1,0 (ohne Ausreißer) und das BCa-95%-Konfidenzintervall von -19,3 – 1,6 (mit Ausreißern) auf -1,5 – 4,214 (ohne Ausreißer). Auch nach Ausschluss der Ausreißer entstand kein signifikanter Zusammenhang mit dem HOS ADL.

Einflussfaktor des langfristigen Ergebnisses: Knorpelstatus des Femurkopfes

Nach Ausschluss extremer Ausreißer, die sich in der Gruppe von Patienten mit unauffälligen Knorpelverhältnissen des Femurkopfes, erhöhte sich der mediane Scorewert in dieser Gruppe. Hierunter zeigte sich der Zusammenhang von zweitgradigen Knorpelschäden am Femurkopf und einem höheren HOS ADL nicht mehr so deutlich. Der Regressionskoeffizient verringerte sich von 11,8 (mit Ausreißern) auf 5,2 (ohne Ausreißer). Nach einem BCa-95%-Konfidenzintervall von 0,67 – 10,78 ist das Ergebnis weiterhin als statistisch signifikant zu werten. Jedoch ergibt sich ein p-Wert von 0,108 (ohne Ausreißer) im Vergleich zu 0,03 (mit Ausreißer).

Impingementtest und subjektiv-funktionelles Ergebnis

In den beiden untersuchten Gruppen von Patienten mit einem negativen oder einem positiven Impingementtest während der ersten Nachuntersuchung befand sich jeweils ein Ausreißer. Nach dem Ausschluss verringerte sich der Regressionskoeffizient von 17,14 (mit Ausreißer) auf 14,38 (ohne Ausreißer). Der Zusammenhang blieb weiterhin statistisch signifikant. In den Daten der zweiten Nachuntersuchung fand sich in der Gruppe von Patienten mit einem negativen vorderen Impingementtest ein extremer Ausreißer. Nach dessen Ausschluss erhöhte sich der Regressionskoeffizient von 24,3 (mit Ausreißern) auf 26 (ohne Ausreißer). Der Zusammenhang war weiterhin statistisch signifikant.

5 Diskussion

5.1 Patienten

5.1.1 Geschlechtsverteilung

In der vorliegenden Studie wurden 60% (28) männliche Patienten und 40% (19) weibliche Patientinnen untersucht. Es ergibt sich damit ein Überwiegen des männlichen Geschlechts mit einem Verhältnis von männlich zu weiblich von 1,5:1.

Andere Studien mit ähnlicher Fragestellung und Altersverteilung zeigen meist ein Überwiegen des männlichen Geschlechts (siehe Tabelle 15) [3, 10, 14, 15, 36, 41, 42, 45, 59, 92, 101]. Eine Extremverteilung fand sich bei Haviv et al. (2010) [41]. Von 166 Patienten waren 132 (80%) männlich und 34 (20%) weiblich. Dabei wurden nur Patienten mit isolierter Cam-Deformität in die Studie eingeschlossen. Auch andere Studien mit dem alleinigen Einschlusskriteriums eines Cam-FAI weisen ein Überwiegen des männlichen Geschlechts in ihrer Untersuchungspopulation auf [3, 45, 101].

Hingegen wies eine Studie von Palmer et al. (2010) [87] eine ausgeglichene Geschlechtsverteilung (99 Männer/102 Frauen) auf. Bei Nielsen et al. (2014) [83] und Philippon et al. (2009) [88] zeigte sich sogar ein Überwiegen des weiblichen Geschlechts mit 48 Männern und 69 Frauen beziehungsweise 50 Männern und 62 Frauen. Bei diesen Studien wurden zusätzlich Patienten mit einem kombinierten FAI eingeschlossen; bei Philippon et al. (2009) [88] sogar Patienten mit isolierter Pincer-Deformität.

Die Einschlusskriterien der Studien beziehungsweise die Indikationen für ein arthroskopisches Vorgehen scheinen somit eine Auswirkung auf die Geschlechtsverteilung zu haben. Technisch bedingt stößt die arthroskopische Therapie bei ausgeprägten globalen Pincer-Deformitäten oder Pfannenretroversionen an ihre Grenzen. Auch wurde zu Beginn der arthroskopischen FAI-Therapie ein reines Pincer-FAI mit einem intakten Labrum eher offen operiert und als Kontraindikation für ein arthroskopisches Vorgehen angesehen. Ganz et al. 2003 [35] beschrieben in ihrer Erstveröffentlichung des FAI-Konzepts ein überwiegendes Auftreten der Pincer-Deformität bei Frauen und der Cam-Deformität beim Männern. Die technisch bedingte Präferenz des Cam-FAI bei der arthroskopischen Therapie könnte somit eine Erklärung für ein in den Studien häufiges Überwiegen des männlichen Geschlechts sein.

5.1.2 Operationsalter

Die Patienten der vorliegenden Studie hatten zum Operationszeitpunkt ein durchschnittliches Alter von 38 Jahren (17 bis 68 Jahre). In der Literatur finden sich überwiegend Studien mit Patienten eines durchschnittlichen Alters zwischen 30 und 42 Jahren [3, 10, 14, 15, 36, 41, 43, 45, 59, 83, 87, 88, 92, 101].

Es finden sich jedoch auch Studien, die gezielt Altersextreme untersuchten. Tran et al. 2013 [108] schlossen gezielt Patienten unter 18 Jahren bei radiologisch offenen Wachstumsfugen ein, um den Erfolg einer Osteoplastik am Femurhals bei Heranwachsenden zu evaluieren. Studien anhand von Profisportlern wiesen eher ein Durchschnittsalter unter 30 auf [82, 90]. Um den Erfolg der arthroskopischen Therapie in höherem Alter zu untersuchen, schlossen Philippon et al. 2012 [89] Patienten mit einem Mindestalter von 50 Jahren und Mardones et al. 2010 [73] Patienten mit einem Mindestalter von 60 Jahren in ihre Studien ein.

Bei der Betrachtung der Altersverteilung in relativ großen Studienpopulationen (≥ 200 Pat.) zeigte sich eine zweigipflige Altersverteilung. Byrd und Jones 2009 [14] und Palmer et al. 2012 [87] beschrieben einen Gipfel bei 20 beziehungsweise 16,6 Jahren und einen zweiten Gipfel im Alter von 43 beziehungsweise 43,8 Jahren.

Unter Sichtung der vorhandenen Literatur befindet sich die Altersverteilung der vorliegenden Studie im Einklang mit ähnlich konzipierten Studien. Studien, die mit ihrem Durchschnittsalter unter 30 oder über 42 Jahren lagen, wiesen häufig spezifische Einschlusskriterien hinsichtlich des Alters auf oder beschränkten sich auf bestimmte Patientengruppen (z. B. Profisportler). In größeren Studienpopulationen wurde eine zweigipflige Altersverteilung gefunden.

5.2 Ergebnisse

5.2.1 Subjektiv-funktionelle Scores / Konversion zur Endoprothese

Die Daten der vorliegenden Studie zeigen ein sehr gutes Ergebnis der arthroskopischen Therapie eines femoroacetabulären Impingementsyndroms. Nach einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 91 Monaten erreichten die Patienten in den subjektiv-funktionellen Scores (mit Ausnahme des HOS Sport) im Median mehr als 90% der möglichen Punkte. Dabei zeigte sich eine deutliche Korrelation der Scorewerte aus der ersten Nachuntersuchung nach im Durchschnitt 19 Monaten mit den langfristig erhobenen Werten. Patienten mit einem guten kurzfristigen Ergebnis wiesen damit auch langfristig eher gute Ergebnisse auf.

Bei der Betrachtung dieser Ergebnisse ist es jedoch wichtig zu wissen, dass Patienten, die im Verlauf mit einer Hüftendoprothese versorgt oder erneut arthroskopiert wurden, von der Erhebung der Scores ausgeschlossen wurden. Eine hüftendoprothetische Versorgung stellt, als einen in der vorliegenden Studie erhobenen Endpunkt, das schlechteste zu erreichende Ergebnis dar. So sind die sehr guten Ergebnisse der Gruppe von Patienten mit einer erfolgreichen gelenkerhaltenden Therapie vor dem Hintergrund einer Konversionsrate zur Hüftendoprothese von rund 20% (11 von 52 Pat.) zu sehen.

Vergleichbare Studien (aufgeführt in Tabelle 15) verwendeten am häufigsten den mHHS, wobei der MdA keine Anwendung fand. Daher wird im Folgenden auf die Ergebnisse im mHHS eingegangen. In der vorliegenden Studie erhöhte sich der mHHS im Median um 27 Punkte (präoperativ: 69, postoperativ: 96, $p < 0,001$). Die in Tabelle 15 zusammengestellten Studien zeigten Steigerungen im mHHS zwischen 11 und 26 Punkten und postoperative Werte zwischen 83 und 91 Punkten. Im Vergleich dazu fanden sich in unserer Studie relativ hohe Steigerungen und hohe postoperative Werte des mHHS.

