

Aus dem Institut für Sport- und Präventivmedizin (Saarbrücken)

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer

der Medizinischen Fakultät

der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar

**Untersuchung der Häufigkeit von Hüftgelenkerkrankungen, speziell
des femoroazetabulären Impingements, im leistungssportlich
betriebenen Hockey**

**Dissertation zur Erlangung des Grades einer Doktorin der Medizin
der Medizinischen Fakultät**

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES (Homburg/Saar)

2020

vorgelegt von

Jil van Emmerich

geb. am 4. März 1996 in Duisburg

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Michael D. Menger

Erstberichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer

Zweitberichterstatter: Prof. Dr. Stefan Landgraeber

Prüfungsvorsitzender: Prof. Dr. Tim Pohlemann

Tag der Promotion: 27.08.2020

Eidesstattliche Versicherung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angaben der Quelle gekennzeichnet.

Weitere Personen waren an der inhaltlich-materiellen Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberaterinnen/Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Außer der Angegebenen hat niemand von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form in einem anderen Verfahren zum Erlangen des Doktorgrades einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ich versichere an Eides statt, dass ich nach bestem Wissen die Wahrheit gesagt und nichts verschwiegen habe.

Die Bedeutung der eidesstattlichen Erklärung und die strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Erklärung sind mir bekannt.

Homburg (Saar), 19.02.2020

Jil van Emmerich

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis.....	VII
1 Zusammenfassung/Summary	1
2 Einleitung	7
2.1 Das femoroazetabuläre Impingement (FAI).....	7
2.2 Hockeysport in Deutschland.....	8
2.3 Studienkontext und Fragestellung	11
3 Literaturübersichtsarbeit FAI im Sport.....	12
3.1 Einleitung	12
3.2 Methoden.....	14
3.3 Ätiologie und Prävalenz	20
3.3.1 Prävalenz	20
3.3.2 Ätiologie.....	22
3.3.3 Folgen des FAI's	26
3.4 Anamnese, Klinik und Diagnostik	28
3.4.1 Anamnese und Klinik.....	28
3.4.2 Diagnostik.....	29
3.4.2.1 Klinische Diagnostik	29
3.4.2.2 Bildgebende Diagnostik	32
3.4.2.3 Spezielle Cam-Impingement-Diagnostik	33
3.4.2.4 Spezielle Pincer-Impingement-Diagnostik.....	35
3.5 Therapie.....	36
3.5.1 Therapieverfahren.....	36
3.5.2 Komplikationen nach operativer Behandlung	42
3.5.3 Therapieresultate	44
3.5.4 Rückkehr zum Sport nach operativer FAI-Behandlung	51
3.6 Zusammenfassung	55
4 Material und Methoden	57
4.1 Planung und Studiendesign	57
4.2 Datenerfassung	58
4.2.1 Fragebogen	58
4.2.2 Klinische Hüftgelenkuntersuchung	59

4.3	Bewertung der Untersuchungsergebnisse und des Fragebogens.....	66
4.4	Literaturrecherche	66
4.5	Statistische Datenauswertung	66
5	Ergebnisse.....	68
5.1	Teilnehmerkollektiv	68
5.2	Hockeyspezifische Angaben	68
5.2.1	Spielposition und Spielfeldseite.....	69
5.2.2	Spielklasse.....	70
5.2.3	Trainingseinheiten.....	70
5.2.4	Spielbelag.....	71
5.3	Anamnestische Angaben zu Hüftgelenksbeschwerden.....	72
5.3.1	Schmerzangaben	72
5.3.2	Einschränkungen durch Hüftgelenksbeschwerden	73
5.4	Untersuchungsbefunde.....	75
5.4.1	Bewegungsausmaße	75
5.4.2	Schmerzangabe bei Bewegungsprüfung	75
5.4.3	Spezielle orthopädische Tests	76
5.5	Diagnose FAI.....	77
5.5.1	Häufigkeit des FAI's.....	77
5.5.2	Zusammenhang eingeschränkte Innenrotation und FAI-Auftreten.....	77
5.5.3	Zusammenhang Innenrotation und anteriorer Impingementtest	79
5.5.4	Zusammenhang Spielklasse und Häufigkeit des FAI-Auftretens	80
5.5.5	Zusammenhang Alter und FAI-Auftreten.....	82
5.5.6	Zusammenhang Anzahl der Trainingseinheiten und FAI-Auftreten.....	82
5.5.7	Zusammenhang Spielposition/Spielfeldseite und FAI-Auftreten	83
5.5.8	Zusammenhang Rasenart und FAI-Auftreten	84
6	Diskussion	85
6.1	Diskussion der Ergebnisse	85
6.1.1	Teilnehmerkollektiv	85
6.1.2	Anamnestische Angaben zu Hüftgelenksbeschwerden.....	85
6.1.3	Untersuchungsbefunde.....	86
6.1.4	Diagnose FAI.....	87
6.1.5	FAI und Spielklasse	87
6.1.6	FAI und Alter	88
6.1.7	FAI und Training	88
6.1.8	FAI und Spielposition/Spielfeldseite	89
6.1.9	FAI und Rasenart	94

6.2	Diskussion der Methodik und Limitationen der Studie	95
6.3	Schlussfolgerungen.....	96
7	Literaturverzeichnis	VIII
8	Anhang	XXII
8.1	Teilnehmerinformation für Erwachsene	XXII
8.2	Teilnehmerinformation für Minderjährige	XXIII
8.3	Datenschutzerklärung für Erwachsene	XXIV
8.4	Datenschutzerklärung für Minderjährige.....	XXV
8.5	Einwilligungserklärung für Erwachsene	XXVI
8.6	Einwilligungserklärung für Minderjährige	XXVII
8.7	Deutsche Version des Fragebogens zur Anamnese	XXVIII
8.8	Englische Version des Fragebogens zur Anamnese	XXXI
8.9	Untersuchungsbogen	XXXIV
8.10	Fragen der Downs and Black Checkliste.....	XXXV
8.11	Fragen der Prisma Checkliste	XXXVIII
8.12	Bewertung der Studienartikel mit der Downs and Black Checkliste	XL
8.13	Bewertung der Reviews/Metaanalysen mit der Prisma Checkliste	XLVI
9	Danksagung	XLVII
10	Lebenslauf	XLVIII

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
Art.	Artikel
Abb.	Abbildung
ACEA/ACE-Winkel	Anterior-Center-Edge-Angle/Winkel
AFL	Australian Football League
ASK	Arthroskopie
bds	beidseits
BMI	Body-Mass-Index
CCD-Winkel	Corpus-Collum-Diaphysen-Winkel
CfMQ	„Checklist for Measuring Quality“
COMP	Cartilage oligometric matrix protein
COS	Cross-over-Zeichen
CRP	C-reaktives Protein
CT	Computertomographie
engl.	englisch
FAI	femoroazetabuläres Impingement
HAGOS	Hip and Groin Outcome Score
HHS	Harris Hip Score
J.	Jahre
mHHS	modifizierte Harris Hip Score
MRT	Magnetresonanztomographie
n	Anzahl
NAHS	Non-Arthritic Hip Score
HG	Hüftgelenk
HOOS	Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score Hip Outcome Score-(Sport-Specific-Subscale/Activity of Daily Living)
HOS-(SSS/ADL)	
IHOT-33/12	International Hip Outcome Tool-33/12
ISG	Iliosakralgelenk
Kg	Kilogramm
LCEA/LCE-Winkel	Lateral-Center-Edge-Angle/Winkel
li	links
LWS	Lendenwirbelsäule
M	Meter
M.	Musculus
Mg	Milligramm
N.	Nervus
NFL	National Football League
NSAR	Nicht-steroidale Antirheumatika
OP	Operatio
P.	Punkte
PRP	platelet rich plasma (plättchenreiches Plasma)
PWS	Posterior-Wall-Zeichen
re	rechts
s.	siehe
s.A.	siehe Anhang

Sec	Sekunden
VAS	visuelle Analogskala
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index
ÜA	Übersichtsarbeit
Ø	Durchschnitt
♂	Männlich
♀	Weiblich

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: schematische Darstellung eines Pincer-Impingements (links) und Cam-Impingements (rechts)	7
Abbildung 2: Impingement-Typen.....	12
Abbildung 3: Flussdiagramm Identifikation und Auswahl der verwendeten Studien	16
Abbildung 4: Beschwerdelokalisation bei Vorliegen eines FAI's	29
Abbildung 5: a) Innenrotation und b) Außenrotation des Hüftgelenkes in 90° flektiertem Hüft- und Kniegelenk, c) anteriorer Impingementtest, d) posteriorer Impingementtest	30
Abbildung 6: links a.p.-Beckenübersicht mit Cam-Impingement und rechts axiale Cross-table-Aufnahme des Schenkelhalses mit Offsetstörung.....	32
Abbildung 7; links: a.-p.-Beckenübersicht mit Pincer-Deformität und rechts: FAI in T2-gewichteten koronaren MRT-Bild	33
Abbildung 8: Bestimmung des Alpha-Winkels eines linken Hüftgelenkes.....	34
Abbildung 9: Positionen des Schenkelhalses anhand einer Zeigeruhr.....	34
Abbildung 10: links LCEA und rechts Cross-over-Zeichen.....	36
Abbildung 11: Instrumentenportale	38
Abbildung 12: a.-p.-Beckenübersichtsaufnahme einer heterotopen Ossifikation eines 20-jährigen Patienten.....	44
Abbildung 13: a) negatives und b) positives Trendelenburg-Zeichen	60
Abbildung 14: Patrickzeichen.....	62
Abbildung 15: Thomas-Handgriff	62
Abbildung 16: Drehmann-Zeichen	63
Abbildung 17: Apprehensionstest	64
Abbildung 18: Mennell-Zeichen des Hüftgelenks, des ISG's und der LWS	65
Abbildung 19: Boxplot zu FAI-Auftreten in Abhängigkeit von der Innenrotation im rechten Hüftgelenk.....	78
Abbildung 20: Boxplot zu FAI-Auftreten in Abhängigkeit von der Innenrotation im linken Hüftgelenk.....	78
Abbildung 21: Häufigkeit positiver und negativer anterolateraler Impingementtests in Abhängigkeit vom Ausmaß der Hüftinnenrotation rechts	79
Abbildung 22: Häufigkeit positiver und negativer anterolateraler Impingementtest in Abhängigkeit von der Innenrotation im linken Hüftgelenk	80
Abbildung 23: Führen des Balls auf der „Vorhandseite“.....	91
Abbildung 24: Führen des Balls auf der „Rückhandseite“	91
Abbildung 25: „Brett legen“ im Hallenhockey im Damen- (links) und Herrenhockey (rechts)....	92
Abbildung 26: Schrubben auf der Vorhandseite in normaler Beinstellung	93
Abbildung 27: Schlagen mit der „Argentinischen Rückhand“ in normaler Beinstellung.....	93

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Bewertung der Studienartikel und Übersichtsarbeiten innerhalb der einzelnen Kapitel anhand der „Checklist for Measuring Quality“, der „Prisma-Checkliste“ und dem Evidenzlevel	19
Tabelle 2: Prävalenz FAI in den verschiedenen Profisportarten	22
Tabelle 3: Ursachen der FAI-Entstehung	22
Tabelle 4: Indikationen für die Wahl der chirurgischen Therapie.....	41
Tabelle 5: Berechnung Odds Ratio FAI-Prävalenz bei (Nicht-)Nationalspielern	67
Tabelle 6: Häufigkeitsverteilung von Spielposition und Spielfeldseite	69
Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung und gespielte Jahre in den einzelnen Spielklassen.....	70
Tabelle 8: Anzahl und Dauer (in Stunden) der hockeyspezifischen und ergänzenden Trainingseinheiten der aktiven Spieler pro Woche	70
Tabelle 9: Anzahl und Dauer (in Stunden) der hockeyspezifischen und ergänzenden Trainingseinheiten der Spieler der Master-Nationalmannschaft und der Ex-Bundesligaspieler zu ihrer aktiven Zeit pro Woche.....	70
Tabelle 10: Anzahl und Dauer (in Stunden) der hockeyspezifischen und ergänzenden Trainingseinheiten der Master-Nationalspieler	71
Tabelle 11: bespielte Rasenart und Anzahl der bespielten Jahre.....	71
Tabelle 12: Häufigkeit, Anzahl und Dauer der angegebenen Hüftgelenksschmerzen aktuell oder in der Vergangenheit bei allen Spielern, den aktiven Spielern und den Ex-Bundesligaspielern/Master-Nationalspielern.....	72
Tabelle 13: Häufigkeit und Anzahl der angegebenen Leisten-, Gesäß- und Oberschenkelschmerzen aktuell oder in der Vergangenheit bei allen Spielern, den aktiven Spielern und den Ex-Bundesligaspielern/Master-Nationalspielern.....	72
Tabelle 14: Schmerzstärke in der Leiste, im Gesäß und im Oberschenkel von 0-10 auf der VAS-Schmerzskala aller Spieler	73
Tabelle 15: Beschwerdebedingt eingeschränkte Aktivität in Sport und Alltag durch die Hüftgelenksbeschwerden.....	73
Tabelle 16: Durchschnittliches Bewegungsmaß der Hüftgelenke der aktiven Spieler und der Spieler der Master-Nationalmannschaft und der Ex-Bundesligaspieler	75
Tabelle 17: Durchgeführte spezielle orthopädische Tests. Angabe der Häufigkeit (pathologischer) Testergebnisse	76
Tabelle 18: Seitenverteilung FAI	77
Tabelle 19: Ausmaß der Innenrotation bei (Nicht-)Vorliegen eines FAI's	77
Tabelle 20: Grad der Innenrotation bei Testergebnis des anterolateralen Impingementtests.....	79
Tabelle 21: Häufigkeit (Anzahl) des FAI's in den verschiedenen Spielklassen.....	80
Tabelle 22: Häufigkeit (Anzahl) des FAI's nach Höhe der Spielklasse	81
Tabelle 23: FAI-Auftreten in den einzelnen Altersklassen	82
Tabelle 24: Häufigkeit FAI-Auftreten nach Anzahl der aktuellen Trainingseinheiten	82
Tabelle 25: Häufigkeit (Anzahl) FAI-Auftreten auf den einzelnen Spielpositionen.....	83
Tabelle 26: Häufigkeit (Anzahl) FAI-Auftreten auf den einzelnen Positionsseiten.....	83
Tabelle 27 Häufigkeit (Anzahl) FAI-Auftreten auf den einzelnen Spielpositionen und Spielfeldseiten	83
Tabelle 28: FAI-Auftreten abhängig von der bespielten Rasenart	84

1 Zusammenfassung/Summary

„Untersuchung der Häufigkeit von Hüftgelenkerkrankungen, speziell des femoroazetabulären Impingements, im leistungssportlich betriebenen Hockey“

Fragestellung: In den letzten Jahren wurden aus verschiedenen Sportarten (Eishockey, Fußball, American Football) erhöhte Prävalenzen des femoroazetabulären Impingements (FAI) berichtet. Das FAI wird als Präarthrose eingestuft. Bereits im Jugendalter kann es zu Einschränkungen im Alltag und Sport führen, was zu Sportpausen, Anpassungen des Trainingsverhaltens oder operative Maßnahmen führen kann, eine Karriere im Hochleistungssport verhindern und mit Auswirkungen auf die Lebensqualität verbunden sein kann. Zurzeit existieren keine Daten zum FAI im Hockeysport. Das Ziel der Studie ist die Häufigkeit klinischer Auffälligkeiten des Hüftgelenkes, speziell im Hinblick auf die Erkrankung femoroazetabuläres Impingement, im leistungssportlich betriebenen Hockey zu untersuchen.