Es finden sich nur wenige vergleichbare Studien mit längeren Nachuntersuchungszeiten. Polesello et al. [92] veröffentlichten 2014 eine Studie mit 24 Patienten und einer Nachuntersuchungszeit von mindestens 60 Monaten und durchschnittlich 73 Monaten. Der mHHS stieg um 28 Punkte (präoperativ: 63, postoperativ: 91, $p < 0,001$). Dabei wurden jedoch fünf Patienten, die in der Arthroskopie eine generalisierte Arthrose aufwiesen ausgeschlossen und ein Patient erhielt eine Hüftendoprothese im Verlauf. Durch die angewendeten

Ausschlusskriterien ist die angegebene Konversionsrate zur Hüftendoprothese höchstwahrscheinlich mit ca. 4% (1/24 Pat.) zu gering beziffert. Hätten alle Patienten, die aufgrund einer fortgeschrittenen Hüftarthrose ausgeschlossen wurden, eine Hüftendoprothese erhalten, könnte sich eine Konversionsrate von bis zu 20% (6/29 Pat.) ergeben. Nach dieser Annahme würde sich also eine ähnliche Konversionsrate zur Hüftendoprothese wie in unserer Studie ergeben.

Hufeland et al. (2016) [44] zeigten unter 44 Patienten nach einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 66 Monaten eine Steigerung im mHHS um durchschnittlich 19 Punkte (präoperativ: 67, postoperativ: 86, $p < 0,001$). Die Konversionsrate zur Hüftendoprothese belief sich auf 10 % (5/50 Pat.).

Im Jahre 2014 publizierten Nielsen et al. [83] Ergebnisse mit einer Nachuntersuchungszeit von durchschnittlich 40 Monaten. Dabei steigerte sich der mHHS um durchschnittlich 11 Punkte (präoperativ: 72, postoperativ: 83, $p < 0,001$) und es ergab sich eine Konversionsrate von 4,3% (5/117 Pat.). Im Gegensatz zu uns führten Nielsen et al. in 77% der Fälle eine Labrumnaht durch. Eine Refixierung des Labrums führte in einer Studie von Larson und Giveans (2009) [60] zu einem besseren Ergebnis als ein alleiniges Debridement. Obwohl bei unseren Patienten nur Debridements von geschädigten Labren durchgeführt wurden, da sich die arthroskopische Technik der Labrumnaht zu diesem Zeitpunkt noch nicht in der Anwendung befand, spiegelte sich dies im direkten Vergleich mit unserem Ergebnis nicht wider.

Byrd und Jones [15] veröffentlichten 2011 eine Studie mit den Ergebnissen ihrer 100 ersten Hüftarthroskopien mit der Indikation eines FAI. Nach einer minimalen Nachuntersuchungszeit von 2 Jahren betrug die mediane Steigerung des mHHS 22 Punkte (präoperativ: 65, postoperativ: 87, $p < 0,001$). Die dieser Studie zu Grunde liegende Population wurde in der Anfangsphase der arthroskopischen FAI-Therapie operiert. Damit ist hinsichtlich der Einschlusskriterien und dem angewandten Verfahren die größte Schnittmenge mit unserer Studie gegeben. Auch Byrd und Jones führten zu dieser Zeit noch keine Labrumrefixationen durch und die Therapie eines degenerierten Labrums beschränkte sich auf ein Debridement.

Autor, Jahr	n	m/w	A	F/U	Ergebnisse: präop/postop	TEP- Rate	Tönnis präop 0/1/2/3	FAI-Typ	LR
Vorliegende Studie	47	28/19	38	91	mHHS 69/96 MdA 15/17 HOS ADL (64)*/97 HOS Sport (33)*/86 WOMAC (70)*/98 NAHS (59)*/95	11/52	5/35/4/0	C, K, P	
Hufeland et al. 2016 [44]	44	24/20	34	66	mHHS 67/86	5/50		C, K	
Nielsen et al. 2014 [83]	117	48/69	37	40	mHHS 72/83 HOS 71/83	5/117		C, K	X
Polesello et al. 2014 [92]	24	21/3	35	73	mHHS 63/91	1/24			X
Palmer et al. 2012 [87]	201	99/102	40	46	NAHS 56/78	13/201	174/25/1/0	C, K	
Byrd und Jones 2011 [15]	100	67/33	34	24	mHHS 65/87	0/100		C, K, P	
Gedouin et al. 2010 [36]	110	78/32	31	10	WOMAC 60/83	5/110	75/36/0/0	C, K, P	X
Haviv et al. 2010 [41]	166	132/34	37	22	mHHS 71/86 NAHS 70/85	2/166		C	
Horisberger et al. 2010 [42]	88	60/28	41	28	NAHS 57/85	9/88	1/76/28/0	C, K	
Brunner et al. 2009 [10]	53	41/12	42	29	NAHS 54/86	0/53	8/32/13/0	C, K	
Byrd und Jones 2009 [14]	200	138/62	33	16	mHHS 67/87	1/100		C, K	
Philippon et al. 2009 [88]	112	50/62	41	28	mHHS 58/84 HOS ADL 70/88 HOS Sport 43/69 NAHS 66/81	10/112		C, K, P	X
Bardakos et al. 2008 [3] ^o	24	14/10	33	12	mHHS 65/91	0/24	0-1	C	
Ilizaliturri et al. 2008 [45]	19	11/8	34	24	WOMAC 82/89	1/19		C	
Larson und Giveans 2008 [59]	96	54/42	35	10	mHHS 61/83	3/96	71/17/12/0	C, K, P	X
Stähelin et al. 2008 [101]	22	15/7	42	6	NAHS 50/74	0/22	14/5/3/0	C	X

Tabelle 15: Studien zum Ergebnis der arthroskopischen Therapie eines femoroacetabulären Impingements

Ein-/Ausschlusskriterien: äquivalente Fragestellung zur vorliegenden Studie; Durchschnittsalter zwischen 30 und 45 Jahren; mindestens ein, in der vorliegenden Studie genutzter, subjektiv-funktionaler Score; keine Studien anhand von Profisportlern

Abkürzungen: n = Anzahl der Patienten; m/w = männlich/weiblich; A = Alter; F/U = durchschnittliche Nachuntersuchungszeit in Monaten; TEP-Rate = Anteil der Patienten, die nach Arthroskopie mit einer Totalendoprothese versorgt wurden; Tönnis präop = präoperativer Arthrosegrad nach Tönnis; C = Cam-FAI; K = Kombiniertes-FAI; P = Pincer-FAI; LR = Labrumreparatur(-naht) durchgeführt, bei entsprechender Indikation.

* HOS, WOMAC und NAHS wurden präoperativ bei nur 9-10 Pat. erhoben und sind daher nur eingeschränkt repräsentativ.

^o Die Werte des mHHS wurden mit 1,1 multipliziert, um Vergleichbarkeit zu ermöglichen.

Die weiteren im Rahmen dieser Studie erhobenen Scorewerte lassen sich nur mit Einschränkungen mit anderen Studienergebnissen vergleichen. Die präoperativen Werte in HOS, WOMAC Index und NAHS wurden nur bei 9-10 Patienten erhoben. Daher sind sie nur eingeschränkt repräsentativ. Die postoperativ erhobenen Werte lassen sich jedoch uneingeschränkt mit anderen Studien vergleichen. In der vorliegenden Studie erreichten die Patienten postoperativ im Median im HOS ADL 97 (IQR 22), im HOS Sport 86 (IQR 46), im WOMAC Index 98 (IQR 17) und im NAHS 95 (IQR 19) Punkte.

Philippon et al. (2009) [88] untersuchten die Ergebnisse von 112 Patienten. Unter anderem erhoben sie hierzu den HOS. Zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung nach durchschnittlich 28 Monaten ergab sich ein HOS ADL mit 88 Punkten und ein HOS Sport mit 69 Punkten. Die Konversionsrate zur Hüftendoprothese betrug rund 9% (10/112 Pat.). Es zeigte sich damit eine größere Einschränkung der Patientenaktivität im sportlichen Bereich als bei alltäglichen Aktivitäten. Dies konnten die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigen, jedoch waren die Werte insgesamt höher.

Der WOMAC Index wurde 2010 von Gedouin et al. [36] genutzt, um die Ergebnisse von 110 Patienten nach einer mittleren Nachuntersuchungszeit von 10 Monaten zu beschreiben. Postoperativ wurde ein Wert im WOMAC Index von 83 ($\pm 16,4$) Punkten erreicht. Es fand sich eine Konversionsrate zur Hüftendoprothese von 4,5% (5/110 Pat.).

Der NAHS wurde in den zusammengestellten Vergleichsstudien (siehe Tabelle 15) am zweithäufigsten genutzt. Palmer et al. [87] veröffentlichten 2012 ihre Ergebnisse von 201 Patienten mit einer relativ langen mittleren Nachuntersuchungszeit von 46 Monaten. Der durchschnittliche postoperative NAHS betrug 78,2 ($\pm 15,8$). Dabei erhielten 6,5% (13/201 Pat.) der Patienten innerhalb des Nachuntersuchungszeitraums eine Hüftendoprothese.