Methodik: An der Studie nahmen sieben von 12 initial kontaktierten Hockeyerst- und zweitbundesligisten aus West- und Süddeutschland teil. In die Studie eingeschlossen wurden männliche, aktuelle und ehemalige Feld- und Hallenhockeyspieler der ersten und zweiten Herren-Bundesliga und der deutschen U18-Nationalmannschaft. Es nahmen insgesamt 248 Spieler teil, 79 Spieler der 1. Bundesliga, 56 der 2. Bundesliga, 42 U18-Nationalspieler, 58 Spieler der Master-Nationalmannschaft Ü35 bis Ü55 und 13 ehemalige Bundesligaspieler. Es erfolgten eine Anamneseerhebung mittels standardisiertem Fragebogen und eine standardisierte klinische Untersuchung der Hüftgelenke. Bei der statistischen Datenauswertung wurden kontinuierliche Daten, wie z.B. Körpergröße und -gewicht als Mittelwert mit Standardabweichung angegeben. Weiterhin wurden Minima und Maxima bestimmt. Es wurden der Lilliefors-Test zur Überprüfung der Normalverteilung (Trainingshäufigkeit, Bewegungsausmaße, Alter, Alters-/Spielklasse, Spielposition, Spielfeldseite) verwendet. Der Mann-Whitney-U-Test wurde für quantitative Merkmale (FAI-Auftreten ↔ Trainingshäufigkeit/Ausmaß IRO/Alter; Ausmaß IRO ↔ aktive Spieler und Masterspieler/anterolateraler Impingementtest) und der Chi-Quadrat-Test nach Pearson für qualitative Merkmale (uni-/bilaterales FAI; FAI-Auftreten ↔ Einteilung der Spieler nach Trainingshäufigkeiten/Spielklasse/Altersklasse/Spielposition/Spielfeldseite) zur Überprüfung des Signifikanzniveaus für unverbundene, nicht-normalverteilte Stichproben verwendet.

Ergebnisse: Die Spieler waren im Durchschnitt $29,7 \pm 13$ Jahre alt (Durchschnittsalter der 177 aktiven, d.h. in der 1./2. Bundesliga spielenden Spieler und U18-Nationalmannschaft, $22,2 \pm 5,8$ Jahre), waren $182,5 \pm 6,6$ cm groß und wogen $79,4 \pm 10,1$ kg. Der durchschnittliche BMI betrug $23,8 \pm 2,3$ kg/m² (Aktive: $23,4 \pm 2,2$ kg/m²; Ehemalige: $24,8 \pm 2,2$ kg/m²). Die aktiven Spieler (n=167) absolvierten pro Woche im Durchschnitt $5,5 \pm 1,7$ Trainingseinheiten, davon $3,5 \pm 1,2$

hockeyspezifisch und $1,9 \pm 1,0$ alternativ, überwiegend in Form von Kraft- und/oder Athletiktraining. 45,3% (n=112/248) der Spieler spielen oder spielten in der Nationalmannschaft und das durchschnittlich $3,4 \pm 3,1$ Jahre. 30% aller Spieler (n=74/248) litten zum Zeitpunkt der Untersuchung oder in der Vergangenheit an Hüftschmerzen, 40,5% (n=30/74) rechts, 27% links (n=20/74) und 32,4% (n=24/74) beidseitig. 45,9% (n=34/74) der Spieler mit Hüftgelenksschmerzen lokalisierten sie in der Leiste, 23% (n=17/74) im Gesäß und 21,6% (n=16/74) im Oberschenkel. Eingeschränkt durch die Beschwerden fühlten sich 45,9% (n=34/74). 17% aller Spieler (n=42/248) gaben an aufgrund von Hüftbeschwerden bereits vor der Studie einen Arzt aufgesucht zu haben, 2,4% der Spieler (n=6/248) wurden bereits am Hüftgelenk operiert. Es fanden sich nahezu symmetrische Bewegungsausmaße. Die durchschnittlichen Bewegungsausmaße betragen: Flexion rechts $117 \pm 9^\circ$ und links $118 \pm 9^\circ$, Extension rechts und links $9 \pm 3^\circ$, Abduktion rechts $42 \pm 6^\circ$ und links $42 \pm 5^\circ$, Adduktion rechts und links $24 \pm 4^\circ$, Innenrotation rechts $24 \pm 9^\circ$ und links $25 \pm 8^\circ$ und Außenrotation rechts $40 \pm 7^\circ$ und links $40 \pm 6^\circ$. 30,6% (n=76/248) gaben Schmerzen bei der Bewegungsprüfung der Innenrotation an. Bei 38,7% der untersuchten Sportler (n=96/248) wurde anhand der Untersuchungsergebnisse und der Angaben im Fragebogen das Vorliegen eines femoroazetabulären Impingements (in der symptomatischen Form als FAI-Syndrom oder als asymptomatisches FAI) vermutet, bei 39,6% (n=38/96) ein- und bei 60,4% (n=58/96) beidseitig ($p \leq 0,001$). Ein symptomatisches FAI hatten 53,1% der Spieler (n=51/96). Bei sieben Spielern (2,8%) war bereits vor unserer Untersuchung ein FAI bekannt. Der anterolaterale Hüftimpingementtest fiel von den durchgeführten „speziellen Tests“ mit Abstand am häufigsten positiv aus, bei 38,3% aller Spieler (n=95/248) und bei 87,5% (n=84/96) der Spieler mit FAI-Verdacht. Spieler mit beidseitig positivem anterolateralen Impingementtest wiesen eine signifikant ($p \leq 0,001$) geringe Innenrotation (re: $17 \pm 8^\circ$, li: $19 \pm 8^\circ$), verglichen zu Sportlern mit negativem Testergebnis auf (re/li: $27 \pm 7^\circ$). Bei Erstliga- (48,1%, n=38/79) und U18-Nationalspielern (52,4%, n=22/42) bestand mit 49,6% (n=60/121) signifikant ($p \leq 0,001$) häufiger der Verdacht auf eine FAI-Erkrankungen, verglichen zur Gruppe aus Zweitliga- (33,9%, n=19/56), Master-National- (25,9%, n=15/58) und Ex-Bundesligaspielern (15,4%, n=2/15), wo insgesamt 28,3% (n=36/127) betroffen waren. Aktive/ehemalige Nationalspieler besitzen ein 1,5-fach erhöhtes Risiko (Odds Ratio) an einem FAI zu erkranken, verglichen zu Nicht-Nationalspielern. Es zeigten sich Unterschiede in der Prävalenz des FAI's in Bezug auf die Altersgruppen, jüngere waren häufiger betroffen (14-34-Jährige: 44% (n=77/175), 35-62-Jährige: 26% (n=19/73), $p \leq 0,01$), auf die Anzahl hockeyspezifischer ($\leq 2,0$ Einheiten: 30,6% (n=11/36) $> 2,0$ Einheiten 39,8% (n=52/201)) und ergänzender Trainingseinheiten ($\leq 1,0$ Einheiten: 40% (n=78/195), $> 1,0$ Einheiten 31% (n=13/42)), und in Bezug auf die Spielposition (Mittelfeld 43,3% (n=13/30), Torwart 36,7% (n=11/30), Sturm 36,6% (n=15/41), Abwehr 30,9% (n=17/55) und Sturm/Mittelfeld/Abwehr 57,1% (n=8/14)). Des Weiteren kommt es zu Unterschieden in der FAI-Prävalenz bezogen auf die Spielfeldseite (Mitte 44,2% (n=19/43), rechts 40% (n=4/10) und links 17,6% (n=3/17)), und in Bezug auf den

Bodenbelag (Naturrasen 33,3% (n=25/75), Kunstrasen mit Sandfüllung 50% (n=17/34) und bewässerter Kunstrasen 38,5% (n=94/248)). Von den zuvor aufgeführten Aspekten zeigte sich nur beim Vergleich der Altersgruppen ein statistisch signifikanter Unterschied in der FAI-Prävalenz.

Schlussfolgerung: In der Studie ließ sich, verglichen mit der Allgemeinbevölkerung, mit 38,7% eine erhöhte Prävalenz von FAI-Erkrankungen im leistungssportlich betriebenen Hockey feststellen. 96 Spielern wurden als FAI-Betroffene eingeordnet. Bei sieben dieser Spieler war die Diagnose zum Studienzeitpunkt bekannt, bei den restlichen kann nur von Verdachtsfällen gesprochen werden, da nur eine klinische Untersuchung der Hüftgelenke erfolgte und die Verifizierung der Diagnose durch Röntgen- und/oder MRT-Bilder fehlte. Ein höheres Spielniveau und eine höhere Anzahl an Trainingseinheiten scheinen Risikofaktoren für die Entwicklung eines FAIs zu sein. Diese Studie unterstützt damit die Annahme früherer FAI-Studien im Sport, dass die Entstehung des FAI's mit einer erhöhten sportlichen Aktivität zusammenhängen könnte. Es sind weitere Studien nötig, um die Prävalenz und Ursachen des FAI's besser einschätzen zu können. Wünschenswert wäre in zukünftigen Studien die Option der Diagnosesicherung mittels Bildgebung bei klinischem Verdachtsmoment.

„Frequency of hip joint diseases, especially the femoroacetabular impingement, in high-performance field hockey“

Objective: In recent years an increased prevalence of femoroacetabular impingement (FAI) in various sports (ice hockey, soccer, American Football) was noticed. The FAI is classified as a pre-arthritic condition. It can limit sporting as well as daily life activities in athletes as early as of adolescent age. Training breaks, training modifications and operative treatments can be required. Careers in high-performance sports can be jeopardized. The FAI may affect the quality of life as well. Currently there is no data about the FAI in field hockey. The objective of the study is to examine the frequency of hip joint diseases, especially the femoroacetabular impingement, in high-performance field hockey.

Methods: Seven of initially twelve contacted premier and second hockey league clubs from West and South Germany participated in the study. Exclusively male, current and former field and indoor hockey players of the premier and second men's leagues, and the German U18 national team participated in the study. There were a total number of 248 participants: 79 players of the premier, 56 players of the second league, 42 players of the U18 national team, 58 players of the master national team aged 35-55 and 13 former premier/second league players participated. A history was obtained using a standardized questionnaire and a standardized clinical examination of the hip joints was performed. For statistical data analysis, continuous data such as height and weight were given as arithmetical mean with standard deviation. Furthermore, minima and maxima were determined. The Lilliefors test was used to check for normal data distribution (frequency of training, range of motion, age, class of age, league, position and field side of the players). To check for the significance level for unconnected, not normally distributed samples the Mann-Whitney U test was used for quantitative characteristics (prevalence of FAI depending on frequency of training/measure of internal rotation/ age; internal rotation depends on belonging to active players and master player and result of anterolateral impingement test) and the Pearson's chi-squared test was used for qualitative characteristics (uni-/ bilateral FAI; prevalence of FAI related to players classification to training frequencies/ league/ class of age/ position and field side of the players).

Results: On average the players were 27 ± 13 years old (average age of the 177 active, i.e. players of the premier/second league and the U18 national team, 22.2 ± 5.8 years), weighted 79.4 ± 10.1 kg and were 182.5 ± 6.6 cm tall. The average BMI was 23.8 ± 2.3 kg/m² (active player 23.4 ± 2.2 kg/m², former players 24.8 ± 2.2 kg/m²). The active players (n=167) completed an average of 5.5 ± 1.7 training sessions per week, of which 3.5 ± 1.2 were hockey-specific and 1.9 ± 1.0 were alternative training sessions predominantly strength and/or athletic training. 45.3% (n=112/248) of the players have currently played for the national team or did so in the past for an average of 3.4 ± 3.1 years. 30% of all players (n=74/248) suffered from hip pain, 40.5% (n=30/74) on the right, 27%

on the left side (n=20/74), and 32.4% (n=24/74) bilaterally at the time of examination or in the past. 45.9% (n=34/74) of the players with hip pain localized their complaints in the groin, 23% (n=17/74) in the buttock and 21.6% (n=16/74) in the thigh region. 34 players (45.9% (n = 34/74)) felt restricted by their pain. 17% of all players (n=42/248) reported that they had consulted a doctor before the study because of hip problems. 2.4% of the players (n=6/248) had already undergone surgery of the hip joint. There were almost symmetrical ranges of motion. The average ranges of motion were: flexion on the right $117\pm 9^\circ$ and on the left $118\pm 9^\circ$, extension $9\pm 3^\circ$ bilaterally, abduction on the right $42\pm 6^\circ$ and on the left $42\pm 5^\circ$, adduction $24\pm 4^\circ$ bilaterally, internal rotation on the right $24\pm 9^\circ$ and on the left $25\pm 8^\circ$ and external rotation on the right $40\pm 7^\circ$ and on the left $40\pm 6^\circ$. 30,6% (n=76/248), suffered from pain during the examination while testing the internal rotation. Considering the history and the examination results, the presence of a femoroacetabular impingement was suspected in 38.7% of the players (n=96), either in the symptomatic form as the so-called FAI syndrome or in asymptomatic stage called FAI only. 39.6% (n=38/96) were affected unilaterally, and 60.4% (n=58/96) bilaterally ($p\leq 0.001$). 53.1% of the players (n = 51/96) had a symptomatic FAI. Seven of the 248 players (2.8%) had already been diagnosed with a FAI (syndrome) ahead of the study. The anterolateral hip impingement test was by far the most often positive rated one out of the performed „special tests“. It was positive in 38.3% of all players (n=95/248) and in 87.5% (n=84/96) of the players with suspected FAI. Players with a bilateral positive anterolateral impingement test had a significantly ($p\leq 0.001$) decreased internal rotation (right: $17\pm 8^\circ$, left: $19\pm 8^\circ$) compared to athletes with a negative test result (right/left: $27\pm 7^\circ$). A significantly ($p\leq 0.001$) higher number of athletes presented with a suspected FAI if they belonged to a premier league club or the U18 national team (121 players in total, 49,6% (n=60/121) affected, 48,1% (n=38/79) of the premier league and 52,4% (n=22/42) of the U18 national team). In contrast to this is the group of players of the second league clubs, the master national team and the former players of the premier/second league (127 players in total, 28.3% (n=36/127) affected, 33.9% (n=19/56) of the second league, 25.9% (n=15/58) of the master national team and 15.4% (n=2/13) of the former players of the premier/second league). There is a 1.5-fold increased risk (odds ratio) of developing a FAI for national players compared with players who never played for the national team. Moreover there were differences in the prevalence of FAI in relation to age groups, younger active players were more frequently affected than the older former players (14-34-years-old 44% (n=77), 35-62-years-old 26% (n=19)), to the frequency of hockey-specific (≤ 2.0 sessions: 30.6% (n=11/36), > 2.0 session 39.8% (n=52/201) and alternative training (≤ 1.0 sessions: 40% (n=78/195), > 1.0 sessions 31% (n=13/42)) and with regards to player position (midfield 43.3% (n=13/30), goalkeeper 36.7% (n=11/30), offense 36.6% (n=15/41), defense 30.9% (n=17/55) and offense/midfield/defense 57.1% (n=8/14)). Furthermore, there were differences in FAI prevalence related to the side of play (center 44.2% (n=19/43), right 40% (n=4/10) and left 17.6% (n=3/17)) and in relation to the playing surface (natural turf 33.3% (n=25/75), artificial turf with sand filling

50% (n=17/34) and watered artificial turf 38.5% (n=94/248)). In the above aspects there was only one statistically significant ($p \leq 0.05$) difference in FAI prevalence if age groups were compared.

Conclusion: In this study an increased prevalence of 38.7% (n=96/248) of FAI in high-performance field hockey players was found compared with the general population. For the 96 players, classified in this study as FAI sufferers (with the exception of the seven previously diagnosed players), it can only speak in terms of possibility, as only a clinical examination of the hip joints was performed and the verification of the diagnosis additionally requires an imaging modality (X-ray and/or MRI). Risk factors for the development of FAI (syndrome) include a higher performance level and a higher number of training sessions. Thus, this study supports the assumption of previous FAI studies in sports, which relate the development of FAI to an increased physical activity. Further studies are needed to better assess the prevalence and causes of FAI. In future studies it would be desirable to confirm the clinical diagnosis by medical imaging.

2 Einleitung

2.1 Das femoroazetabuläre Impingement (FAI)

Das femoroazetabuläre Impingement (FAI) ist eine Erkrankung, die eine knöcherne Veränderung am Oberschenkelhals und/oder am Azetabulum beschreibt. Man unterscheidet drei Subtypen: Das Cam-Impingement (Nockenwellendeformität) mit einem pathologischen Knochenanbau am Kopfhals-Übergang des Femurs, das Pincer-Impingement (Beißzangendeformität) mit einer pathologischen Mehrüberdachung des Azetabulums und den gemischten Typ, der beide Komponenten enthält (s. Abbildung 1). Diese Veränderungen führen, vor allem bei endgradigen Hüftbewegungen, zum Anschlagen vom Oberschenkelhals an das Azetabulum [1]. Hierdurch kommt es kurz- und mittelfristig zu Knorpel- und Labrumschäden des Gelenkes. Langfristig können degenerative Veränderungen entstehen und es kann zur Ausbildung einer Coxarthrose kommen, was eine frühzeitige endoprothetische Versorgung erfordern kann. Als begünstigend für die Entstehung eines FAI's wird eine erhöhte sportliche Aktivität in der Wachstumsphase angenommen, die zu einem erhöhten Scherstress am Oberschenkelhals führt und dadurch strukturelle Anpassungen der Epiphyse auslöst [2–4]. Das FAI macht sich vor allem durch anteriore Leistenschmerzen und durch eine eingeschränkte Hüftflexion und –innenrotation bemerkbar [5, 6].

Eine Darstellung zum aktuellen Stand der Wissenschaft und Forschung findet sich im Kapitel 3 Literaturübersichtsarbeit FAI im Sport.

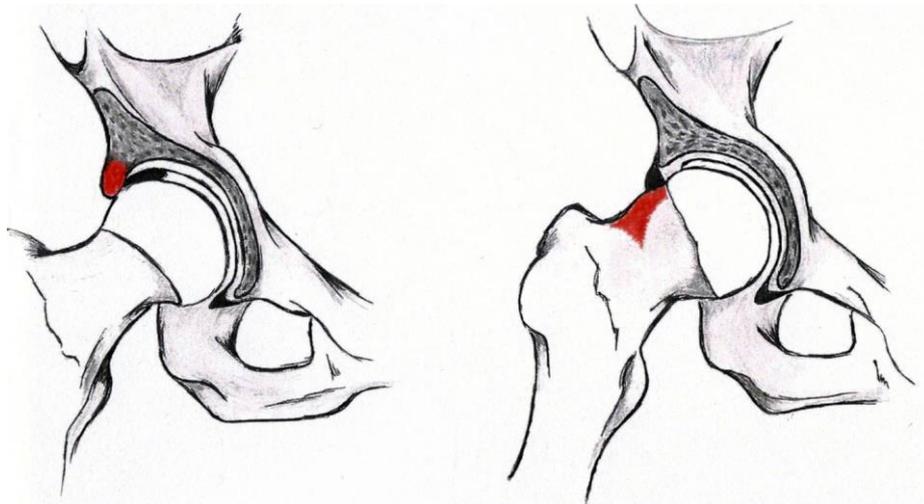


Abbildung 1: schematische Darstellung eines Pincer-Impingements (links) und Cam-Impingements (rechts) [7]

2.2 Hockeysport in Deutschland

Hockey ist eine Ballsportart, die auf Rasen (Feldhockey) oder in den Wintermonaten in Sporthallen gespielt wird (Hallenhockey). Dazu nutzt man einen gebogenen Holz- oder Kunststoffschläger, um den Ball zu spielen. Der Hockeysport gilt durch seine Erfolge bei internationalen Wettbewerben als erfolgreichste Ballsportart in Deutschland. Feldhockey ist seit 1908 olympisch. Bis zum Ende der 1980er dominierten vor allem Indien und Pakistan das internationale Geschehen, mittlerweile zählen die europäischen Länder (Deutschland, Niederlande, Belgien und Großbritannien), Argentinien und Australien zu den Spitzennationen. Weltweit spielen circa vier Millionen Menschen Hockey [8], in Deutschland sind es etwa 81.000 aktive Mitglieder [9].

Bei den Herren bilden im Feld- und Hallenhockey die erste und zweite Bundesliga die beiden höchsten Spielklassen in Deutschland. Dies entspricht auch den höchsten Spielklassen im Feldhockey bei den Damen. Bei den Damen folgt hierauf eine Regionalliga, eine Oberliga und abhängig vom Bezirk mehrere Verbandsligen, bei den Herren schließen sich zwei Regionalligen an, gefolgt von einer Oberliga und mehreren Verbandsligen. Im Hallenhockey folgt bei den Damen auf die erste Bundesliga direkt die erste Regionalliga und es gibt im Herren- und Damenhockey jeweils noch eine zweite Regionalliga. Im Feldhockey dauert ein Spiel in den Bundesligen 4x15 min. Ein Team besteht aus 11 Spielern (ein Torhüter und zehn Feldspieler). Insgesamt dürfen zu einem Feldhockeyspiel 16 Spieler und ein Ersatztorwart mitgenommen werden. Es darf fortlaufend während des Spiels gewechselt werden, wobei es keine maximale Zahl an Ein- und Auswechslungen gibt. Im Hallenhockey beträgt die Spielzeit 2x30 min. Es befinden sich fünf Feldspieler und ein Torhüter auf dem Platz. Insgesamt dürfen hier 12 Spieler im Kader stehen. Bis zum Ende der 1970iger Jahr wurde vornehmlich auf Naturrasen Feldhockey gespielt. Dann fand ein Wechsel zu bewässertem Kunstrasen statt, dessen Oberfläche deutlich ebener ist. Dieser Belag verschnellte das Spiel erheblich und eine bessere Ballkontrolle ist vorhanden, wodurch mehr Wert auf eine technisch hochwertige Spielweise gelegt wird. Alternativ dazu wird seither auch auf Kunstrasen mit Sandfüllung gespielt, den es jedoch nur noch in wenigen Vereinen gibt. Der Spiel- und Trainingsbetrieb findet, vor allem in den oberen Ligen, fast ausschließlich auf bewässertem Kunstrasen statt. Vor der Jahrtausendwende wurde der „fliegende Wechsel“ eingeführt, wodurch ein unbegrenztes Ein- und Auswechseln der Spieler während des ganzen Spiels möglich wurde. Diese Maßnahme eliminierte taktische Verzögerungen und die Spieler bleiben durch kurze Erholungspausen länger leistungsfähiger. 2010 wurde in allen Spielklassen der Selfpass eingeführt: Der Spieler mit dem Ball kann sich bei einem Freistoß, Abschlag, Anstoß oder Seitenaus den Ball selbst vorlegen und eine Aktion beginnen ohne vorheriges Abspielen zum Mitspieler. Diese Änderung verschnellte und dynamisierte das Spiel nochmals deutlich.

In Deutschland ist Hockey trotz großer Erfolge eine Randsportart. Die Spieler bekommen auch in den höchsten Ligen kein oder nur ein geringes Gehalt, je nach finanzieller Möglichkeit ihrer Vereine. Gelegentlich bekommen sie eine Unterstützung bei der Finanzierung einer Wohnung oder eines Autos. Zum Finanzieren des Lebensunterhaltes muss daher häufig Vollzeit ein Beruf ausgeübt werden. Daher kann Hockey nicht in dem Maße wie Fußball, Handball, Basketball oder Eishockey als Profisport angesehen werden, da durch die zeitlichen und materiellen Einschränkungen der Spieler und Trainer nicht so professionalisiert trainiert werden kann. Trotzdem ist Deutschland im internationalen Vergleich auf Augenhöhe mit Nationen wie den Niederlanden, wo Hockey Volkssport ist und die Spieler in den höchsten Ligen ihren Lebensunterhalt davon bestreiten können. Die Spieler trainieren unter der Woche in der ersten Bundesliga circa drei Mal pro Woche hockeyspezifisch. Zusätzlich findet teilweise noch eine Athletik-/Krafteinheit statt. Am Wochenende finden ein oder zwei Ligaspiele statt. In der Vorbereitungsphase auf die Saison kann die Anzahl an Trainingseinheiten erhöht werden und es finden Testspiele oder Vorbereitungsturniere statt. Im Feldhockey spielen die Sportler in der Saison 22 Ligaspiele und bei Erreichen der Endrunde (1.-4.-Plazierte der Tabelle) kommen weitere ein oder zwei Ligaspiele dazu. In der Hallensaison finden 10 Ligaspiele statt, bei Endrundenteilnahme noch ein bis zwei weitere Spiele. Pro Jahr fallen 32-36 Ligaspiele an. Hinzukommt bei manchen Spielern eine Mehrbelastung von 1-6 Spielen durch die Euro Hockey League (EHL) an der 24 Vereine aus 12 Ländern teilnehmen [10]. Nationalmannschaftsspieler sind einer erheblichen Mehrbelastung ausgesetzt. Alle vier Jahre finden Olympische Spiele und Feldweltmeisterschaften statt. Diese wechseln sich alle zwei Jahre in den geraden Jahren ab. Bis 2018 fand in den Jahren, in denen die Olympischen Spiele und die Weltmeisterschaften stattfanden, auch die Champions Trophy statt, für die die sechs weltbesten Nationalmannschaften qualifiziert waren. Auch alle zwei Jahre, in den ungeraden Jahren jeweils zwischen den Olympischen Spielen und den Feldweltmeisterschaften finden noch die Feldeuropameisterschaften statt. Europa- und Weltmeisterschaften werden draußen und in der Halle ausgetragen, Olympische Spiele und die Champions Trophy nur im Feldhockey. Die Hallenweltmeisterschaften findet alle vier Jahre im gleichen ungeraden Jahr der Feldeuropameisterschaften und die Halleneuropameisterschaften alle zwei Jahre im gleichen geraden Jahr der Feldweltmeisterschaften statt. 2019 wurde als neues Event die Hockey Pro League (HPL) eingeführt, in der die Nationalmannschaften zwischen Januar und Juni 14 Länderspiele zur Qualifikation für die Olympischen Spiele und die Weltmeisterschaften haben. Durch den erheblichen Reise- und Zeitaufwand, der hierdurch entstanden ist, ist die Anzahl der Tage, an denen Vorbereitungslehrgänge und -spiele stattfinden, von 50-60 in den vorigen Jahren (drei Tage bis maximal zwei Wochen) auf nur noch 34 Tage im Jahr 2019 gesunken [11]. Die HPL-Spiel überschneiden sich mit den Rückrunden der Ligaspiele auf dem Feld sowie in der Halle. 2019 nahmen die U18-Nationalspieler 34 Tagen an Vorbereitungsspielen- oder Lehrgängen teil. In der Jugendnationalmannschaft findet alle zwei Jahre Feldeuropameisterschaften statt. Für die Master-

Nationalmannschaften (Ü35-55) findet ausschließlich bei Vorbereitungslehrgängen ein nach Altersklassen aufgeteiltes gemeinsames Training statt, wobei die Master-Nationalspieler Angaben im Durchschnitt einmal pro Woche hockeyspezifisch zu trainieren und eine ergänzende Trainingseinheit (Kraft-/Athletiktraining) durchzuführen.

2.3 Studienkontext und Fragestellung

Das femoroazetabuläre Impingement hat durch sein vermehrtes Auftreten in mehreren Sportarten und die nun mögliche arthroskopische Behandlung immer mehr Aufmerksamkeit in der Orthopädie und Sportmedizin bekommen, wodurch einige Studien zum FAI im Sport durchgeführt wurden und eine erhöhte Prävalenz bei Sportlern, verglichen zur Allgemeinbevölkerung, festgestellt wurde. Im Eishockey wurde eine Prävalenz des Cam-Impingements von 68-85% ermittelt [12, 13]. Eishockey ist Feldhockey sehr ähnlich, weswegen man im Feldhockey auf eine ähnliche Prävalenz an FAI-Erkrankungen schließen könnte. Bisher existieren jedoch noch keine Studien zu diesem Thema im Feldhockey. Es ist jedoch aus eigener Erfahrung im Feldhockey bekannt, dass eine relevante Anzahl aktiver Spieler unter Hüftgelenksbeschwerden leidet und frühere Spieler gehäuft und frühzeitig, bereits im Alter von 40-50 Jahren, eine Hüftendoprothese erhalten. Das (symptomatische) FAI hat Auswirkungen auf die Ausübung von (Hochleistungs-)Sport. Die Sportler müssen ggf. ihr Trainingsverhalten (Intensität und Umfang) anpassen oder Trainingspausen einlegen, ergänzendes Training zum Kraftaufbau durchführen oder sich operativen Therapiemaßnahmen unterziehen. Dies kann zum frühzeitigen Karriereende oder zu einem Verhindern eines Karrierestarts im Hochleistungssport führen. Auch nach Karriereende können relevante Einschränkungen in Form von Schmerzen und Bewegungseinschränkungen bestehen und (weitere) operative Maßnahmen nötig werden. Detaillierteres Wissen über dieser Erkrankung im Hockeysport könnten in Zukunft möglicherweise präventives Handeln ermöglichen, eine Progression der Erkrankung aufhalten oder sogar die Entstehung eines FAI's verhindern. Bisher existieren keine Daten zum FAI im Hockeysport. Das FAI tritt signifikant häufiger beim männlichen Geschlecht auf, weshalb in dieser Studie nur Männer untersucht wurden. Das Ziel der Studie ist die Erfassung der Häufigkeit klinischer Auffälligkeiten des Hüftgelenkes, speziell der Erkrankung femoroazetabuläres Impingement, im leistungssportlich betriebenen Hockey.

3 Literaturübersichtsarbeit FAI im Sport

3.1 Einleitung

Das femoroazetabuläre Impingement (FAI) hat in den letzten 10-15 Jahren kontinuierlich an Aufmerksamkeit gewonnen. Es ist aufgrund der heutzutage möglichen arthroskopischen Behandlung ein häufiger Grund für einen chirurgischen Hüfteingriff geworden. 2011 wurden in den USA 2506 arthroskopische Hüfteingriffe durchgeführt, davon 892 Operationen zur Behandlung eines Cam-Impingements. Die Inzidenz der Hüftarthroskopie stieg zwischen 2007 und 2011 um 250% an [14]. Vor der Etablierung des Begriffs FAI beschrieben 1971 Murray und Duncan eine Formveränderung zwischen Femurkopf und Schenkelhals als „tilt deformity“. Als ursächlich wurde eine Epiphysiolysis capitis femoris vermutet [4]. 2003 griffen Ganz et al. diese Formveränderung auf und verwendeten erstmalig den Begriff des FAI's. Sie postulierten einen Zusammenhang zwischen knöchernen Veränderungen am Oberschenkelhals und am Azetabulum und der Entstehung einer Coxarthrose und beschrieben sie als femoroazetabuläres Impingement.