Insgesamt ergeben sich aus den vorliegenden Daten dieser Studie verglichen mit ähnlichen Studien über alle subjektiv-funktionellen Scores hinweg besonders gute Werte. Jedoch erhielten rund 20 % der Patienten bis zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung eine Hüftendoprothese, was im Vergleich zu anderen Studien einen relativ hohen Anteil darstellt. Eine mögliche Erklärung dafür könnte die im Vergleich zu anderen Studien relativ lange Nachuntersuchungszeit dieser Studie sein. Die Daten aus der Befragung der „Prothesenpatienten“ bestätigten diese Annahme. In der vorliegenden Studie erhielten die

Patienten nach 13 bis 71 Monaten und im Median nach 37 Monaten (IQR 43) ihre Hüftendoprothese. Damit wurde die Hälfte der Patienten später als 37 Monate postoperativ mit einer Hüftendoprothese versorgt. Da nur wenige Studien über einen darüberhinausgehenden Nachuntersuchungszeitraum verfügen, könnten ihre Populationen einen weitaus größeren Anteil an Patienten mit schlechten Ergebnissen beinhalten, die im weiteren Verlauf auf eine hüftendoprothetische Versorgung angewiesen waren. Dies würde einerseits die im Vergleich dazu guten Ergebnisse der vorliegenden Studie erklären, andererseits aber auch die hohe Konversionsrate zur Hüftendoprothese. Langfristig scheint es also zu einer Selektion von Patienten mit einer erfolgreichen gelenkerhaltenden Therapie mit besonders guten Ergebnissen, gegenüber Patienten mit eher schlechteren Ergebnissen und anschließender hüftendoprothetischer Versorgung zu kommen.

Unter den in der vorliegenden Studie untersuchten prä- und intraoperativen Einflussfaktoren der langfristigen subjektiv-funktionellen Scorewerte wirkte sich das Alter tendenziell negativ aus ($r = -0,375$). Patienten mit erstgradigen Arthrosezeichen n. Tönnis im präoperativen Röntgenbild wiesen durchschnittlich 12,5 Punkte weniger im HOS ADL auf (-12,5 | 95%-KI: -21,2/-4,6) als Patienten ohne Arthrosezeichen. Patienten mit drittgradigen Knorpelschäden der Gelenkpfanne hatten einen im Durchschnitt 13,9 Punkte geringeren Wert im HOS ADL (-13,9 | 95%-KI: -29,239/-1,076) als Patienten mit unauffälligen Knorpelverhältnissen im Bereich der Gelenkpfanne. Das Geschlecht und die präoperative Innenrotation im Hüftgelenk wiesen keinen signifikanten Zusammenhang mit den postoperativen Scorewerten auf. Auch zeigte sich ein Zusammenhang von zweitgradigen Knorpelschäden des Femurkopfes mit besseren Scorewerten. Jedoch gestaltete sich diesbezüglich die Datengrundlage innerhalb dieser Studie nicht ausreichend valide und es ließ sich in bisher veröffentlichter Literatur nicht bestätigen. In der Gruppe der hüftendoprothetisch versorgten Patienten verglichen mit der Patientengruppe ohne Hüftendoprothese fanden sich ein signifikant höheres Alter (im Median 8 Jahre), häufiger Knorpelschäden am Femurkopf (60% gegenüber 30%) und ein höherer Anteil von Patienten mit Arthrosezeichen zweiten Grades im präoperativen Röntgenbild (25% gegenüber 6%).

In der bisher veröffentlichten Literatur standen vor allem die folgenden Einflussfaktoren des Operationsergebnisses im Fokus der Forschung: Operationsalter, präoperative

Arthrosezeichen im Röntgenbild (Arthrosegrad n. Tönnis, Gelenkspaltweite < 2 mm) und intraoperativer Knorpelstatus.

Nielsen et al. (2014) [83] stellten bei Patienten mit einem Operationsalter > 40 Jahren signifikant schlechtere Ergebnisse fest. Patienten mit Knorpelschäden > 2. Grades (nach der International Cartilage Repair Society) konnten dabei jedoch nicht mit einem schlechteren Ergebnis in Zusammenhang gebracht werden.

Gedouin et al. (2010) [36] verglichen die Ergebnisse von Patienten ohne Arthrosezeichen mit denen von Patienten mit Arthrosezeichen 1. Grades (n. Tönnis) im präoperativen Röntgenbild. Im Durchschnitt erreichten Patienten ohne Arthrosezeichen einen um 13,8 Punkte höheren Wert im WOMAC Index.

Skendzel et al. (2014) [99] zeigten, dass ein Gelenkspalt ≤ 2 mm zu einem schlechteren Ergebnis in den subjektiv-funktionellen Scores (HOS ADL, ≤ 2 mm: 62,3 / > 2 mm: 81,7) sowie einer häufigeren und früheren hüftendoprothetischen Versorgung führte (Konversionsrate zur Endoprothese, ≤ 2 mm: 86% / > 2 mm: 16%; Zeit bis zur endoprothetischen Versorgung, ≤ 2 mm: 40 Monate / > 2 mm: 88 Monate). Setzt man einen Gelenkspalt ≤ 2 mm im präoperativen Röntgenbild mit höhergradigen Arthrosezeichen gleich, bestätigt diese Studie, die in vorliegenden Studie gefundene Tendenz zu geringeren Scorewerten bei Patienten mit Arthrosezeichen 2. Grades n. Tönnis. Wahrscheinlich stellte sich der Zusammenhang in der vorliegenden Studie aufgrund der geringen Anzahl von Patienten als statistisch nicht signifikant heraus. Auch der in unserem Patientengut in der Gruppe der hüftendoprothetisch versorgten Patienten gefundene höhere Anteil von Patienten mit zweitgradigen Arthrosezeichen n. Tönnis legt ein schlechteres Ergebnis in Zusammenhang mit höhergradigen Arthrosezeichen nahe.

In einer Studie von Haviv et al. (2010) [41] wiesen Patienten mit zunehmendem Alter höhergradige Knorpelschäden auf und hatten geringere prä- und postoperative subjektiv-funktionelle Scorewerte. In einer von Haviv et al. entwickelten Klassifikation acetabulärer Knorpelschäden wiesen Patienten mit Knorpelschäden 3. Grades ein im Durchschnitt 11 Jahre höheres Alter als Patienten mit Knorpelschäden 1. Grades auf.

Unter Rücksichtnahme auf die vorhandene Literatur bestätigten sich somit unsere Analysen, dass das Operationsalter, die konventionell-radiologischen Arthrosezeichen und der

intraoperative Knorpelstatus wichtige Faktoren für die Indikationsstellung und die Prognose einer arthroskopischen Therapie des FAI sind. Das Alter darf dabei jedoch nicht überbewertet werden. Der Zusammenhang könnte auch durch die höhere Wahrscheinlichkeit für das Auftreten fortgeschrittener Gelenkschäden mit steigendem Alter entstehen, sodass das Alter nur ein indirekter Indikator für ein schlechteres Endergebnis sein könnte. Abgesehen davon zeigten Philippon et al. [89] im Jahre 2012 unter 153 Patienten mit einem Mindestalter von 50 Jahren signifikante Steigerungen im mHHS um 26 Punkte, im HOS ADL um 21 Punkte und im HOS Sport um 30 Punkte. 20% der Patienten erhielten im Verlauf eine Hüftendoprothese. Auch Mardones et al. [73] beobachteten 2010 unter 15 Patienten mit einem Mindestalter von 60 Jahren ähnliche Ergebnisse. So ist bei älteren Patienten zwar möglicherweise ein schlechteres Endergebnis zu erwarten, jedoch sind in Relation zum präoperativen Status ähnliche Scoresteigerungen wie in jüngeren Kollektiven zu erwarten.

5.2.2 Klinisch-radiologische Untersuchung

In der vorliegenden Studie wurden in einer Untergruppe von 17 Patienten / 18 Hüften verschiedene klinische und radiologische Parameter erhoben. Im Folgenden wird hinsichtlich der Beweglichkeit nur auf das Ausmaß der Hüftinnenrotation und -flexion eingegangen, da in der Literatur häufig nur hierzu Angaben gemacht werden und die Natur des FAI Einschränkungen vor allem in diesen Bewegungsrichtungen erwarten lässt.

In der Betrachtung der prä- und postoperativen Beweglichkeit des operierten Hüftgelenks zeigte sich unter den klinisch untersuchten Patienten eine progrediente Zunahme der medianen Innenrotation im Verlauf (präop → 1. postop → 2. postop: 8° → 13° → 20°). Die mediane Flexion nahm kurzfristig postoperativ leicht zu und fiel langfristig unter den präoperativen Ausgangswert (113° → 120° → 100°). Dabei nahm die Häufigkeit eines positiven Ergebnisses des vorderen Impingementtests kurzfristig postoperativ ab und blieb langfristig ungefähr gleich (93% → 46% → 44%).

Horisberger et al. [42] beschrieben 2010 in einer Studienpopulation von 88 Patienten nach einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 28 Monaten eine nach der Operation im Durchschnitt höhere Innenrotation: 4.9° (-30°-30°) präoperativ gegenüber 22.9° (-5°-50°) postoperativ. Die Flexion erhöhte sich von durchschnittlich 110° (60°-150°) auf 123° (70°-

150°). Der vordere Impingementtest war präoperativ in 94% und postoperativ in 18% der Fälle positiv.

Brunner et al. (2009) [10] erfassten die prä- und postoperative Beweglichkeit von 53 Patienten mit einer Nachuntersuchungszeit von durchschnittlich 29 Monaten. Die Innenrotation erhöhte sich von 6° (-20°- 45°) auf 19° (-5°- 45°). Die Flexion verbesserte sich von 107° (60°- 130°) auf 122° (70°- 145°). Präoperativ hatten 100% einen positiven vorderen Impingementtest und postoperativ 15%.

Larson und Giveans (2008) [59] beobachteten nach einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 10 Monaten eine prä- und postoperative Häufigkeit eines positiven vorderen Impingementtests von 100% gegenüber 14%. Dabei werteten sie auch nur leicht positive Tests als negatives Testergebnis.