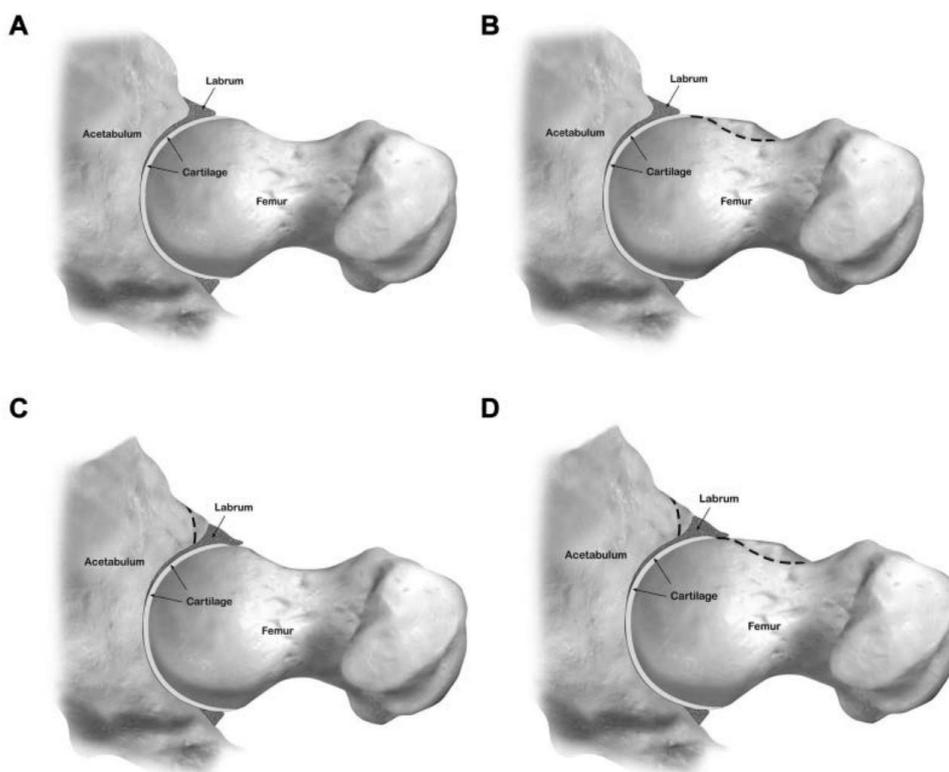


Abbildung 2: Impingement-Typen A) physiologischer Kopf-Hals-Übergang B) Cam-Impingement C) Pincer-Impingement D) kombiniertes Impingement (Cam- und Pincer-Typ) [15]

Dabei unterschieden sie drei Impingementtypen: Die Cam-Deformität (Nockenwellendeformität) mit einem knöchernen Anbau am Kopf-Hals-Übergang des Femurs, der insbesondere bei Flexionsbewegungen an der Pfanne anschlägt und die Pincer-Deformität (Beißzangendeformität)

mit einer pathologisch vergrößerten Überdachung des Azetabulums, wodurch der normal geformte Femurkopf bei endgradigen Flexions- und Innenrotationsbewegungen an der Pfanne anschlägt (s. Abbildung 1) [1]. Der dritte Typ beschreibt ein gemeinsames Auftreten der ersten beiden Typen. Das FAI scheint gehäuft bei Sportlern aufzutreten (40-94,3%), ist jedoch auch in der Allgemeinbevölkerung vorzufinden (7-25%) [2]. Es wird als Präarthrose eingestuft [1].

3.2 Methoden

Die Literaturrecherche erfolgte in den medizinischen Datenbank PubMed (MEDLINE) und Cochrane Library. Google Scholar wurde verwendet, wenn die vollständige Studie in den vorherig genannten Datenbanken nicht einsehbar war. Dabei wurden folgende Suchbegriffe verwendet:

hip impingement syndrome / hip impingement / femoroacetabular impingement / femoro-acetabular impingement / femoro acetabular impingement und sport und epidemiology oder diagnosis oder therapy oder outcome oder treatment oder etiology oder surgery oder arthroscopy oder conservative oder surgical treatment.

Die Suche umfasste alle Studien der Datenbanken bis zum 14. April 2018 unabhängig vom Publikationsjahr. Die Suche ergab 787 Studien. Nach Durchsicht der Titel wurden 272 Artikel aussortiert, da sie nicht das Thema FAI beinhalteten oder doppelt vorhanden waren oder nicht in deutscher oder englischer Sprache verfasst waren. Die verbliebenen 515 Studien reduzierten sich nach Auswertung der Abstracts um 314 auf 201 Studien. In diesem Schritt wurden inadäquate Studiendesigns wie Expertenmeinungen oder klinische Kommentare aussortiert, des Weiteren Fallberichte mit einer Teilnehmerzahl kleiner als 20. Nach vollständigem Lesen der Studien wurden 29 Studien mit mangelnder Qualität (mangelhafte Methodik oder Auswertung der Ergebnisse) nicht mehr berücksichtigt, wodurch 172 Studien verblieben. Nach Bewertung dieser Studien mit der „Checklist for Measuring Quality“ für Artikel und der „Prisma Checklist“ für systematische Übersichtsarbeiten (Reviews) wurden drei weitere Artikel aussortiert und es blieben 169 Studien übrig. Letztendlich in die Übersichtsarbeit einbezogen, wurden 143 Studien, 126 Artikel und 17 Reviews. Die nicht einbezogenen 26 Studien mussten nicht zitiert werden, da bereits ausreichend andere Studien als Quellenbeleg verwendet wurden.

Die Artikel – mit Ausnahme der systematischen Reviews - wurden anhand der „Checklist for Measuring Quality“ von Downs & Black, die aus dem Jahr 1998 stammt, bewertet [16]. Sie enthält 27 Fragen zur Studiendurchführung, zur externen und internen Validität, zu Störfaktoren und zur Aussagekraft der Studie. Maximal können 28 Punkte erreicht werden. Das Ergebnis wird als exzellent bei Erreichen einer Punktzahl von 26-28 Punkten, als gut bei 20-25 Punkten, als mittelmäßig bei 15-19 Punkten und als schlechtes Ergebnis bei ≤ 14 Punkten eingestuft. Die systematischen Reviews wurden anhand der „Prisma Checklist“ von 2009 [17] bewertet, die auch 27 Fragen enthält und der Leser angibt, ob und auf welcher Seite die Fragen im Review thematisiert werden. Diese Checkliste sieht in der Originalarbeit keine Bewertung anhand von Punkten vor, es wird lediglich notiert, ob und auf welcher Seite der Inhalt der Fragen thematisiert wird. Zur Vergleichbarkeit der Reviews wurde daher in dieser Studie bei vollständiger Beantwortung einer Frage ein Punkt vergeben. Wurde eine Frage im Review nicht ausreichend thematisiert, wurde kein Punkt vergeben. So konnten insgesamt maximal 27 Punkte vergeben werden. Die Bewertung der

Reviews wurde, da die maximal zu erreichende Punktzahl annähernd der Punktzahl der „Checklist for Measuring Quality“ entspricht, äquivalent zu dieser Checkliste vorgenommen. Jedes Kapitel eines Reviews (Titel, Zusammenfassung, Einleitung, Methoden, Ergebnisse, Diskussion und finanzielle Unterstützung) wird einzeln bewertet. Zusätzlich werden alle Artikel und Reviews nach ihrem Evidenzlevel bewertet. Es gibt fünf Evidenzlevel. Die beiden ersten Level lassen sich nochmals unterteilen. Klasse 1a entspricht einer Metaanalyse von methodisch hochwertigen randomisiert, kontrollierten Studien, Klasse 1b einer ausreichend methodisch hochwertigen, randomisiert kontrollierten Studie. Klasse 2a entspricht einer nicht-randomisierten hochwertigen Studie, wohingegen Klasse 2b einer methodisch hochwertigen, quasi-experimentellen Studie und Klasse 3 einer methodisch hochwertigen, nicht-experimentellen Studie (z.B. Fall-Kontroll-Studie oder Vergleichsstudie) entsprechen. Die Klasse 4 beinhaltet Meinungen aus Expertenkommissionen, beschreibende Studien und Fallserien und die Klasse 5 andere Expertenmeinungen. In dieser Studie wurden alle Evidenzlevel berücksichtigt. Für jedes Kapitel der Übersichtsarbeit wurde nach der „Checklist for Measuring Quality“ bei den Artikeln und nach der in dieser Studie auf Grundlage der „Prisma Checklist“ eigenständig ermittelten Punktzahl bei den Reviews der Mittelwert der erreichten Punkte bestimmt. 12 Artikel und zwei Reviews wurden in zwei Kapiteln der Übersichtsarbeit verwendet und fließen somit auch in die Bewertung beider Kapitel mit ein. Eine Bewertung über alle Kapitel hinweg auf Basis der 126 Artikel und 17 Reviews findet im Anschluss an die Einzelkapitel statt. Eine Bewertung anhand des Evidenzlevels findet nur bei den Artikeln statt. Die teilweise angegebenen Evidenzlevel der Reviews wurden von den Verfassern selbst angegeben. Eine Bewertung der Evidenzlevel der übrigen Reviews wurde nicht durchgeführt.

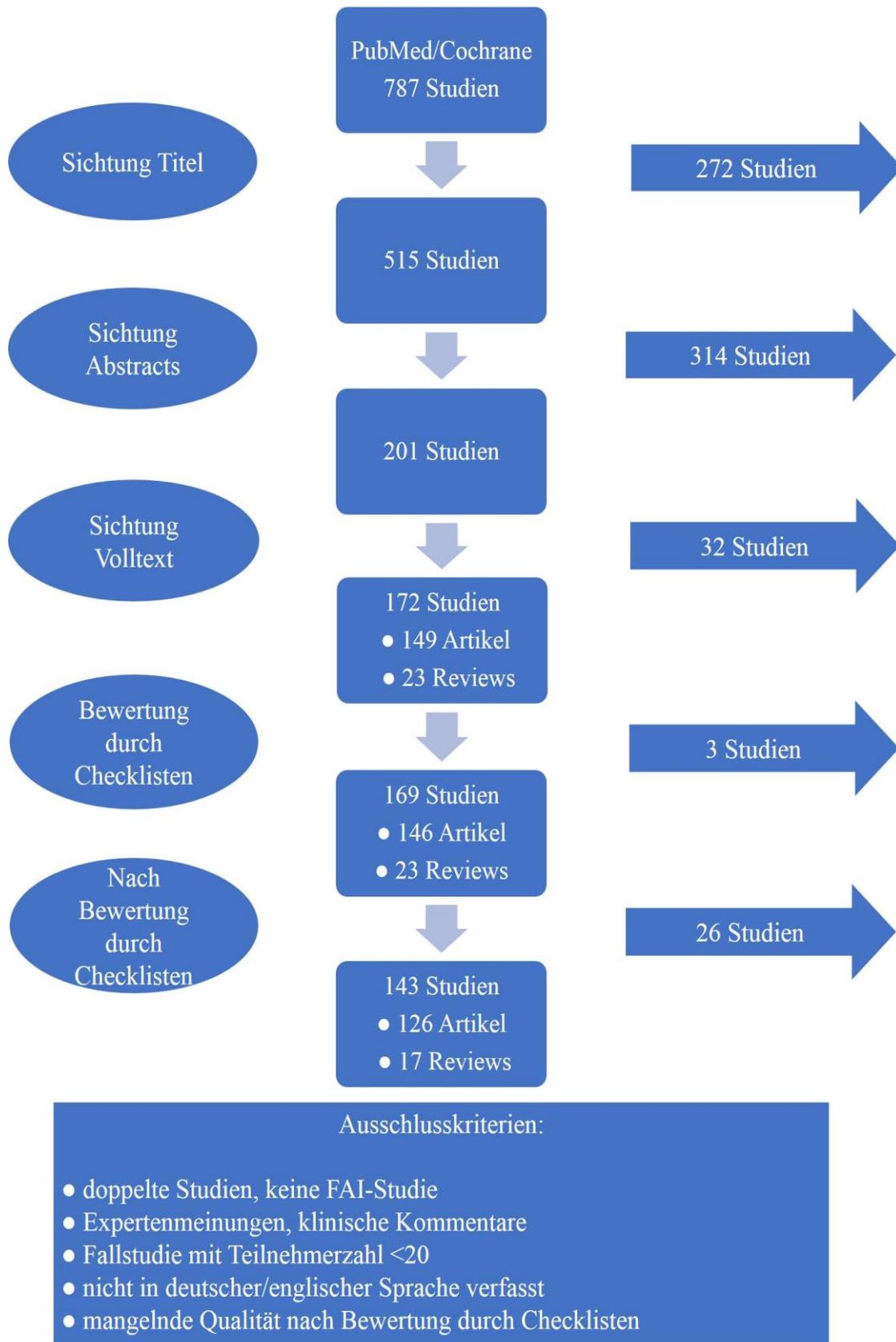


Abbildung 3: Flussdiagramm Identifikation und Auswahl der verwendeten Studien

Von den 143 verwendeten Studien befassten sich 37 Artikel und ein Review mit den Themen „Ätiologie und/oder Prävalenz“ des FAI's. Die Studien erreichten als Mittelwert im Schnitt 20,2 Punkte. Das Evidenzniveau belief sich bei vier Artikeln auf Level 2b, bei 17 Artikeln auf Level 3 und bei 16 Artikeln auf Level 4. Die zwei Reviews erreichten eine Punktzahl von 5.

26 Artikel und sechs Reviews waren zur „Klinik und Diagnostik“ des FAI's verfügbar. Die Bewertung der Artikel ergab im Durchschnitt 21,7 Punkte nach der „Checklist for Measuring Quality“. Ein Artikel erreichte das Level 1b, vier Artikel erreichten ein Evidenzniveau von 2b, neun Artikel ein Niveau von 3 und 12 Artikel ein Niveau von 4. Die Reviews erreichten eine durchschnittliche Punktzahl von 19 und ein Review gab selbst ein Evidenzlevel von 4 an.

Zum Aspekt der „Therapieverfahren“ des FAI's wurden 17 Artikel und vier Reviews verwendet. Die Bewertung der 19 Artikel ergab im Durchschnitt 19,9 Punkte auf Grundlage der „Checklist for Measuring Quality“. Zwei Artikel erreichten das Evidenzlevel 1b, drei Artikel ein Niveau von 3, 11 Artikel ein Niveau von 4 und ein Artikel wird nur mit dem fünften Evidenzlevel bewertet. Die Reviews erreichten eine durchschnittliche Punktzahl von 16,5 und zwei Reviews bewerteten sich selbst mit einem Evidenzlevel von 4.