Es bleibt also festzuhalten, dass unter Zusammenschau der bisher veröffentlichten Literatur und der Ergebnisse der vorliegenden Studie die Beweglichkeit durch eine arthroskopische Behandlung der FAI-Deformitäten verbessert wird. Es scheint kurz- und langfristig zu deutlichen Verbesserungen der Innenrotation zu kommen. Die Flexion scheint sich kurzfristig zu verbessern, jedoch suggerieren unsere Daten eine langfristig abnehmende Flexion. Dies konnte in der Literatur aufgrund fehlender Studien mit einer Dokumentation der Beweglichkeit und ähnlich langen Nachuntersuchungszeiten nicht bestätigt werden. Der postoperative Anteil der Patienten mit einem positiven Impingementtest zeigte sich in unserer Studie im Vergleich zu anderen Studien eher hoch. Dabei muss beachtet werden, dass in anderen Studien zum Teil ein nur mild positiver Test als negativ gewertet wurde. Im Rahmen unserer Studie wurde der Test bei Provokation der beklagten Schmerzen als positiv gewertet; unabhängig vom Ausmaß der ausgelösten Schmerzen. Unter diesen strengen Kriterien ließe sich der höhere Anteil von positiven Testergebnissen erklären.

Die konventionell-radiologisch bestimmten Parameter waren in unserer Studie der Arthrosegrad nach Tönnis und der Alpha-Winkel nach Nötzli. Der präoperativ erhobene Arthrosegrad (Arthrosegrad n. Tönnis 0/1/2: 17%/83%/0%) war postoperativ nach durchschnittlichen 7,8 Jahren zunehmend (0%/88%/12%). Arthrosezeichen dritten Grades wurden in unserer Studie, sowie in den meisten anderen Studien als Kontraindikation für den

Versuch einer gelenkerhaltenden Therapie angesehen. Auch in der langfristigen Nachuntersuchung fanden sich keine Patienten mit drittgradigen Arthrosezeichen.

Leider finden sich zur längerfristigen Entwicklung des Arthrosegrades kaum vergleichbare Studien. Mit einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 3,8 Jahren zeigten Palmer et al. (2012) [87] eine allenfalls minimale Verschiebung des Arthrosegrades (87%/12,5/0,5% → 86,5%/12,5%/1%).

Der präoperativ erhobene Arthrosegrad n. Tönnis wurde in mehreren Studien dokumentiert. So beschrieben Horisberger et al. (2010) [42] in ihrem Studienkollektiv einen ähnlich hohen Anteil von Patienten mit Arthrosezeichen ersten Grades wie in unserer Studie, jedoch mit einem verschwindend geringen Anteil von Patienten ohne Arthrosezeichen (1%/72%/27%). In einer Studie von Larson und Giveans (2008) [59] überwog der Anteil der Patienten ohne präoperative radiologische Arthrosezeichen (71%/17%/12%). So finden sich in der Literatur einerseits Studien in denen Patienten ohne Arthrosezeichen den größten Anteil bilden [36, 59, 87, 101] und andererseits Studien in denen Patienten mit erstgradigen Arthrosezeichen überwiegen [10, 42].

5.2.3 Impingementtest und subjektiv-funktionelles Ergebnis

Im Rahmen dieser Studie wurde die Assoziation des vorderen Impingementtests mit dem HOS ADL, stellvertretend für das subjektiv-funktionelle Ergebnis, überprüft. Patienten mit einem negativen Test während der ersten Nachuntersuchung hatten zum gleichen Zeitpunkt im HOS ADL durchschnittlich rund 17 (95%-KI: 6,3/29,7) Punkte mehr, als Patienten mit einem positiven Test. In Rahmen der zweiten Nachuntersuchung waren es sogar durchschnittlich rund 24 (95%-KI: 8,3/40,4) Punkte mehr.

Eine ähnliche Analyse konnte nach eingehender Literaturrecherche nicht gefunden werden, jedoch nutzten einige Studien das Ergebnis des vorderen Impingementtests in der Beschreibung ihrer Ergebnisse [10, 42, 45, 59, 101] (Beispiele in Kapitel 5.2.2).

Nach allgemeiner Vorstellung führt der vordere Impingementtest bei vorhandener FAI-Deformität zu einem mechanischen Konflikt der Gelenkpartner, reizt geschädigte Strukturen und provoziert Schmerzen [11]. Fällt der Test postoperativ negativ aus, könnte dies ein Hinweis auf eine ausreichende Korrektur der Deformität sein. Dies können die gewonnenen Daten nur suggerieren, jedoch unterstützen sie den postoperativen Einsatz des vorderen

Impingementtests zur Evaluation des Operationserfolges. Da der Impingementtest jedoch als nicht besonders spezifisch gilt [12, 38, 56, 106], ist zu bedenken, dass auch andere Hüftpathologien einen positiven Test bewirken könnten und gleichzeitig zu einer Minderung der subjektiv-funktionellen Scores führen könnten.

5.3 Limitationen

- Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine prospektive Fallserie. Eine nicht-operativ behandelte Kontrollgruppe fehlt. Daher kann kein direkter Vergleich mit einer konservativen Therapieform hergestellt werden.
- Die Fallzahl der per Fragebogen untersuchten Patienten (n = 36) ist ausreichend groß um das Operationsergebnis zu bewerten. Für die Untersuchung der Einflussfaktoren des Ergebnisses wäre jedoch eine höhere Fallzahl vorteilhaft gewesen. So zeigten sich zum Teil Tendenzen in den Daten, die sich aber als statistisch nicht signifikant herausstellten.
- Für die prospektive Analyse des Operationsergebnisses wurden der mHHS und der Mda genutzt. Diese wurden ursprünglich zur Bewertung der Beschwerden und Funktionseinschränkungen von Patienten mit arthrotisch veränderten Hüftgelenken entwickelt. Die spezifischen Beschwerden von FAI-Patienten werden damit nur eingeschränkt erfasst, da diese oft keine oder nur geringe arthrotische Veränderungen des Gelenks aufweisen. Andererseits wurde der mHHS in den meisten vergleichbaren Studien genutzt, womit eine gute Vergleichbarkeit gegeben ist.
- Die Gruppe der klinisch-radiologisch untersuchten Patienten ist relativ klein (17 Pat. / 18 Hüften). Daher ist die Repräsentativität der erhobenen Parameter hinsichtlich der Gesamtzahl der Patienten eingeschränkt.

5.4 Schlussfolgerung

- 1) Die langfristigen Ergebnisse der arthroskopischen Therapie des FAI sind gut. Patienten, die innerhalb der Nachuntersuchungszeit von durchschnittlich 7,6 Jahren nicht mit einer Hüftendoprothese versorgt wurden, wiesen exzellente subjektiv-funktionelle Ergebnisse auf. Dennoch sind diese guten Ergebnisse vor dem Hintergrund zu sehen, dass 20% der Patienten im Verlauf eine Hüftendoprothese erhielten.
 - a) Patienten mit kurzfristig guten Ergebnissen weisen auch langfristig eher gute Ergebnisse auf.
 - b) Als Prädiktoren für ein schlechteres Ergebnis, sowie für eine hüftendoprothetische Versorgung im Verlauf, finden sich ein höheres Alter, Zeichen einer beginnenden Arthrose im präoperativen Röntgenbild und höhergradige Knorpelschäden.
- 2) Im Verlauf endoprothetisch versorgte Patienten weisen tendenziell ein höheres Alter, einen höheren Arthrosegrad im Röntgenbild und häufiger Knorpelschäden der femoralen Gelenkfläche auf als Patienten mit einer erfolgreichen gelenkerhaltenden Therapie.
- 3) Die Beweglichkeit, vor allem die Innenrotation, im operierten Hüftgelenk wird verbessert und die Häufigkeit eines positiven Impingementtests und Apprehensionstests nimmt postoperativ stark ab. Radiologische Arthrosezeichen nehmen in wenigen Fällen trotz erfolgreicher gelenkerhaltender Therapie zu.
- 4) Ein postoperativ negativer vorderer Impingementtest geht mit signifikant besseren subjektiv-funktionellen Ergebnissen einher und könnte daher im Rahmen einer postoperativen Nachuntersuchung als klinischer Indikator für ein gutes Ergebnis dienen.