In den Abschnitt „Komplikationen nach operativer Behandlung“ wurden vier Artikel mit einbezogen und bewertet. Die Bewertung der Artikel ergab im Durchschnitt 21,8 Punkte nach der „Checklist for Measuring Quality“. Zwei der verwendeten Artikel wurden mit einem Evidenzlevel von 3 und zwei Artikel mit einem Evidenzniveau von 4 bewertet. Des Weiteren wurden in diesem Abschnitt Inhalte aus dem im April 2018 erschienenen Fachbuch „Hüftarthroskopie: Praxisbuch für gelenkerhaltende Chirurgie“ von den Autoren C. Sobau, G. Möckel und H. Gollwitzer berücksichtigt, da es aktuell das einzige und neuste deutschsprachige Fachbuch ist, das sich ausschließlich mit dem Thema Hüftarthroskopie befasst .

Zum Abschnitt „Therapieresultate“ (engl. Outcome) wurden 40 Artikel und drei Reviews verwendet. Die Bewertung der 40 Artikel ergab im Durchschnitt 20,8 Punkte laut der „Checklist for Measuring Quality“. In diesem Abschnitt wiesen ein Artikel ein Evidenzlevel von 1b auf, fünf Artikel ein Evidenzlevel von 2b, 18 Artikel ein Level von 3 und 16 Artikel ein Level von 4 auf. Die Review erreichte eine durchschnittliche Punktzahl von 10,7 und ein Review gab selbst ein Evidenzlevel von 4 an.

Zum Themengebiet „Rückkehr zum Sport nach operativer FAI-Behandlung“ wurden 14 Artikeln und vier Reviews verwendet. Die Bewertung der Artikel ergab im Durchschnitt 20,6 Punkte nach der „Checklist for Measuring Quality“. Hierbei erreichten drei Artikel ein Evidenzniveau von 3 und 11 Artikel ein Niveau von 4. Die Reviews erreichten eine durchschnittliche Punktzahl von 19 und ein Review gab selbst ein Evidenzlevel von 4.

Im Durchschnitt erhielten die 126 verwendeten Artikel in der „Checklist for Measuring Quality“ 20,7 Punkte, was laut Originalinterpretation der Autoren einem guten Ergebnis entspricht. Insgesamt erreichten vier Artikel das Evidenzlevel 1b, 11 Artikel das Level 2b, 49 Artikel das Level 3, 61 Artikel das Level 4 und ein Artikel das Level 5. Die 17 verwendeten Reviews fielen qualitativ schlechter aus: Sie erreichten nach dem in dieser Studie verwendeten Punktesystem im Durchschnitt 16,8 Punkte, was einem mittelmäßigen Ergebnis entspricht. Fünf der verwendeten Reviews gaben zu ihrer Studie selbst ein Evidenzniveau von 4 an. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Artikel und Reviews gute bzw. mittelmäßige Ergebnisse liefern, was in der Checklistenbewertung deutlich wird, sie jedoch ein geringes Evidenzlevel aufweisen, weshalb in zukünftigen Studien als Studiendesign vor allem auf randomisiert-kontrollierte Studien Wert gelegt werden sollte. Da diese jedoch häufig nicht umsetzbar sind, sollte eine höhere Studienteilnehmerzahl erreicht werden und häufiger Kontrollgruppen mit einbezogen werden. Außerdem sollte auf eine hochwertige Methodik und statistische Auswertung geachtet werden. Des Weiteren müssten zur Beurteilung des FAI's bei Sportlern mehr sportsspezifische Studien durchgeführt werden.

Kapitel	Bewertung der Studienartikel	Bewertung der Übersichtsarbeiten
Ätiologie und Prävalenz	37 Artikel → CfMQ: 20,2 Punkte → Evidenz: Level 2b: 4 Art. Level 3: 17 Art. Level 4: 16 Art.	2 Übersichtsarbeiten → Prisma: 5 Punkte → Evidenz: nicht angegeben
Anamnese, Klinik und Diagnostik	26 Artikel → CfMQ: 21,7 Punkte → Evidenz: Level 1b: 1 Art. Level 2b: 4 Art. Level 3: 9 Art. Level 4: 12 Art.	6 Übersichtsarbeiten → Prisma: 19 Punkte → Evidenz: Level 4: 1 ÜA
Therapieverfahren	17 Artikel → CfMQ: 19,9 Punkte → Evidenz: Level 1b: 2 Art. Level 3: 3 Art. Level 4: 11 Art. Level 5: 1 Art.	4 Übersichtsarbeiten → Prisma: 16,5 Punkte → Evidenz: Level 4: 1 ÜA
Komplikationen nach chirurgischer Behandlung	4 Artikel → CfMQ: 21,8 Punkte → Evidenz: Level 3: 2 Art. Level 4: 2 Art.	0 Übersichtsarbeiten
Therapieresultate	40 Artikel → CfMQ: 20,8 Punkte → Evidenz: Level 1b: 1 Art. Level 2b: 5 Art. Level 3: 18 Art. Level 4: 16 Art.	3 Übersichtsarbeit → Prisma: 10,7 Punkte → Evidenz: Level 4: 1 ÜA
Rückkehr zum Sport nach operativer Behandlung	14 Artikel → CfMQ: 20,6 Punkte → Evidenz: Level 3: 3 Art. Level 4: 11 Art.	4 Übersichtsarbeiten → Prisma: 19 Punkte → Evidenz: Level 4: 2 ÜA
gesamte Übersichtsarbeit	126 Artikel → CfMQ: 20,7 Punkte → Evidenz: Level 1b: 4 Art. Level 2b: 11 Art. Level 3: 49 Art. Level 4: 61 Art. Level 5: 1 Art.	17 Übersichtsarbeiten → Prisma: 16,8 Punkte → Evidenz: Level 4: 5 ÜA

Tabelle 1: Übersicht Bewertung der Studienartikel und Übersichtsarbeiten innerhalb der einzelnen Kapitel anhand der „Checklist for Measuring Quality“, der „Prisma-Checkliste“ und dem Evidenzlevel (CfMQ=Checklist for Measuring Quality, Art.=Artikel, ÜA=Übersichtsarbeit)

3.3 Ätiologie und Prävalenz

3.3.1 Prävalenz

Die Angaben zur Prävalenz des FAI's schwanken stark in Abhängigkeit von der untersuchten Sportart, aber auch innerhalb einer Sportart. Das gilt auch für die Allgemeinbevölkerung. In der asymptomatischen Allgemeinbevölkerung, die sportlich nicht sehr aktiv ist, betrifft diese Erkrankung 7-25% [18–20]. Raveendran et al. geben die Prävalenz des Cam-Impingement bei Männern mit 25% und bei Frauen mit 10% an, der Pincer-Typ wird bei 7% der Männer und 10% der Frauen beobachtet. Beide Typen treten gehäuft bilateral auf, die Cam-Deformität betrifft v.a. Männer, Pincer-Deformität v.a. Frauen [19].

Im Jahr 2011 verglichen Siebenrock et al. 9-25-jährige Basketballspieler mit einer Kontrollgruppe und stellten fest, dass der Alpha-Winkel bei den Sportlern signifikant größer war und am größten im anterosuperioren Bereich des Schenkelhalses in der 1-Uhr-Position. Ein großer Alpha-Winkel spricht für das Vorliegen eines Cam-Impingements, was im Kapitel 3.4.2.3 Spezielle Cam-Impingement-Diagnostik näher erläutert wird. Agricola et al. beurteilten 2014 bei den Jugendfußballern auch die Entwicklung der Cam-Deformität über die Zeit der Wachstumsphase bis zum Fugenschluss. Dabei stellten sie fest, dass die Prävalenz der Cam-Deformität bei offener Wachstumsfuge stieg und bei Schluss der Wachstumsfuge nicht mehr zunahm [21]. Monckeberg et al. beobachteten 2016 bei Profifußballspielern keinen signifikanten Unterschied der FAI-Prävalenz bei Spielern mit offener und geschlossener Wachstumsfuge [22].

Die Häufigkeit des FAI's im Profieishockey wird zwischen 68-93,8% angegeben [12, 13, 15, 23, 24]. Brunner et al. untersuchten 74 junge Eishockeyspieler klinisch und durch eine MRT und ermittelten eine Prävalenz von 68% von Spielern mit Veränderungen im Sinne eines FAI's, wovon 22% symptomatisch und 46% asymptomatisch waren. Es waren deutlich weniger Pincer-Deformitäten in der symptomatischen Gruppe zu finden als in der asymptomatischen Gruppe, wobei die Cam-Deformitäten in beiden Gruppen gleich häufig vorkamen. Die Prävalenz des Cam-Impingements bei Profieishockeyspielern geben Lerebours et al. 2016 mit 69,4% an, wobei keine Seitenpräferenz zu finden war. 60,8% der Spieler wiesen ein bilaterales Cam-Impingement auf, Eishockeytorhüter wiesen die höchste Prävalenz für eine Cam-Deformität auf mit 93,8%. Mittelfeldspieler wiesen die geringste Prävalenz fürs Cam-Impingement auf mit 54,6% [23]. Philippon et al. verglichen die Häufigkeit der Cam-Deformität zwischen asymptomatischen jungen Eishockeyspielern und Skifahrern und stellten fest, dass 79% der Eishockeyspieler und 40% der Skifahrer eine Cam-Deformität aufwiesen. Die Prävalenz des Cam-Impingements nahm dabei kontinuierlich mit dem Alter von 12-19 Jahren bei den Eishockeyspielern zu, wohingegen es keinen Anstieg bei den Skifahrern zu verzeichnen gab. 93% der vom FAI betroffenen Eishockeyspieler

und 75% der Skifahrer hatten zudem einen Labrumschaden [15]. Larson et al. berichteten sogar von 85% Cam-Deformitäten bei Profieishockeyspielern [13].

Die Prävalenz des FAI's im Profifußball in den USA geben Gerhardt et al. 2012 mit 72% bei männlichen Spielern und 50% bei weiblichen Spielern an. Bei den Männern fanden sich davon 68% Cam-Deformitäten, die zu 76,5% bilateral auftraten, und 26,7% Pincer-Deformitäten, wovon auch hier 80% bilateral auftraten. Bei den Frauen traten etwas weniger Cam-Deformitäten auf mit 50%, von denen ebenfalls 90% bilateral waren und 10% Pincer-Deformitäten, die zu 100% bilateral vorhanden waren [25].

Harris et al. berichteten über eine Prävalenz von Cam-Deformitäten bei Profiballetttänzern von 25,5% in beide Hüftgelenken und bei 31,9% der Tänzer und von Pincer-Deformitäten bei 74% der Tänzer, sie untersuchten jedoch auch nur eine kleine Kohorte mit 47 Tänzern [26].

Larson et al. untersuchten 2013 American-Football-Spieler der National Football League (NFL). Sie fanden bei 90% ein FAI vor [27]. In einer anderen Studie wurde bei jungen NFL-Spielern sogar in 94,3% der Fälle ein FAI gefunden, wovon 61,8% kombinierte Impingementtypen, 9,8% Cam- und 22,8% Pincer-Impingements waren [28].

Kapron et al. untersuchten 2015 Collegeathletinnen, die im Volleyball, Fußball oder in der Leichtathletik aktiv waren, und fanden in 48% der Fälle eine Cam-Deformität, die am häufigsten in der Leichtathletik zu finden war. In dieser Studie wird auch von einer sehr geringen Prävalenz der Pincer-Deformität von 1% berichtet [29]. Lee et al. unterstützen eine erhöhte Häufigkeit des FAI's bei Sportlern, insbesondere der Cam-Deformität (55,1%) [30].

Bei Capoeira-Sportlern wird über 91,7% mit Zeichen für eine Cam-Deformität und einem Alpha-Winkel $>50^\circ$ berichtet, 45,8% hatten eine alpha-Winkel $>60^\circ$ [31]. Der anteriore Impingementtest war in 66,7% der rechten und 70,9% der linken Hüften positiv. 37,5% wiesen Anzeichen einer Pincer-Deformität auf und 33,3% die eines kombinierten Impingements [32].

Profisportart	Studie	Prävalenz FAI
Eishockey	Brunner et al. (2016) [12]	68% FAI → 22% symptomatisch → 46% asymptomatisch
	Lerebours et al. (2016) [23]	69,4% Cam → 60,8% bilateral 93,8% Cam bei Torhütern 54,6% Cam bei Mittelfeldspielern
	Philippon et al. (2013) [15]	79% Cam
	Larson et al. (2017) [13]	85% Cam
	→ Gesamt 68-93,8% FAI	
Fußball	Gerhardt et al. (2012) [25]	FAI → ♂ 72%, ♀ 50% Cam ♂ → 68% (76,5% bilateral) ♀ → 50% (90% bilateral) Pincer ♂ → 26,7% (80% bilateral) ♀ → 10 % (100% bilateral)
American Football	Larson et al. (2013) [27]	90% FAI
	Nepple et al. (2012) [28](94,3% FAI → 61,8% kombiniertes FAI → 9,8% Cam → 22,8% Pincer
Capoeira	Mariconda et al. (2014) [32]	91,7% Cam 37,5% Pincer 33,3% kombiniertes FAI
Skifahren	Philippon et al. (2013) [15]	40% Cam
Tanzen	Harris et al. (2016) [26]	31,9% Cam
Leichtathletik	Lahner et al. (2014) [33]	34% kombiniertes FAI

Tabelle 2: Prävalenz FAI in den verschiedenen Profisportarten

3.3.2 Ätiologie

Das femoroazetabuläre Impingement kann durch verschiedene primäre oder sekundäre Ursachen entstehen (s. Tabelle 3) [34].

Ursache	Cam-Deformität	Pincer-Deformität
primär	Idiopathisch	Idiopathisch
sekundär	1) in Wachstumsphase → Coxa vara → Morbus Perthes → Epiphysiolysis capitis femoris 2) posttraumatisch → in Fehlstellung verheilte Schenkelhalsfraktur 3) iatrogen → Femurkopfosteotomie	1) in Wachstumsphase → Coxa profunda → Protrusio acetabuli 2) traumatisch → posttraumatische Deformität des Azetabulums 3) iatrogen → Überkorrektur Hüftdysplasie

Tabelle 3: Ursachen der FAI-Entstehung [34]

Die Ursache des idiopathischen femoroazetabulären Impingements ist nicht vollständig geklärt. Mehrere Theorien sind seit der Erstbeschreibung des FAI's entstanden, keine konnte aber bisher nachgewiesen werden. Die von Murray & Duncan im Jahr 1971 zum ersten Mal beschriebene „tilt

deformity“ beschreibt knöcherne Veränderungen am Schenkelhals oder am Azetabulum. Sie fiel vor allem bei jungen Männern auf, die in der Jugend sportlich sehr aktiv waren. Insbesondere Männer in Sprungsportarten waren betroffen. Die Autoren sahen die sportliche Aktivität als ursächlich für die knöchernen Veränderungen an, die im Verlauf zu degenerativen Hüftgelenksveränderungen führen können. Des Weiteren beschrieben sie einen Zusammenhang zum Auftreten von „Wachstumsschmerzen“ bei Jugendlichen, die sie auf die Veränderungen am Oberschenkelkopf-Hals-Übergang zurückführten [4]. Aktuell wird vermutet, dass durch eine hohe sportliche Aktivität in der Wachstumsphase (vermehrter) Scherstress auf den Schenkelhals wirkt [2] und so eine Wachstumsveränderung der Epiphyse verursacht [2, 3]. Dieses Phänomen könnte auf eine verlangsamte Trennung der initial gemeinsamen Wachstumsfuge von Femurkopf und Trochanter major zurückzuführen sein oder auf eine strukturelle Anpassung der Wachstumsfuge auf die höheren Belastungen am proximalen Femurende [2]. Es wird außerdem über ein 2,8-fach erhöhtes Risiko für Geschwister berichtet ein FAI zu entwickeln [35].

Anhand von Fußballstudien wurden folgende Erkenntnisse zum FAI gewonnen: 2015 beschrieben Tak et al. einen Zusammenhang bei Fußballspielern zwischen einer hohen Intensität und Umfang des Trainings und einer zunehmenden Häufigkeit an Cam-Deformitäten [36]. 2012 untersuchten Agricola et al. 89 ambitionierte bzw. Profifußballspieler im Alter von 12-19 Jahren und eine Kontrollgruppe. Bei den Sportlern durften keine Hüfterkrankung bekannt sein. Die Kontrollgruppe bestand aus Jungen, bei denen wegen Hüft-/Knie- oder Rückenbeschwerden ein Röntgenbild beider Hüften existierte, die jedoch seit mindestens zwei Jahren wegen dieser Beschwerden nicht mehr beim Arzt waren und auch keine Hüfterkrankung mit Ausnahme eines FAI's, was bei zwei Jungen der Fall war, diagnostiziert wurde. Die Sportler wiesen ab einem Alter von 13 Jahren röntgenologisch einen Knochenzuwachs am Schenkelhals auf. Schon ab dem 12. Lebensjahr war in beiden Gruppen eine Abflachung des Schenkelhalses zu erkennen, ein prominenter Knochenzuwachs im Sinne einer von Ganz et al. beschriebenen Cam-Deformität jedoch nur bei den Fußballspielern. Die Anzahl der Abflachungen und prominenten Knochenzuwachsen am Schenkelhals stieg bei den älteren Spielern an und war signifikant erhöht gegenüber der Kontrollgruppe [2]. Dies bestätigt auch eine weitere Studie von Agricola et al. aus dem Jahr 2014, in der es zu einer Zunahme der Größe der Cam-Deformität bei offener Wachstumsfuge kam. Mit Fugenschluss hingegen kam es zu keiner weiteren Größenzunahme. Bei jungen Fußballspielern mit Cam-Deformität wurde ein kleinerer Oberschenkelschaft-Halswinkel (CCD-Winkel) beobachtet [21]. Eine weitere Studie unterstützt diese Beobachtung, da hier beim symptomatischen und asymptomatischen FAI ein höherer Scherstress auf den anterolateralen Knorpel und die posteriore Region des Azetabulums ausgeübt wurde, verglichen mit einer gesunden Kontrollgruppe, und dieser Scherstress scheint größer zu sein bei einem kleinen CCD-Winkel [37]. Gerhardt et al.

berichten außerdem, dass der Alpha-Winkel größer bei den Fußballspielern mit FAI war, wobei er zudem signifikant größer bei Männern als bei Frauen war [25].

Als ursächlich für die Entstehung des FAI's im Eishockey werden verschiedene sportartspezifische Hüftpositionen angesehen: Vor allem die Kombination aus (sub)maximaler Hüftabduktion und -extension in der Abstoßphase beim Sprinten und die starke Hüftinnenrotation und -flexion in der Erholungsphase werden als prädisponierend eingeschätzt. Der Alpha-Winkel war bei den Spielern mit FAI signifikant größer. Die passive Hüftbeweglichkeit und die Muskelkraft aller Hüftmuskeln unterschieden sich nicht zwischen den Gruppen [12]. Auch beim Vergleich von Eishockeyspielern und Skifahrern war der Alpha-Winkel bei den Eishockeyspielern deutlich größer und korrelierte positiv mit dem Alter der Spieler. Die 16-19-jährigen Eishockeyspieler wiesen dabei 36-fach häufiger eine Alpha-Winkel $>55^\circ$ auf als die Skifahrer [15]. Eishockeytorhüter wiesen den geringsten lateralen Zentrum-Ecken-Winkel (Lateral-Center-Edge-Angle LCEA) auf, welcher die Überdachung des Azetabulums beschreibt [23]. Der physiologische LCE-Winkel liegt bei $23-33^\circ$. Ist der Winkel geringer, liegt eine dysplastische Pfanne vor, sobald er größer als 33° ist, weist dies auf eine Mehrüberdachung der Pfanne hin, genauso wie der anteriore Zentrum-Ecken-Winkel (Anterior-Center-Edge-Angle ACE-Winkel), der bei $<3^\circ$ auf eine Mehrüberdachung hindeutet [38]. Lerebours et al. vermuten, dass Torhüter mit einem hohen LCE-Winkel bereits vor der Profiligen ausselektiert werden oder dass es zu Anpassungen in der Wachstumsphase durch die ständigen Extrembewegungen kommt, woraus sich ergibt, dass die Eishockeytorhüter in den Profiligen einen geringeren LCE-Winkel haben [23].

Bei professionellen Balletttänzern berichten Charbonnier et al. von Labrumveränderungen und -defekten im superioren und posterosuperioren Quadranten des Azetabulums, im Gegensatz zu den bisher am häufigsten berichteten Veränderungen im anterosuperioren Bereich. Bei verschiedenen Tanzschritten kommt es zum Impingement und zu Subluxationen bei welchen der Oberschenkelhals an den superioren oder posterosuperioren Quadranten des Azetabulums anschlägt. Hierbei kommt es zum Impingement bei 70% der durchgeführten Querspagate und in 39% zu Subluxationen beim Seitspagat. Tänzer besitzen eine vermehrte Hüftflexion, -abduktion und -außenrotation [39], was ihnen einen Vorteil in der Durchführung der sportartspezifischen extremen Bewegungen verschafft [39, 40]. 85% der weiblichen und 26% der männlichen Sportler hatten eine Coxa profunda und 92% der Frauen und 74% der Männer eine (Borderline-)Dysplasie [26]. Fraser et al. stellten fest, dass Tänzerinnen im Vergleich zu Fußballerinnen und Läuferinnen einen geringeren Alpha-Winkel haben, dafür aber einen größeren LCEA und ACEA, womit sie nicht prädisponiert sind für ein Cam-Impingement, sondern für ein Pincer-Impingement [40].

Bei American-Football-Spielern fanden Larson et al. bei 71,5% der Spieler eine acetabuläre Retroversion und bei 61,8% einen pathologischen Alpha-Winkel $>50^\circ$. In dieser Studie war ein BMI >35 mit einer globalen Mehrüberdachung der Pfanne assoziiert [28].

Bei Leichtathletinnen fanden Lahner et al. häufiger einen Alpha-Winkel $>55^\circ$ und eine LCEA $>40^\circ$ (34%), als bei der Kontrollgruppe (2,7%), was einem kombinierten Impingementtyp entspricht [33]. Auch bei Capoeira-Sportlern wurde ein erhöhter Alpha-Winkel beobachtet, der bei Männern größer ist als bei Frauen, jedoch wird hier von einem schmalen Offset am Schenkelhals berichtet, im Vergleich zum weiblichen Geschlecht [32]. Die Offsetstörung beschreibt die Disproportion zwischen dem Durchmesser des Schenkelhalses und des Femurkopfes, was ein Cam-Impingement widerspiegelt [31]. In einer weiteren Studie zu Capoeira-Sportlern wurde bei einem Alpha-Winkel $>60^\circ$ sehr viel häufiger von Leistenschmerzen berichtet und der anteriore Impingementtest war signifikant häufiger positiv. Zudem war das Cam-FAI mit dem männlichen Geschlecht und einem hohen BMI assoziiert [32].

Die Studie von Dickenson et al. berichtete 2016 als erste Studie über eine Seitenasymmetrie der Deformität bei Profigolfern. Die Häufigkeit von Cam-Deformitäten und von Labrumdefekten scheint in der hinten stehenden Hüfte des Golfers höher zu sein, da vermutet wird, dass Labrumdefekte eher durch eine schnelle Extension und Außenrotation in der Hüfte entstehen. In der vorderen Hüfte wurden ein geringerer Alpha-Winkel und eine höhere Antetorsion des Schenkelhalses festgestellt. Das hohe Maß an schnellen Wechseln zwischen Innen- und Außenrotation in der Hüfte im hinteren Bein stresst wohlmöglich den anterosuperioren Schenkelhals und triggert so die zusätzliche Knochenbildung in dieser Region [41].

Nawabi et al. verglichen 2014 als Erste verschiedene Sportarten untereinander und stellten fest, dass das Alter der Sportler beim chirurgischen Eingriff zur Behandlung des FAI's bei „cutting sports“ (Feldhockey, Basketball, Lacrosse und Fußball) deutlich niedriger ist als in anderen Sportarten [42].

Auch die Beckenkipfung scheint laut einer Studie aus dem Jahr 2014 von Ross et al. eine Auswirkung auf die Entstehung des FAI's zu haben. Bei einer anterioren Beckenneigung war die Innenrotation der Hüfte geringer in 90° Flexion und noch niedriger, wenn zusätzlich die Hüfte 15° adduziert wurde. Zusätzlich verschob sich das knöcherne Impingement noch weiter Richtung anterior und es kam früher zu einem Anschlag des Schenkelhalses an der Pfanne. Eine posteriore Beckenkipfung steigerte hingegen die Innenrotation der Hüfte und der knöcherne Anschlag befand sich weiter superolateral. Daher scheint eine dynamische anteriore Beckenkipfung durch das frühere Anschlag an der Pfanne schneller zum FAI zu führen als eine posteriore Beckenkipfung [43, 44]. Die Kapseldicke scheint zudem auch eine Rolle zu spielen wie beweglich eine Hüfte ist. Zhang et al. berichteten 2018 über einen Zusammenhang zwischen einer eingeschränkten Flexion

und Innenrotation und einer verdickten Kapsel. Männer besitzen häufig eine dickere Kapsel als Frauen und dadurch auch eine geringere Beweglichkeit der Hüfte. Als ursächlich sahen sie an, dass im Rahmen der FAI-Entstehung die Kapseldicke pathologisch zunimmt, vor allem im anterioren und anterosuperioren Bereich der Kapsel. Diese Annahme wird dadurch unterstützt, dass die Kapsel in Hüftgelenken ohne FAI eigentlich im posterioren Bereich am dicksten ist, was für einen vermehrten mechanischen Stress im anterioren und anterosuperioren Bereich bei der FAI-Entstehung spricht [45]. Zudem scheinen eine geringe Femurtorsion, eine starke Pfannenüberdachung und eine große Cam-Läsion Risikofaktoren für eine geringe Innenrotation und eine FAI-Entwicklung zu sein. Eine verringerte Antetorsion des Femurs oder sogar eine Retroversion können ein FAI verschlimmern, da die Deformität bei Innenrotation und Flexion schneller anschlägt [34]. Außerdem scheint das FAI eine Ursache für das Entstehen einer Sportlerleiste und einer Ostitis pubis zu sein, da die Cam-Läsion beim Knochenkontakt eine Rotationsbewegung auf die Symphyse ausübt [46].

3.3.3 Folgen des FAI's

Schon 2003 sahen Ganz et al. einen Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein eines FAI's und der Entstehung einer Coxarthrose. Durch den unphysiologischen Kontakt des Oberschenkelhalses und des Pfannenrandes entstehen Läsionen am Labrum und am Knorpel des Azetabulums. Das wiederholte Ausführen konfliktträchtiger Bewegungen lässt die intraartikulären Schäden fortschreiten, was als finale Konsequenz zu einer degenerativen Hüfterkrankung führen kann [1]. Beim Cam-Impingement liegt das Hauptproblem in der fehlenden Taillierung des anterioren Schenkelhalses. Bei starker Flexion schlägt dieser Teil gegen das anterosuperiore Azetabulum, erzeugt Scherstress und Druck auf den Übergang zwischen Labrum und Knorpel und den subchondralen Bereich. Dabei wird das Labrum gedehnt und nach außen gedrückt, während der Knorpel gequetscht und Richtung Zentrum des Azetabulums geschoben wird. Dadurch kommt es zu einer Separation von Labrum und Knorpel. Dies entsteht bei einer noch stabilen Fixierung des Labrums am Pfannenrand. Bei einem Abriss des Labrums kann der Knorpel beim Vorliegen eines Cam-Impingements durchaus intakt bleiben. Die intraartikulären Schäden beim Pincer-Impingement entstehen durch die tiefere Gelenkpfanne und die pathologisch vermehrte Überdachung des Azetabulums. Auch hier stößt der Schenkelhals bei endgradigen Bewegungen gegen das Labrum und drückt es ein wie ein Stoßdämpfer, der wiederum die Kraft nur auf einen kleinen Teil des Knorpels am Pfannenrand fortleitet. Durch die sich wiederholenden Mikrotraumen wird das Knochenwachstum angeregt und es kommt zu einer Ossifizierung des Labrums. Beim Pincer-Impingement werden Labrumveränderungen an der gesamten Zirkumferenz des Azetabulums beobachtet, am häufigsten jedoch zwischen der 11- und 1-Uhrposition (s. Abbildung 9) [47]. Das Risiko bei einem vorhandenen FAI eine Coxarthrose zu entwickeln, scheint um das 3-8,5-fache erhöht zu sein [35]. Jüngere Patienten entwickeln beim Vorliegen eines Cam-

Impingements häufiger eine Coxarthrose (65-80%), verglichen zur Pincer-Deformität. Das Pincer-Impingement wird in der Regel erst später symptomatisch (im Alter von 30-40 Jahren, Cam-Typ im Alter von 20-30 Jahren) und zeigen darüber hinaus insgesamt einen geringer progredienten Krankheitsverlauf mit Blick auf die Knorpelschäden [38]. Wahrscheinlich liegt beim Pincer-Impingement der Knorpelschaden nicht in der Hauptbelastungszone, außerdem kommt es insgesamt seltener vor [48]. Beim Pincer-Impingement ist häufig ein Contrecoup vorhanden, der dadurch entsteht, dass es beim Anschlagen des Schenkelhalses an der anterosuperioren Pfanne zu einer Subluxation des Kopfes im posterioren Pfannenbereich kommt und dadurch ein ansteigender Druck zwischen dem posteroinferioren Azetabulum und dem posteromedialen Femurkopf entsteht. Dabei entsteht zu 62% eine Läsion am Femurkopf und zu 31% am Azetabulum, die den Knorpel betreffen [47]. Beim Cam-Impingement treten die knöchernen Veränderungen lokaler auf, am häufigsten im anterosuperioren Bereich in der 1-Uhr-Position. Beim Johnston County Osteoarthritis Project untersuchten Nelson et al. zwischen 1991-2010 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 62 ± 9 Jahren mit milder Osteoarthrose (Kellgren-Lawrence-Score < 3) jeweils nach sechs und 13 Jahren. Sie bildeten zwei Gruppen: Gruppe 1 bestand aus Patienten, bei denen der Kellgren-Lawrence-Score gerade ≥ 3 angestiegen war (Fallgruppe), und eine bei denen der Arthroseggrad konstant geblieben war (Kontrollgruppe). Der Kellgren-Lawrence-Score erhebt radiologisch den Arthroseggrad eines Gelenkes und lässt sich in fünf Grade aufteilen. Beim Grad 0 liegen keine radiologischen Zeichen einer Arthrose vor. Grad 1 entspricht dem Vorliegen kleinster Osteophyten, die beim nächsten Grad schon sichtbar sind, ohne dass der Gelenkspalt verschmälert ist. Der dritte Grad zeichnet sich durch eine mittelgradige Gelenkspaltverschmälerung aus, die beim vierten Grad schon stark ausgeprägt ist und zudem subchondrale Sklerosierungen zeigt. Dabei war zu beobachten, dass Patienten mit einem Alpha-Winkel $> 60^\circ$ häufiger in der Gruppe der sich verschlechternden Coxarthrosen zu finden waren. Eine Protrusio acetabuli war häufiger bei Frauen der Fallgruppe zu finden, eine Coxa profunda bei Frauen der Kontrollgruppe [49]. Wyles et al. machten Risikofaktoren aus, die zum Fortschreiten von degenerativen Veränderungen beitragen. Dazu untersuchten sie jugendliche Sportler und Nicht-Sportler zweimal im Abstand von fünf Jahren und stellten dabei fest, dass eine abnehmende Innenrotation und Flexion, ein positiver anteriorer Impingementtest, ein steigender Alpha-Winkel und das Vorkommen einer Cam-Läsion als Risiko für das Verursachen von degenerativen Veränderungen anzusehen sind [50].