6 Literaturverzeichnis

1. Agricola R, Heijboer MP, Ginai AZ et al (2014) A Cam Deformity Is Gradually Acquired During Skeletal Maturation in Adolescent and Young Male Soccer Players: A Prospective Study With Minimum 2-Year Follow-up. *Am J Sports Med* 42:798–806. doi: 10.1177/0363546514524364
2. Agricola R, Waarsing JH, Thomas GE et al (2014) Cam impingement: defining the presence of a cam deformity by the alpha angle. *Osteoarthr Cartil* 22:218–225. doi: 10.1016/j.joca.2013.11.007
3. Bardakos N, Vasconcelos JC, Villar RN (2008) Early outcome of hip arthroscopy for femoroacetabular impingement: THE ROLE OF FEMORAL OSTEOPLASTY IN SYMPTOMATIC IMPROVEMENT. *J Bone Jt Surg - Br Vol* 90–B:1570–1575. doi: 10.1302/0301-620X.90B12.21012
4. Beulé PE, Zaragoza E, Motamedi K et al (2005) Three-dimensional computed tomography of the hip in the assessment of femoroacetabular impingement. *J Orthop Res* 23:1286–1292. doi: 10.1016/j.orthres.2005.03.011
5. Beck M, Kalhor M, Leunig M, Ganz R (2005) Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: FEMOROACETABULAR IMPINGEMENT AS A CAUSE OF EARLY OSTEOARTHRITIS OF THE HIP. *J Bone Jt Surg - Br Vol* 87–B:1012–1018. doi: 10.1302/0301-620X.87B7.15203
6. Beck M, Leunig M, Parvizi J et al (2004) Anterior femoroacetabular impingement: part II. Midterm results of surgical treatment. *Clin Orthop Relat Res* 418:67–73. doi: 10.1097/00003086-200401000-00012
7. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH et al (1988) Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol* 15:1833–40.
8. Bozic KJ, Chan V, Valone FH et al (2013) Trends in Hip Arthroscopy Utilization in the United States. *J Arthroplasty* 28:140–143. doi: 10.1016/j.arth.2013.02.039
9. de Bruin F, Reijnierse M, Farhang-Razi V, Bloem JL (2013) Radiographic signs associated with femoroacetabular impingement occur with high prevalence at all ages in a hospital population. *Eur Radiol* 23:3131–3139. doi: 10.1007/s00330-013-2912-0
10. Brunner A, Horisberger M, Herzog RF (2009) Sports and Recreation Activity of Patients With Femoroacetabular Impingement Before and After Arthroscopic Osteoplasty. *Am J Sports Med* 37:917–922. doi: 10.1177/0363546508330144
11. Buckup K (2009) Femoro-azetabulärer Impingementtest. In: *Klinische Tests an Knochen, Gelenken und Muskeln*, 4. Auflage. Thieme, Stuttgart New York
12. Byrd JWT (2014) Femoroacetabular Impingement in Athletes: Current Concepts. *Am J Sports Med* 42:737–751. doi: 10.1177/0363546513499136
13. Byrd JWT, Jones KS (2000) Prospective analysis of hip arthroscopy with 2-year follow-

- up. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 16:578–587. doi: 10.1053/jars.2000.7683
14. Byrd JWT, Jones KS (2009) Arthroscopic Femoroplasty in the Management of Cam-type Femoroacetabular Impingement. *Clin Orthop Relat Res* 467:739–746. doi: 10.1007/s11999-008-0659-8
 15. Byrd JWT, Jones KS (2011) Arthroscopic Management of Femoroacetabular Impingement: Minimum 2-Year Follow-up. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 27:1379–1388. doi: 10.1016/j.arthro.2011.05.018
 16. Byrd JWT, Potts EA, Allison RK, Jones KS (2014) Ultrasound-Guided Hip Injections: A Comparative Study With Fluoroscopy-Guided Injections. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 30:42–46. doi: 10.1016/j.arthro.2013.09.083
 17. Castañeda P, Ponce C, Villareal G, Vidal C (2013) The Natural History of Osteoarthritis After a Slipped Capital Femoral Epiphysis/The Pistol Grip Deformity. *J Pediatr Orthop* 33:76–82. doi: 10.1097/BPO.0b013e318277174c
 18. Chakraverty JK, Sullivan C, Gan C et al (2013) Cam and Pincer Femoroacetabular Impingement: CT Findings of Features Resembling Femoroacetabular Impingement in a Young Population Without Symptoms. *Am J Roentgenol* 200:389–395. doi: 10.2214/AJR.12.8546
 19. Christensen CP, Althausen PL, Mittleman MA et al (2003) The nonarthritic hip score: reliable and validated. *Clin Orthop Relat Res* 406:75–83. doi: 10.1097/01.blo.0000043047.84315.4b
 20. Clohisy JC, Knaus ER, Hunt DM et al (2009) Clinical Presentation of Patients with Symptomatic Anterior Hip Impingement. *Clin Orthop Relat Res* 467:638–644. doi: 10.1007/s11999-008-0680-y
 21. Clohisy JC, Nunley RM, Otto RJ, Schoenecker PL (2007) The frog-leg lateral radiograph accurately visualized hip cam impingement abnormalities. *Clin Orthop Relat Res* 462:115–121. doi: 10.1097/BLO.0b013e3180f60b53
 22. Clohisy JC, St John LC, Schutz AL (2010) Surgical Treatment of Femoroacetabular Impingement: A Systematic Review of the Literature. *Clin Orthop Relat Res* 468:555–564. doi: 10.1007/s11999-009-1138-6
 23. Diamond LE, Dobson FL, Bennell KL et al (2015) Physical impairments and activity limitations in people with femoroacetabular impingement: a systematic review. *Br J Sports Med* 49:230–242. doi: 10.1136/bjsports-2013-093340
 24. Dienst M (2010) *Lehrbuch und Atlas Hüftarthroskopie*. Urban & Fischer Verlag/Elsevier, München
 25. Dienst M (2014) Femoroacetabuläres Impingement und Hüftdysplasie. *Arthroskopie* 27:125–135. doi: 10.1007/s00142-013-0782-8
 26. Dienst M, Kohn D (2009) Arthroskopische Behandlung des femoroacetabulären Impingements: Technik und Ergebnisse. *Orthopade* 38:429–443. doi: 10.1007/s00132-008-1388-0

27. Dienst M, Kusma M, Kohn D (2009) Femoroacetabuläres Impingement. *Arthroskopie* 22:312–321. doi: 10.1007/s00142-009-0524-0
28. Dienst M, Kusma M, Steimer O et al (2010) Arthroskopische Behandlung des femoroacetabulären Cam-Impingements der Hüfte. *Oper Orthop Traumatol* 22:29–43. doi: 10.1007/s00064-010-3003-5
29. Dunlop CCR, Jones CW, Maffulli N (2005) Protrusio acetabuli. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 62:105–114.
30. Ezoë M, Naito M, Inoue T (2006) The Prevalence of Acetabular Retroversion Among Various Disorders of the Hip. *J Bone Jt Surg* 88–A:372–379. doi: 10.2106/JBJS.D.02385
31. Fraitzl CR, Käfer W, Nelitz M, Reichel H (2007) Radiological evidence of femoroacetabular impingement in mild slipped capital femoral epiphysis: a mean follow-up of 14.4 years after pinning in situ. *J Bone Joint Surg Br* 89–B:1592–1596. doi: 10.1302/0301-620X.89B12
32. Frank JM, Harris JD, Erickson BJ et al (2015) Prevalence of Femoroacetabular Impingement Imaging Findings in Asymptomatic Volunteers: A Systematic Review. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 31:1199–1204. doi: 10.1016/j.arthro.2014.11.042
33. Fujii M, Nakashima Y, Yamamoto T et al (2010) Acetabular Retroversion in Developmental Dysplasia of the Hip. *J Bone Jt Surg* 92:895–903. doi: 10.2106/JBJS.I.00046
34. Ganz R, Gill TJ, Gautier E et al (2001) Surgical dislocation of the adult hip: a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *J Bone Jt Surg* 83–B:1119–1124. doi: 10.1302/0301-620X.83B8.11964
35. Ganz R, Parvizi J, Beck M et al (2003) Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 417:112–120. doi: 10.1097/01.blo.0000096804.78689.c2
36. Gedouin JE, May O, Bonin N et al (2010) Assessment of arthroscopic management of femoroacetabular impingement. A prospective multicenter study. *Orthop Traumatol Surg Res* 96S:59–67. doi: 10.1016/j.otsr.2010.08.002
37. Goodman DA, Feighan JE, Smith AD et al (1997) Subclinical slipped capital femoral epiphysis. Relationship to osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 79–A:1489–97.
38. Hananouchi T, Yasui Y, Yamamoto K et al (2012) Anterior impingement test for labral lesions has high positive predictive value. *Clin Orthop Relat Res* 470:3524–3529. doi: 10.1007/s11999-012-2450-0
39. Harris MD, Kapron AL, Peters CL, Anderson AE (2014) Correlations between the alpha angle and femoral head asphericity: Implications and recommendations for the diagnosis of cam femoroacetabular impingement. *Eur J Radiol* 83:788–796. doi: 10.1016/j.ejrad.2014.02.005
40. Harris WH (1986) Etiology of Osteoarthritis of the Hip. *Clin Orthop Relat Res* 213:20–33.

41. Haviv B, Singh PJ, Takla A, O'Donnell J (2010) Arthroscopic femoral osteochondroplasty for cam lesions with isolated acetabular chondral damage. *J Bone Joint Surg Br* 92–B:629–633. doi: 10.1302/0301-620X.92B5.23667
42. Horisberger M, Brunner A, Herzog RF (2010) Arthroscopic Treatment of Femoroacetabular Impingement of the Hip: A New Technique to Access the Joint. *Clin Orthop Relat Res* 468:182–190. doi: 10.1007/s11999-009-1005-5
43. Horisberger M, Brunner A, Herzog RF (2010) Arthroscopic Treatment of Femoral Acetabular Impingement in Patients With Preoperative Generalized Degenerative Changes. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* 26:623–629. doi: 10.1016/j.arthro.2009.09.003
44. Hufeland M, Krüger D, Haas NP et al (2016) Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement shows persistent clinical improvement in the mid-term. *Arch Orthop Trauma Surg* März:online publiziert. doi: 10.1007/s00402-016-2427-7
45. Ilizaliturri VM, Orozco-Rodriguez L, Acosta-Rodríguez E, Camacho-Galindo J (2008) Arthroscopic Treatment of Cam-Type Femoroacetabular Impingement. Preliminary Report at 2 Years Minimum Follow-Up. *J Arthroplasty* 23:226–234. doi: 10.1016/j.arth.2007.03.016
46. Jamali AA, Mladenov K, Meyer DC et al (2007) Anteroposterior pelvic radiographs to assess acetabular retroversion: High validity of the “cross-over-sign”. *J Orthop Res* 25:758–765. doi: 10.1002/jor.20380
47. Johnston TL, Schenker ML, Briggs KK, Philippon MJ (2008) Relationship Between Offset Angle Alpha and Hip Chondral Injury in Femoroacetabular Impingement. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 24:669–675. doi: 10.1016/j.arthro.2008.01.010
48. Jung KA, Restrepo C, Hellman M et al (2011) The prevalence of cam-type femoroacetabular deformity in asymptomatic adults. *Bone Joint J* 93–B:1303–1307. doi: 10.1302/0301-620X.93B10.26433
49. Kalberer F, Sierra RJ, Madan SS et al (2008) Ischial Spine Projection into the Pelvis. *Clin Orthop Relat Res* 466:677–683. doi: 10.1007/s11999-007-0058-6
50. Kamegaya M, Saisu T, Nakamura J et al (2011) Drehmann Sign and Femoro-acetabular Impingement in SCFE. *J Pediatr Orthop* 31:853–857. doi: 10.1097/BPO.0b013e31822ed320
51. Khan M, Habib A, de SA D et al (2016) Arthroscopy Up to Date: Hip Femoroacetabular Impingement. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 32:177–189. doi: 10.1016/j.arthro.2015.10.010
52. Klaue K, Durnin CW, Ganz R (1991) The acetabular rim syndrome. A clinical presentation of dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 73–B:423–429.
53. Kloen P, Leunig M, Ganz R (2002) Early lesions of the labrum and acetabular cartilage in osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br* 84–B:66–9. doi: 10.1302/0301-620X.84B1.12191

54. Kuhns BD, Frank RM, Pulido L (2015) Open and Arthroscopic Surgical Treatment of Femoroacetabular Impingement. *Front Surg* 2:1–11. doi: 10.3389/fsurg.2015.00063
55. Kusma M, Bachelier F, Schneider G, Dienst M (2006) Radiologische Untersuchung des Hüftgelenks. *Orthopade* 35:16–21. doi: 10.1007/s00132-005-0889-3
56. Kusma M, Bachelier F, Schneider G, Dienst M (2009) Femoroacetabuläres Impingement. *Orthopade* 38:402–411. doi: 10.1007/s00132-008-1384-4
57. Laborie LB, Lehmann TG, Engesæter IØ et al (2011) Prevalence of radiographic findings thought to be associated with femoroacetabular impingement in a population-based cohort of 2081 healthy young adults. *Radiology* 260:494–502. doi: 10.1148/radiol.11102354
58. Lahner M, Walter PA, von Schulze Pellengahr C et al (2014) Comparative study of the femoroacetabular impingement (FAI) prevalence in male semiprofessional and amateur soccer players. *Arch Orthop Trauma Surg* 134:1135–1141. doi: 10.1007/s00402-014-2008-6
59. Larson CM, Giveans MR (2008) Arthroscopic Management of Femoroacetabular Impingement: Early Outcomes Measures. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 24:540–546. doi: 10.1016/j.arthro.2007.11.007
60. Larson CM, Giveans MR (2009) Arthroscopic Debridement Versus Refixation of the Acetabular Labrum Associated With Femoroacetabular Impingement. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 25:369–376. doi: 10.1016/j.arthro.2008.12.014
61. Lauenstein C (1901) Nachweis der „Kocherschen Verbiegung“ des Schenkelhalses bei der Coxa vara durch Röntgenstrahlen. *Fortschr Röntgenstr* 4:61.
62. Lavigne M, Parvizi J, Beck M et al (2004) Anterior femoroacetabular impingement: part I. Techniques of joint preserving surgery. *Clin Orthop Relat Res* 418:61–66. doi: 10.1097/00003086-200401000-00011
63. Leunig M, Beaulé PE, Ganz R (2009) The Concept of Femoroacetabular Impingement: Current Status and Future Perspectives. *Clin Orthop Relat Res* 467:616–622. doi: 10.1007/s11999-008-0646-0
64. Leunig M, Beck M, Dora C, Ganz R (2006) Femoroacetabuläres Impingement als Auslöser der Koxarthrose. *Orthopade* 36:77–84. doi: 10.1007/s00132-005-0896-4
65. Leunig M, Beck M, Kalhor M et al (2005) Fibrocystic Changes at Anterosuperior Femoral Neck: Prevalence in Hips with Femoroacetabular Impingement. *Radiology* 236:237–246. doi: 10.1148/radiol.2361040140
66. Leunig M, Casillas MM, Hamlet M et al (2000) Slipped capital femoral epiphysis: early mechanical damage to the acetabular cartilage by a prominent femoral metaphysis. *Acta Orthop Scand* 71:370–5. doi: 10.1080/000164700317393367
67. Leunig M, Fraitzl CR, Ganz R (2002) Frühe Schädigung des acetabulären Knorpels bei der Epiphyseolysis capitis femoris. *Orthopade* 31:894–899. doi: 10.1007/s00132-002-0378-x

68. Leunig M, Ganz R (2005) Femoroacetabuläres Impingement. Häufige Ursache von zur Arthrose führenden Hüftbeschwerden. *Unfallchirurg* 108:9–17. doi: 10.1007/s00113-004-0902-z
69. Leunig M, Ganz R (2009) FAI – Konzept und Ätiopathogenese. *Orthopade* 38:394–401. doi: 10.1007/s00132-008-1383-5
70. Li AE, Jawetz ST, Greditzer HG et al (2015) MRI for the preoperative evaluation of femoroacetabular impingement. *Insights Imaging* published:1–12. doi: 10.1007/s13244-015-0459-0
71. MacFarlane R, Konan S, El-Huseinny M, Haddad F (2014) A review of outcomes of the surgical management of femoroacetabular impingement. *Ann R Coll Surg Engl* 96:331–338. doi: 10.1308/003588414X13946184900723
72. Mamisch TC, Werlen S, Zilkens C et al (2009) Radiologische Diagnose des femoroacetabulären Impingements. *Radiologe* 49:425–433. doi: 10.1007/s00117-009-1833-z
73. Mardones RM, Nemtala F, Tomic A (2010) Arthroscopic Treatment of Femoroacetabular Impingement in Patients over 60 Years Old: Preliminary Report of a Pilot Study. *Cartilage* 1:188–193. doi: 10.1177/1947603510364233
74. Martin HD, Kelly BT, Leunig M et al (2010) The Pattern and Technique in the Clinical Evaluation of the Adult Hip: The Common Physical Examination Tests of Hip Specialists. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 26:161–172. doi: 10.1016/j.arthro.2009.07.015
75. Martin RL (2005) Hip Arthroscopy and Outcome Assessment. *Oper Tech Orthop* 15:290–296. doi: 10.1053/j.oto.2005.06.008
76. McDonald SJ, Garbuz D, Ganz R (1997) Clinical evaluation of the symptomatic young adult hip. *Semin Arthroplasty* 8:3–9.
77. Merle d’Aubigné R, Postel M (2009) The Classic: Functional Results of Hip Arthroplasty with Acrylic Prosthesis. *Clin Orthop Relat Res* 467:7–27. doi: 10.1007/s11999-008-0572-1
78. Meyer DC, Beck M, Ellis T et al (2006) Comparison of Six Radiographic Projections to Assess Femoral Head/Neck Asphericity. *Clin Orthop Relat Res* 445:181–185. doi: 10.1097/01.blo.0000201168.72388.24
79. Montgomery SR, Ngo SS, Hobson T et al (2013) Trends and Demographics in Hip Arthroscopy in the United States. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 29:661–665. doi: 10.1016/j.arthro.2012.11.005
80. Muhamad AR, Freitas JM, Bomar JD, Hosalkar H (2012) Acetabular version on magnetic resonance imaging: analysis of two different measuring techniques. *Hip Int* 22:672–676. doi: 10.5301/HIP.2012.10435
81. Murray RO (1965) The Aetiology of Primary Osteoarthritis of the Hip. *Br J Radiol* 38:810–824. doi: 10.1259/0007-1285-38-455-810