3.4 Anamnese, Klinik und Diagnostik

Das femoroazetabuläre Impingement ist eine Erkrankung, die viele Differenzialdiagnosen besitzt. Es dauert dadurch häufig lange, bis sie richtig diagnostiziert wird. Differenzialdiagnostisch berücksichtigt werden müssen angeborene Hüftfehlbildungen, Überbelastungen, die zu muskulären Problemen führen, Schenkelhernien, eine Sportlerleiste, eine Bursitis trochanterica und ausstrahlende ISG- und LWS-Beschwerden [51]. Laut Economopoulos et al.'s Studie zeigten 86% der chirurgisch behandelten Sportlerleisten radiologische Zeichen eines FAI's, wobei präoperative Impingementzeichen Risikofaktoren für schlechte Ergebnisse nach Sportlerleistenoperationen darstellten und häufig weiter chronische Leistenschmerzen bestanden, weshalb vor einer derartigen Operation der Patient auf das Vorliegen eines FAI's untersucht werden sollte [52].

3.4.1 Anamnese und Klinik

Clohisy et al. beschrieben in ihrer Studie mit 51 symptomatischen FAI-Patienten die Symptome als aktivitätsabhängig (71%) und schleichend (65%) beginnend. Dabei traten am häufigsten Schmerzen in der Leiste auf (bei 83%), die Hüftflexion war auf $<100^\circ$ und die -innenrotation auf $<10^\circ$ vermindert. Es kam zu einer Zunahme der Schmerzen beim Sitzen (65%). Es wurde von Schmerzen beim Gehen (58%) und Laufen (69%) berichtet. Die Zeit bis zur Diagnosestellung wurde mit 3,1 Jahren angegeben. Es wurden vorher im Schnitt vier verschiedene Gesundheitsdienstleister besucht. Am häufigsten wurden bis zur Diagnosestellung des FAI's periartikuläre Weichteilverletzungen als Ursache der Symptome angesehen [53]. In Philippon et al.'s Studie 2007 klagten 81% der Patienten über anteriore Leistenschmerzen, 61% über Schmerzen im Bereich des Trochanter major, 51% über Schmerzen tief im Gesäß und 23% über ISG-Schmerzen. 25% gaben ein (subjektives) Klicken oder Schnappen in der Hüfte, 26% eine subjektive Instabilität an. 92% fühlten sich in ihrer sportlichen Aktivität beeinträchtigt. In 99% der FAI-Patienten war der anteriore Impingementtest positiv, bei 97% der Patienten auch der FABER-Test [6].

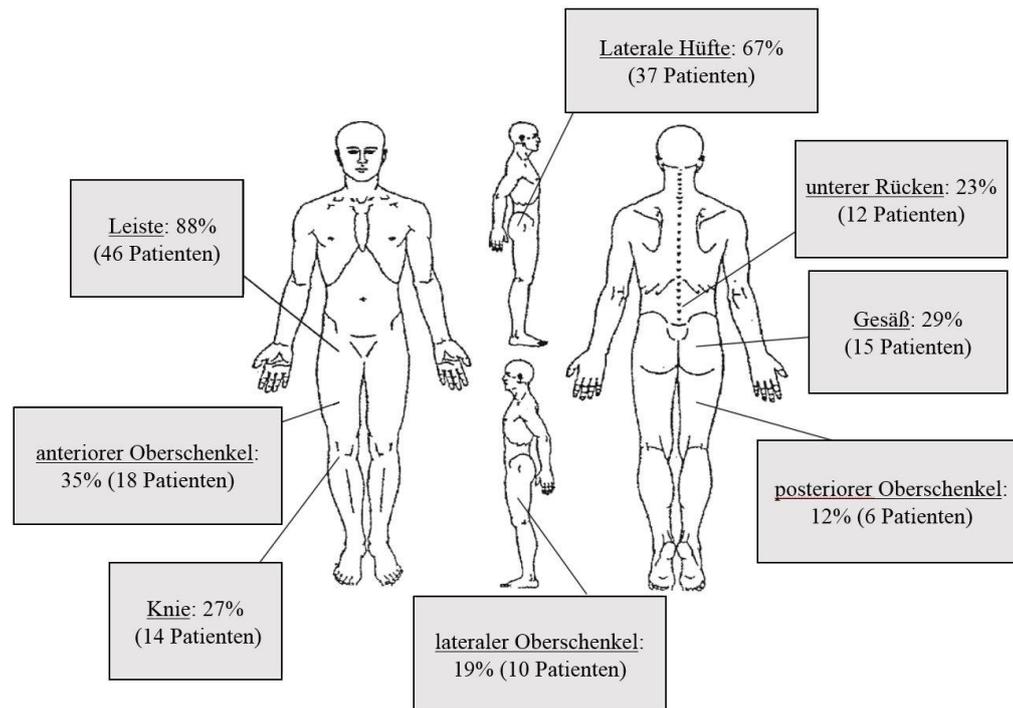


Abbildung 4: Beschwerdelokalisation bei Vorliegen eines FAI's [53] (Originalsprache ist auf Deutsch übersetzt)

3.4.2 Diagnostik

Zur Diagnose des FAI findet im ersten Schritt eine klinische Untersuchung der Hüftgelenke statt, bei der die Hüftbeweglichkeit beurteilt wird und verschiedene Provokationstests zur Auslösung des mechanischen Konfliktes durchgeführt werden. Röntgenbilder sind der „Goldstandard“ in der Bildgebung, die gegebenenfalls durch eine Hüftgelenkssonographie und/oder eine (Arthro-) MRT ergänzt werden. Die Arthro-MRT ist v.a. für die Darstellung begleitender Labrum- und /oder Knorpelschäden wichtig und im Hinblick auf die Abklärung der OP-Indikation.

3.4.2.1 Klinische Diagnostik

Der anteriore Impingementtest wird in Rückenlage bei 90° flektiertem Knie- und Hüftgelenk durchgeführt. Der Untersucher führt eine Flexion, Adduktion und forcierte Innenrotation des Hüftgelenkes durch. Beim posterioren Impingementtest wird eine Hüftextension kombiniert mit -abduktion und -außenrotation durchgeführt. Positiv sind beide Tests bei Angabe eines Leistenschmerzes.

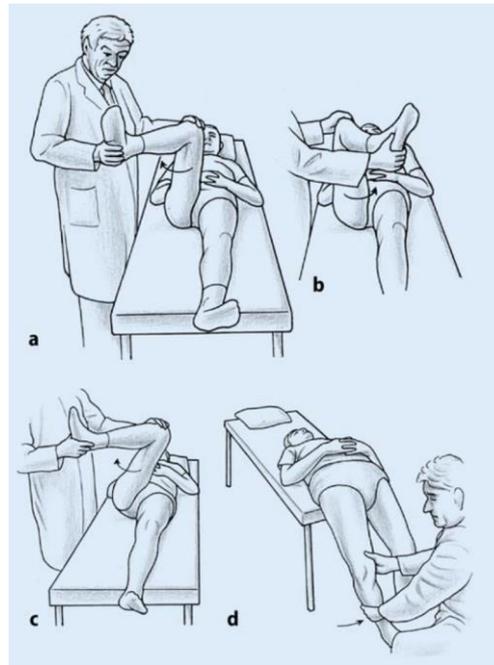


Abbildung 5: a) Innenrotation und b) Außenrotation des Hüftgelenkes in 90° flektiertem Hüft- und Kniegelenk, c) anteriorer Impingementtest, d) posteriorer Impingementtest [54]

Beim Patrick-Test werden das Knie- und Hüftgelenk 45° flektiert, das Bein wird außenrotiert und es wird leichter Druck auf das Kniegelenk ausgeübt. Werden ventrale Leistenschmerzen angegeben, ist der Abstand des Knies zur Untersuchungsfläche größer als 20 cm oder tritt eine sichtbare Seitendifferenz auf, ist der Test positiv. Beim Leg-roll-Test wird das gestreckte Bein in Rückenlage im Hüftgelenk passiv nach außen und innen gedreht. Eine eingeschränkte Beweglichkeit deutet auf eine intraartikuläre Pathologie hin, wohingegen eine vermehrte Beweglichkeit im Seitenvergleich auf eine Kapsellaxität oder -instabilität schließen lässt. Der Straight-Leg-raise-Test überprüft, ob Leistenschmerzen durch aktives Anspannen des M. rectus femoris oder des M. iliopsoas ausgelöst werden können. Hierzu hebt der Patient aktiv das gestreckte Bein von der Untersuchungsfläche ab. Dieser Test dient zum Ausschluss von muskulären Problemen als Ursache der Leistenschmerzen, welche differenzialdiagnostisch anstatt des FAI's in Betracht gezogen werden müssen [38].

Clohisy et al. stellten 2012 bei der klinischen Untersuchung seiner FAI-Patienten eine verringerte Hüftflexion und -innenrotation bei 90° flektiertem Hüft- und Kniegelenk fest. Der anteriore Impingementtest, auch FADDIR-Test genannt (s. Abbildung 5), löste bei 88% der Patienten Leistenschmerzen aus und war damit positiv. 33% der Betroffenen wiesen ein Trendelenburgzeichen auf, 69% reagierten positiv auf den Patrick-(FABER)-Test (s. Abbildung 14) 56% auf den Straight-Leg-raise-Test, 30% auf den Leg-roll-Test und 22% auf den posterioren Impingementtest (s. Abbildung 5) [53]. 2017 untersuchten Agnvall et al. asymptotische Skifahrer und eine gesunde, unспортliche Kontrollgruppe und berichteten bei denen durch eine MRT- und klinische Untersuchung festgestellten Cam-Deformitäten auch von einer eingeschränkten Hüftflexion und -innenrotation, getestet in Rückenlage bei 90° Knie- und

Hüftflexion. Bei 82% der linken und 85% der rechten Hüften war bei nachgewiesenem FAI der anteriore Impingementtest positiv [5]. Auch Audenaert et al. berichteten über eine geringere Innenrotation bei symptomatischen Cam-Impingement-Patienten, verglichen zu asymptomatischen Personen. Bei Profieishockeyspielern fanden Larson et al. 2017, dass bei einem hohen Alpha-Winkel die Innen- [13, 24, 55] und Außenrotation geringer sind und bei einer eingeschränkten Innen-/ Außenrotation, Flexion und Abduktion, die einzeln oder in Kombination vorhanden sind, signifikant häufiger anteriore Leistenschmerzen auftreten [6, 13]. Die Innenrotation war auch bei den Fußballspielern mit Cam-Deformität signifikant geringer [21]. Genauso war auch die Innenrotation bei jungen Basketballspielern geringer als bei einer nicht-sportlichen Kontrollgruppe und die Innenrotation war zusätzlich in der Gruppe mit den älteren 22-26-jährigen Spielern ($12,4^{\circ} \pm 8,4^{\circ}$) im Schnitt $22,5^{\circ}$ geringer als in der Gruppe (9-12 Jahre) der jüngsten Spieler ($34^{\circ} \pm 11^{\circ}$) [35]. Die Hüftbeweglichkeit ist noch geringer, wenn arthrotische Veränderungen zusätzlich zum FAI vorhanden sind [6]. Freke et al. jedoch berichteten 2016 über keine eingeschränkte Hüftbeweglichkeit bei sportlichen und nicht-sportlichen FAI-Patienten, was den zuvor zitierten Studien widerspricht [56]. Tak et al. hingegen unterstützen in ihrer Studie diese These, in der sie Profifußballspieler untersuchten und bei den Spielern keinen Unterschied im Bewegungsumfang zwischen schmerzhaften und schmerzlosen Hüften feststellten [57]. Siebenrock et al. untersuchten junge Profieishockeyspieler und berichteten, dass 24,6% in der Anamnese Hüftschmerzen angaben, vor allem in der Leiste und im medialen Oberschenkel, und 19,5% einen positiven anterioren Impingementtest hatten. Von den Spielern, die Schmerzen in der Hüfte angaben, hatten 79% einen positiven anterioren Impingementtest [24].

Cheatham et al. beobachteten eine Kraftminderung der Abduktion bei 46% der Patienten und der Flexion bei 42% [58, 59]. Die Rotatoren schienen davon auch betroffen, die Außenrotatoren stärker als die Innenrotatoren, was auf eine muskuläre Imbalance zwischen den antagonistischen Muskelgruppen hindeutet [60]. 2017 berichtete eine Studie erstmals zusätzlich zum Kraftdefizit der Flexoren auch von einem Defizit der Extensoren, wobei Frauen im Vergleich zu Männern stärkere Defizite aufweisen. Auch eine schmerz- oder angstbedingte Kraftminderung ist in Betracht zu ziehen [61]. Freke et al. bestätigten auch ein Muskelkraftdefizit und eine reduzierte dynamische Balance im Einbeinstand [56]. Die Muskelstärke scheint bei der isometrischen Abduktion um 20% verringert zu sein, was ein verändertes Gangbild verursachen könnte [60]. Das Gangbild von FAI-Patienten unterscheidet sich nach einer Studie von Hunt et al. auch von Gesunden: FAI-Patienten gingen in einem langsameren Rhythmus als Gesunde [62]

Von den zuvor aufgeführten Tests zur Diagnostik eines FAI's sind nach Reiman et al. nur der anteriore Impingementtest (FADDIR-Test) und die kombinierte Flexion und Innenrotation der Hüfte in 90° Hüft- und Knieflexion aussagekräftig zur Diagnosestellung eines FAI's und eines Labrumdefekts [63, 64].

3.4.2.2 Bildgebende Diagnostik

Der Goldstandard in der FAI-Diagnostik ist die Röntgenaufnahme. Die MRT kommt v.a. zur Darstellung von (begleitenden) Weichteilverletzungen zum Einsatz. Die konventionelle MRT kann besonders gut Knorpeldefekte darstellen, die Arthro-MRT, bei der Kontrastmittel unter Röntgendurchleuchtung ins Hüftgelenk injiziert wird, besonders sensitiv Labrumschäden. Das Cam-Impingement lässt sich nur sicher diagnostizieren, wenn laterale Röntgenbilder und/oder in der MRT axiale oder koronale Aufnahmen angefertigt werden, da sonst Deformitäten am Schenkelhals nicht sichtbar werden. Häufig findet man Knochenzysten am anterosuperioren Schenkelhals. Bei einer Coxarthrose zeigen die MRT und das Röntgenbild zusätzlich subchondrale Sklerosen und Zystenbildung, Osteophyten und eine Gelenkspaltverschmälerung bzw.- aufhebung im fortgeschrittenen Stadium. Die Antetorsion des Femurs kann auch in der MRT beurteilt werden, wenn die Femurkondylen mit abgebildet werden. Die normale Antetorsion des Femurs liegt bei 12-13°. Die CT stellt besonders gut Knochenstrukturen dar [34].