82. Nho SJ, Magennis EM, Singh CK, Kelly BT (2011) Outcomes After the Arthroscopic Treatment of Femoroacetabular Impingement in a Mixed Group of High-Level Athletes. *Am J Sports Med* 39:145–195. doi: 10.1177/0363546511401900
83. Nielsen T, Miller L, Lund B et al (2014) Outcome of arthroscopic treatment for symptomatic femoroacetabular impingement. *BMC Musculoskelet Disord* 15:394–399. doi: 10.1186/1471-2474-15-394
84. Nötzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH et al (2002) The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br* 84–B:556–560. doi: 10.1024/0369-8394.92.11.475
85. Noyes FR, Craig L (1989) A system for grading articular lesions cartilage at arthroscopy. *Am J Sports Med* 17:505–513.
86. Ochoa LM, Dawson L, Patzkowski JC, Hsu JR (2010) Radiographic Prevalence of Femoroacetabular Impingement in a Young Population with Hip Complaints Is High. *Clin Orthop Relat Res* 468:2710–2714. doi: 10.1007/s11999-010-1233-8
87. Palmer DH, Ganesh V, Comfort T, Tatman P (2012) Midterm Outcomes in Patients With Cam Femoroacetabular Impingement Treated Arthroscopically. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 28:1671–1681. doi: 10.1016/j.arthro.2012.04.154
88. Philippon MJ, Briggs KK, Yen Y-M, Kuppersmith DA (2009) Outcomes following hip arthroscopy for femoroacetabular impingement with associated chondrolabral dysfunction: MINIMUM TWO-YEAR FOLLOW-UP. *J Bone Jt Surg - Br Vol* 91–B:16–23. doi: 10.1302/0301-620X.91B1.21329
89. Philippon MJ, Schroder e Souza BG, Briggs KK (2012) Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement in Patients Aged 50 Years or Older. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 28:59–65. doi: 10.1016/j.arthro.2011.07.004
90. Philippon MJ, Weiss DR, Kuppersmith D a et al (2010) Arthroscopic Labral Repair and Treatment of Femoroacetabular Impingement in Professional Hockey Players. *Am J Sports Med* 38:99–104. doi: 10.1177/0363546509346393
91. Pitt MJ, Graham a R, Shipman JH, Birkby W (1982) Herniation pit of the femoral neck. *AJR Am J Roentgenol* 138:1115–1121. doi: 10.2214/ajr.138.6.1115
92. Polesello GC, Lima FR, Guimaraes RP et al (2014) Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement: minimum five-year follow-up. *Hip Int* 24:381–386. doi: 10.5301/hipint.5000135
93. Reichenbach S, Jüni P, Werlen S et al (2010) Prevalence of cam-type deformity on hip magnetic resonance imaging in young males: A cross-sectional study. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 62:1319–1327. doi: 10.1002/acr.20198
94. Reynolds D, Lucas J, Klaue K (1999) Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br* 81–B:281–288. doi: 10.1302/0301-620X.81B2.8291
95. Roels P, Agricola R, Oei EH et al (2014) Mechanical factors explain development of cam-type deformity. *Osteoarthr Cartil* 22:2074–2082. doi: 10.1016/j.joca.2014.09.011

96. Siebenrock KA, Ferner F, Noble PC et al (2011) The Cam-type Deformity of the Proximal Femur Arises in Childhood in Response to Vigorous Sporting Activity. *Clin Orthop Relat Res* 469:3229–3240. doi: 10.1007/s11999-011-1945-4
97. Siebenrock KA, Kalbermatten DF, Ganz R (2003) Effect of pelvic tilt on acetabular retroversion: a study of pelvis from cadavers. *Clin Orthop Relat Res* 407:241–248. doi: 10.1097/01.blo.0000030508.43495.79
98. Siebenrock KA, Schoeniger R, Ganz R, With R (2003) Anterior femoro-acetabular impingement due to acetabular retroversion. Treatment with periacetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Am* 85–A:278–286.
99. Skendzel JG, Philippon MJ, Briggs KK, Goljan P (2014) The Effect of Joint Space on Midterm Outcomes After Arthroscopic Hip Surgery for Femoroacetabular Impingement. *Am J Sports Med* 42:1127–1133. doi: 10.1177/0363546514526357
100. Snow SW, Keret D, Scarangella S, Bowen JR (1993) Anterior impingement of the femoral head: a late phenomenon of Legg-Calvé-Perthes' disease. *J Pediatr Orthop* 13:286–289.
101. Stähelin L, Stähelin T, Jolles BM, Herzog RF (2008) Arthroscopic Offset Restoration in Femoroacetabular Cam Impingement: Accuracy and Early Clinical Outcome. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 24:51–57. doi: 10.1016/j.arthro.2007.08.010
102. Strehl A, Ganz R (2005) Ventrals femoroacetabuläres Impingement nach geheilter Schenkelhalsfraktur. *Unfallchirurg* 108:263–273. doi: 10.1007/s00113-004-0886-8
103. Tannast M, Goricki D, Beck M et al (2008) Hip Damage Occurs at the Zone of Femoroacetabular Impingement. *Clin Orthop Relat Res* 466:273–280. doi: 10.1007/s11999-007-0061-y
104. Tannast M, Hanke MS, Zheng G et al (2015) What Are the Radiographic Reference Values for Acetabular Under- and Overcoverage? *Clin Orthop Relat Res* 473:1234–1246. doi: 10.1007/s11999-014-4038-3
105. Tannast M, Siebenrock K a., Anderson SE (2007) Femoroacetabular Impingement: Radiographic Diagnosis—What the Radiologist Should Know. *Am J Roentgenol* 188:1540–1552. doi: 10.2214/AJR.06.0921
106. Tijssen M, van Cingel R, Willemsen L, de Visser E (2012) Diagnostics of Femoroacetabular Impingement and Labral Pathology of the Hip: A Systematic Review of the Accuracy and Validity of Physical Tests. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 28:860–871. doi: 10.1016/j.arthro.2011.12.004
107. Tönnis D (1984) Die angeborene Hüft dysplasie und Hüftluxation im Kindes und Erwachsenenalter. Springer Verlag, Berlin Heidelberg
108. Tran P, Pritchard M, O'Donnell J (2013) Outcome of arthroscopic treatment for cam type femoroacetabular impingement in adolescents. *ANZ J Surg* 83:382–386. doi: 10.1111/j.1445-2197.2012.06197.x
109. Wall PDH, Fernandez M, Griffin DR, Foster NE (2013) Nonoperative Treatment for Femoroacetabular Impingement: A Systematic Review of the Literature. *PM&R J Inj Funct Rehabil* 5:418–426. doi: 10.1016/j.pmrj.2013.02.005

110. Weiland DE, Philippon MJ (2005) Arthroscopic Technique of Femoroacetabular Impingement. *Oper Tech Orthop* 15:256–260. doi: 10.1053/j.oto.2005.07.002
111. Werner CML, Copeland CE, Ruckstuhl T et al (2010) Radiographic markers of acetabular retroversion: correlation of the cross-over sign, ischial spine sign and posterior wall sign. *Acta Orthop Belg* 76:166–73.
112. Wiberg G (eds) (1939) Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint., Band 58. Karolinska Institutet, Orthopedic Clinic
113. Wirth CJ, Zichner L, Tschauner C et al (2004) Femoroacetabuläres Impingement. In: Tschauner C, Aigner RM (eds) *Orthopädie und orthopädische Chirurgie: Becken, Hüfte*, 1. Auflage. Thieme, Stuttgart, pp 191-205
114. Yamamoto Y, Hiejima Y (2014) Usefulness of cross-table lateral view radiograph for the diagnosis of cam-type femoroacetabular impingement. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 24:365–369. doi: 10.1007/s00590-013-1210-5
115. Young M, Dempsey M, Rocha AD La, Podeszwa DA (2015) The cross-table lateral radiograph results in a significantly increased effective radiation dose compared with the Dunn and single frog lateral radiographs. *J Pediatr Orthop* 35:157–61. doi: 10.1097/BPO.0000000000000231
116. Zaltz I, Kelly BT, Hetsroni I, Bedi A (2013) The Crossover Sign Overestimates Acetabular Retroversion. *Clin Orthop Relat Res* 471:2463–2470. doi: 10.1007/s11999-012-2689-5

7 Anhang

Modifizierter Harris-Hip-Score nach T. Byrd (mHHS)

Kategorie Schmerz	
Definition	Punkte
Schmerzfreiheit	44
leichter Schmerz, gelegentlich, keine Aktivitätseinschränkung	40
Milder Schmerz, kein Einfluss auf normale Aktivitäten, selten mäßige Schmerzen bei außergewöhnlicher Belastung, gelegentliche Schmerzmitteleinnahme	30
Mäßiger, erträglicher Schmerz, Einschränkungen bei normaler Arbeit und Belastung, gelegentlich Einnahme stärkerer Schmerzmittel	20
starker Schmerz, hochgradige Aktivitätsbeeinträchtigung	10
Dauer-, Ruheschmerz, bettlägerig	0

Kategorie Funktion					
1.Gehfähigkeit			2.alltägliche Aktivitäten		
Hinken	Kein Hinken	11	Treppen	Normal	4
	leicht	8		zum Teil mit Geländer	2
	mittel	5		immer mit Geländer	1
	schwer	0		Treppensteigen unmöglich	0
Gehhilfe	Keine	11	Schuhe und Socken	Leicht	4
	Stock (Langstrecke)	8		schwierig	2
	Stock (Kurzstrecke)	5		unmöglich	0
	1 Unterarmgehstütze	4			
	2 Unterarmgehstützen unfähig zu gehen	2 0			
Gehstrecke	unbegrenzt	11	Sitzen	bequem, norm. Stuhl 1h	5
	1 km	8		hoher Stuhl ½ h	3
	300 m	5		Sitzen bequem unmöglich	0
	im Haushalt	2			
	Bett und Rollstuhl	0			
			Öffentliche Verkehrsmittel	Möglich unmöglich	1 0

Merle d'Aubigné und Postel Score (Mda)

Kategorie	Einteilung	Punkte
Schmerz	Schmerz intensiv und dauernd	0
	Schmerz stark, sogar nachts	1
	Schmerz stark beim Gehen, verhindert Aktivität	2
	Schmerz tolerabel bei verminderter Aktivität	3
	Schmerz leicht beim Gehen, kein Ruheschmerz	4
	Schmerz leicht und nur zeitweise, normale Aktivität	5
	kein Schmerz	6
Beweglichkeit	Ankylose mit schlechter Hüftstellung	0
	keine Beweglichkeit, schwere oder leichte Deformität	1
	Flexion kleiner als 40°	2
	Flexion 40-60°	3
	Flexion 60-80°, Patient kann Fuß berühren	4
	Flexion 80-90°, Abduktion mindestens 15°	5
	Flexion mehr als 90°, Abduktion bis 30°	6
Gehfähigkeit	Gehunfähigkeit	0
	nur mit Unterarmgehstützen	1
	nur mit Stock	2
	mit Stock, weniger als eine Stunde, schwierig ohne Stock	3
	längere Strecke mit Stock, kürzere ohne, mit Hinken	4
	ohne Stock, jedoch mit leichtem Hinken	5
	normal	6

Hip Outcome Score (HOS)

Fragen zu ihren Aktivitäten im Alltag (HOS ADL, activities of daily living)

Wie viele Probleme haben Sie aufgrund ihrer Hüfte beim	keine	geringe	mäßige	starke	extreme	N/A
Stehen für mind. 15 min	0	0	0	0	0	0
Aus – und Einsteigen aus einem Auto	0	0	0	0	0	0
Bergauf gehen	0	0	0	0	0	0
Bergab gehen	0	0	0	0	0	0
Treppensteigen	0	0	0	0	0	0
Treppen abwärts	0	0	0	0	0	0
Bordstein hoch / runtersteigen	0	0	0	0	0	0
Tief in die Hocke gehen	0	0	0	0	0	0
Aufstehen aus der Badewanne	0	0	0	0	0	0
wenn Sie anfangen zu gehen	0	0	0	0	0	0
Gehen für 10 min	0	0	0	0	0	0
Gehen für 15 min oder mehr	0	0	0	0	0	0
Schwenken des betroffenen Beines	0	0	0	0	0	0
Umdrehen im Bett	0	0	0	0	0	0
Leichte Arbeiten	0	0	0	0	0	0
Schwere Arbeiten	0	0	0	0	0	0
Freizeitaktivitäten	0	0	0	0	0	0

N/A bedeutet nicht anwendbar, wenn die Schmerzen oder Einschränkungen nicht von der Hüfte kommen.

Fragen zu ihren sportlichen Aktivitäten (HOS Sport)

Wie viele Probleme haben Sie aufgrund ihrer Hüfte beim	keine	geringe	mäßige	starke	extreme	N/A
Rennen für einen Kilometer	0	0	0	0	0	0
Springen	0	0	0	0	0	0
Beim Golfen oder Bowling	0	0	0	0	0	0
Landen	0	0	0	0	0	0
Abruptes Losrennen und Abstoppen	0	0	0	0	0	0
Seitwärtsbewegungen	0	0	0	0	0	0
Leichte Aktivitäten wie Walking	0	0	0	0	0	0
wenn Sie ihren Sport so lange ausüben, wie Sie wollten	0	0	0	0	0	0
Sportausübung in normaler Technik	0	0	0	0	0	0

N/A bedeutet nicht anwendbar, wenn die Schmerzen oder Einschränkungen nicht von der Hüfte kommen.

keine = 4 Punkte; geringe = 3 Punkte; mäßige = 2 Punkte; starke = 1 Punkt; extreme = 0 Punkte

N/A = die jeweilige Frage wird von der Wertung ausgeschlossen

Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)

Wie stark sind die Schmerzen	keine	gering	mäßig	stark	extrem
beim Liegen nachts im Bett	0	0	0	0	0
beim Gehen auf ebenem Boden	0	0	0	0	0
beim Treppensteigen	0	0	0	0	0
beim Ausruhen	0	0	0	0	0
beim aufrechten Stehen	0	0	0	0	0

Treten manchmal Steifigkeitsgefühle in ihrer Hüfte auf?	keine	geringe	mäßige	starke	extreme
Morgens nach dem Erwachen	0	0	0	0	0
Im Laufe des Tages	0	0	0	0	0

Haben Sie Schwierigkeiten	keine	geringe	mäßige	starke	extreme
Beim Hinaufsteigen einer Treppe	0	0	0	0	0
Beim Hinuntersteigen einer Treppe	0	0	0	0	0
Beim Aufstehen von einem Stuhl	0	0	0	0	0
Beim aufrechten Stehen	0	0	0	0	0
Beim etwas vom Boden aufheben	0	0	0	0	0
Beim Gehen auf ebenem Boden	0	0	0	0	0
Beim Aussteigen aus einem Auto	0	0	0	0	0
Beim Einkaufen	0	0	0	0	0
Beim Socken oder Strümpfe anziehen	0	0	0	0	0
Beim Aufstehen aus dem Bett	0	0	0	0	0
Beim Socken ausziehen	0	0	0	0	0
Beim Liegen nachts im Bett	0	0	0	0	0
Beim Ein- und Aussteigen in die Badewanne	0	0	0	0	0
Beim Sitzen auf einem Stuhl	0	0	0	0	0
Beim Aufstehen von der Toilette	0	0	0	0	0
Bei schweren Arbeiten	0	0	0	0	0
Bei leichten Arbeiten	0	0	0	0	0

keine = 4 Punkte; geringe = 3 Punkte; mäßige = 2 Punkte; starke = 1 Punkt; extreme = 0 Punkte

Nonarthritic Hip Score (NAHS)

Wie viele Schmerzen haben Sie beim	keine	geringe	mäßige	starke	extreme
Gehen auf flacher Ebene	0	0	0	0	0
Treppensteigen	0	0	0	0	0
Nachts im Bett	0	0	0	0	0
Sitzen oder Liegen	0	0	0	0	0
Aufrecht Stehen	0	0	0	0	0

Bestehen folgende Hüftprobleme?	keine	geringe	mäßige	starke	extreme
Blockierungen	0	0	0	0	0
Wegknicken	0	0	0	0	0
Bewegungseinschränkung	0	0	0	0	0
Steifigkeit	0	0	0	0	0

Wie viele Schwierigkeiten haben Sie beim	keine	geringe	mäßige	starke	extreme
Treppensteigen	0	0	0	0	0
Treppen abwärts gehen	0	0	0	0	0
Aufstehen aus dem Sitzen	0	0	0	0	0
Socken anziehen	0	0	0	0	0
Aufstehen aus dem Bett	0	0	0	0	0

Wie viele Probleme haben Sie mit Ihrer Hüfte bei	keine	geringe	mäßige	starke	extreme
Sportarten wie Fußball oder Tennis	0	0	0	0	0
Sportarten wie Golf oder Bowling	0	0	0	0	0
Jogging	0	0	0	0	0
Walking	0	0	0	0	0
Schwerer Hausarbeit wie Holz spalten	0	0	0	0	0
Leichte Hausarbeit wie kochen	0	0	0	0	0

keine = 4 Punkte; geringe = 3 Punkte; mäßige = 2 Punkte; starke = 1 Punkt; extreme = 0 Punkte

8 Publikationen

Vortrag DKOU 2015:

Brockmeyer M, **Wirtz L**, Dienst M, Kohn D, Steimer O

Langfristige Ergebnisse nach arthroskopischer Therapie bei femoroacetabulärem Impingementsyndrom (6-10 Jahre Follow-up)

Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU) 2015
Berlin, 20. - 23. Oktober 2015

ePoster ESSKA Kongress 2016:

Brockmeyer M, **Wirtz L**, Kohn D, Dienst M, Steimer O

Long-term results of arthroscopic treatment for femoroacetabular impingement (FAI) – 6-10 years follow-up

17. ESSKA Congress, 4th-7th May 2016, Barcelona, Spain

Publikation KSSTA Journal:

Brockmeyer M, **Wirtz L**, Kohn D, Dienst M, Steimer O

Long-term results of arthroscopic treatment for femoroacetabular impingement (FAI) – 6-10 years follow-up

Geplant für eine Veröffentlichung im Journal "Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy" (KSSTA)

9 Danksagung

Mein Dank gilt zunächst einmal Herrn Prof. Dr. med. Dieter Kohn für die Möglichkeit der Durchführung dieser Arbeit.

Als einer der Pioniere auf dem Gebiet der arthroskopischen Behandlung des femoroacetabulären Impingements hat Herr Prof. Dr. med. Michael Dienst während seiner Tätigkeit am Universitätsklinikum des Saarlandes den Grundstein für die vorliegende Arbeit gelegt, weshalb ich ihm hiermit meine Dankbarkeit ausdrücken möchte.

Herrn Dr. med. Oliver Steimer danke ich freundlichst für die Überlassung des Themas und die gemeinsame Planung und Durchführung der Studie.

Ein besonderer Dank geht an Herrn Dr. med. Matthias Brockmeyer für die intensive, allzeit zuverlässige und freundschaftliche Betreuung meiner Arbeit.

Herrn Jakob Schöpe danke ich für die freundliche Beratung bezüglich der statistischen Auswertung.

Für die Anfertigung der Zeichnungen der klinischen Tests und die liebevolle Unterstützung möchte ich meiner Freundin Carolin Müller danken.

Abschließend möchte ich mich herzlichst bei meinen Eltern, Hildegard Wirtz und Bernhard Müller-Wirtz, für die Unterstützung auf meinem Lebensweg und den großen Rückhalt, den ich durch sie erfahren durfte, bedanken.