Saito et al. arbeiteten in ihrer Studie heraus, dass die 45°-Dunn-Aufnahme, bei der der Patient sich in Rückenlage befindet und die betroffene Hüfte 45° flektiert und 20° abduziert wird, die größte Übereinstimmung mit MRT-Aufnahmen bezogen auf den Alpha-Winkel aufweist, verglichen mit der a.-p. Beckenübersicht, der Cross-table-Aufnahme, der 90°-Dunn-Aufnahme und der modifizierten 45°-Dunn-Aufnahme [65]. Laut Smith et al. ist der Alpha-Winkel bei der Bestimmung auf der 45°-Dunn-Aufnahme am größten, verglichen mit den anderen Röntgeneinstellungen, der MRT und der CT. Die Bestimmung des Alpha-Winkels auf der 45°-Dunn-Aufnahme scheint aber auch die sensitivste Methode zum Erkennen eines Cam-Impingements zu sein und unterstützt damit die Untersuchungen von Saito et al. im Jahr 2017 [66].



Abbildung 6: links a.p.-Beckenübersicht mit Cam-Impingement und rechts axiale Cross-table-Aufnahme des Schenkelhalses mit Offsetstörung [38]

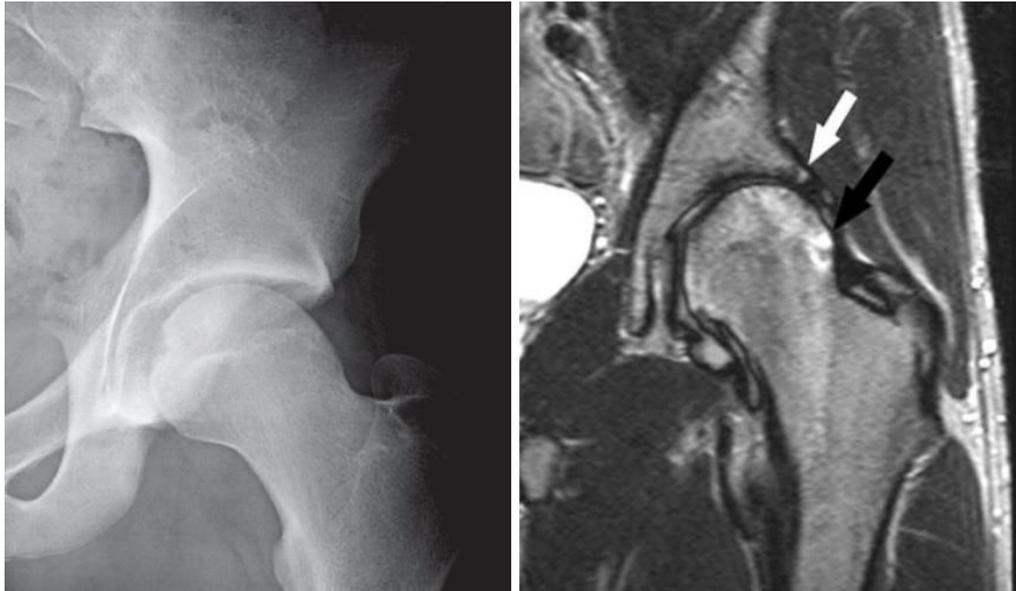


Abbildung 7; links: a.-p.-Beckenübersicht mit Pincer-Deformität [67] und rechts: FAI in T2-gewichteten koronaren MRT-Bild, weißer Pfeil zeigt im Bereich der Labrumbasis Knochenapposition an den Pfannenrand; schwarzer Pfeil zeigt im ventrolateralen Kopf-Hals-Übergang Ödematisierung und „Herniationszyste“ [68]

Die Anwendung des Ultraschalls ist ein neues Verfahren in der FAI-Diagnostik und daher noch wenig etabliert und es existiert nur eine geringe Anzahl an Studien zu dieser Methode. Der Ultraschall scheint genauso zuverlässig wie eine Beckenübersichtaufnahme in der Erkennung des Cam-Impingements zu sein. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen MRT, „frog-leg lateral“-Aufnahme und dem Ultraschall in 20° Innenrotation des Hüftgelenkes gefunden werden [69, 70]. Zusätzlich wird berichtet, dass es postoperativ gut möglich sei durch den Ultraschall die Resektionstiefe zu beurteilen und ob bei zu geringer Tiefe und fortbestehenden Schmerzen eine Revisionsoperation nötig werden könnte [71].

Als diagnostisches Mittel dient auch die sonographisch-gesteuerte intraartikuläre Injektion eines Lokalanästhetikums, da es bei einer vorhandenen intraartikulären Pathologie zu einer Schmerzreduktion kommt [72].

3.4.2.3 Spezielle Cam-Impingement-Diagnostik

Zur Diagnose des Cam-Impingement kann der Alpha-Winkel nach Nötzli [73] verwendet werden. Dieser wird vor allem auf lateralen Röntgenaufnahmen (z.B. 45°-Dunn-/Cross-table-Aufnahme) bestimmt, ist aber auch mittels MRT einschätzbar. Hierbei wird ein Kreis um die Kontur des Femurkopfes gelegt. Der Mittelpunkt dieses Kreises wird als Femurkopfmittelpunkt bestimmt. Der erste Schenkel des Winkels verläuft vom Femurkopfmittelpunkt parallel zur Achse des Schenkelhalses und der zweite Schenkel ebenfalls vom Femurkopfmittelpunkt zum Punkt des Übergangs von Femurkopf in den Schenkelhals [73].



Abbildung 8: Bestimmung des Alpha-Winkels eines linken Hüftgelenkes [74]

Zur Bestimmung der genauen Position der Cam-Deformität am Schenkelhals wird eine bildliche Zeigeruhr über den Femurkopf gelegt an den sich direkt der Schenkelhals anschließt [35]. Die häufigsten Veränderungen am Schenkelhals sind dabei im anterosuperioren Bereich zu finden [39].

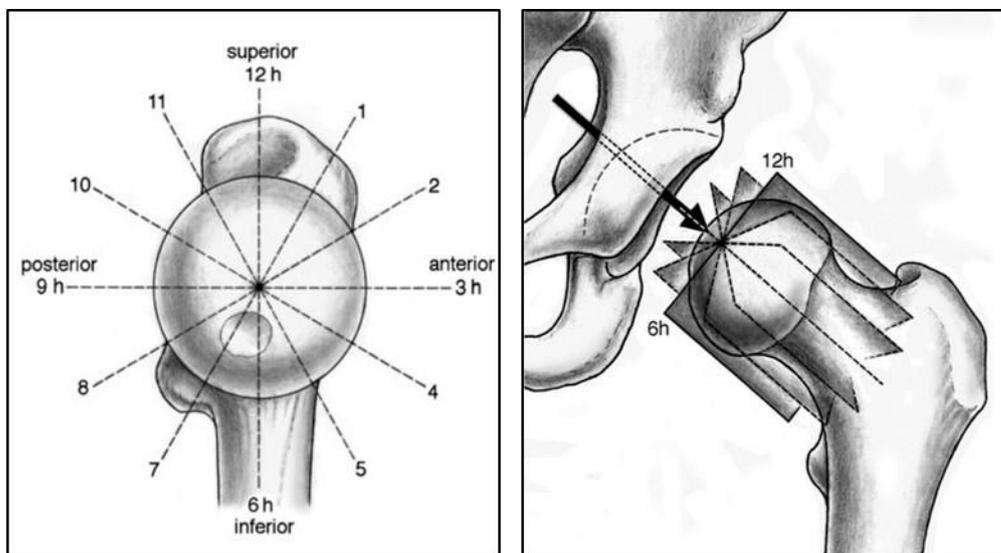


Abbildung 9: Positionen des Schenkelhalses anhand einer Zeigeruhr [35]

Khanna et al. und Saito et al. sprechen von einer Cam-Deformität ab einem Alpha-Winkel von $50,5^\circ$ [65, 75]. Gollwitzer et al. beschrieben hierbei den größten Alpha-Winkel im anterosuperioren Bereich in der annähernd Halb-zwei-Uhrposition [76]. Auch in einer Studie von Siebenrock et al. war der Alpha-Winkel in einer ähnlichen Position am größten. Hier war er bei Eishockeyspielern mit symptomatischen Cam-Impingement signifikant größer an der 12-, 1- und 2-Uhrposition,

verglichen mit den Eishockeyspielern mit asymptomatischer Cam-Deformität [24]. Zudem schien er bei Männern größer zu sein, als bei Frauen [76]. Der Alpha-Winkel als Maß für die Schwere der Cam-Deformität ist bei einer offenen Wachstumsfuge ungenauer, da der Femurkopf oval erscheint und so der Alpha-Winkel größer ist [21]. Bei Betrachtung von Kaukasiern, Afrikanern und Asiaten war er bei Kaukasiern am größten und bei Asiaten am kleinsten. In dieser Studie wurde berichtet, dass der Alpha-Winkel auch physiologisch $>55^\circ$ sein kann, was darauf zurückgeführt werden kann, dass in dieser Studie radiale MRT's zur Bestimmung des Alpha-Winkels genutzt wurden, die die gesamte Zirkumferenz des Schenkelhalses darstellen und so der echte maximale Alpha-Winkel genauer bestimmt werden kann, verglichen zu planaren MRT-Bildern oder auf Röntgenbildern. Dies müsste bei der Cam-Impingement-Diagnostik berücksichtigt werden [76]. Li et al. hingegen sehen einen Alpha-Winkel $>55^\circ$ als einen Risikofaktor für ein FAI an [34]. Laut Fraitzl et al. ist der Alpha-Winkel bei Männern sogar schon ab $>49,1^\circ$ und bei Frauen $>46,1^\circ$ als pathologisch anzusehen [74]. Laut eines systematischen Reviews von 2014 wird ein Alpha-Winkel von 43° als physiologischer Winkel angesehen (und sollte postoperativ erreicht werden), um 20-25° Hüftinnenrotation in 90° Kniegelenkflexion ohne Provokation eines Impingements zu ermöglichen [77]. Es scheint außerdem eine moderate Evidenz zu geben, dass ein steigender Alpha-Winkel mit einer Progression des FAI's korreliert [78] und als Risikofaktor für Leistenschmerzen gilt [27].

Khanna et al. führten bei 170 asymptomatischen freiwilligen Personen eine MRT beider Hüftgelenke durch und befragten sie nach vorhandenen Hüftschmerzen und stellten fest, dass das Risiko einer vorhandenen Cam-Deformität 4,3-fach höher ist bei Personen mit Hüftschmerzen, verglichen mit den Studienteilnehmern ohne Hüftschmerzen. Zusätzlich sind ein hoher Alpha-Winkel und eine Innenrotation $<20^\circ$ prädisponierend für die Entwicklung von Schmerzen [75].

3.4.2.4 Spezielle Pincer-Impingement-Diagnostik

Die Diagnose des Pincer-Impingements wird am häufigsten gesichert durch eine röntgenologische a.-p.-Beckenübersichtsaufnahme. Bestimmt werden auf der Aufnahme das Cross-over-Zeichen, was eine Überkreuzung des hinteren und vorderen Pfannenrandes beschreibt, und das Posterior-Wall-Zeichen, bei dem die Hinterwand nicht wie physiologisch auf den Hüftkopf projiziert wird, sondern medial davon liegt. Beide Zeichen stehen für eine Retroversion der Pfanne. Auf der a.-p.-Beckenübersichtsaufnahme werden zusätzlich der Lateral-Center-Edge-(LCE-)Winkel (Normwert 23-33°) und der Anterior-Center-Edge-(ACE-)Winkel (Normwert 3-13°) bestimmt, um eine Dysplasie oder Mehrüberdachung der Pfanne zu erkennen [38, 79].

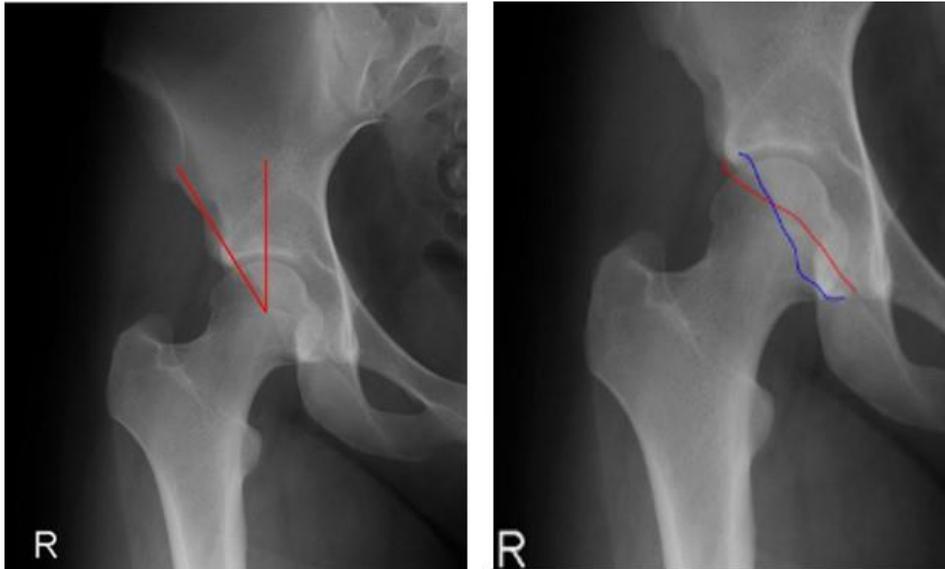


Abbildung 10: links LCEA und rechts Cross-over-Zeichen (rote Linie = vorderer Pfannenrand, blaue Linie = hinterer Pfannenrand) [80]

3.5 Therapie

3.5.1 Therapieverfahren

Ein Patient mit FAI sollte nur dann behandelt werden, wenn er Beschwerden hat, die sich ursächlich auf das FAI zurückführen lassen. Ein asymptomatisches FAI bedarf - so der aktuelle Expertenkonsensus - keiner speziellen Behandlung. Zu Beginn der Behandlung des symptomatischen FAI's sollte immer versucht werden den Patienten konservativ zu behandeln mit Physiotherapie, kurzzeitiger Schmerzmitteleinnahme, intraartikulären Injektionen oder Sportmodifikationen respektive -pausen. Alle Maßnahmen können nur zu einer Verbesserung der Symptome führen, nicht jedoch die Ursache der Erkrankung beheben. Wenn sich keine Besserung einstellt, folgt häufig eine chirurgische Intervention [81].

2016 zeigte eine Studie von Wright et al., dass eine physiotherapeutische Behandlung über sechs Wochen die Schmerzen der Patienten signifikant verbessern kann. Dabei war kein Unterschied feststellbar, ob die Übungen, nach vorheriger Anleitung durch einen Physiotherapeuten zuhause durchgeführt wurden oder zusammen mit einem Physiotherapeuten kombiniert mit manueller Therapie. 53% der Patienten waren mit dem Therapieergebnis nicht zufrieden und ließen sich operieren. In dieser Studie wurde jedoch nur eine kleine Kohorte von insgesamt 15 Personen untersucht [82]. Des Weiteren führten in Clohisy et al.'s Studie das „Schonen der Hüfte“ (67% der Patienten) und häufige Positionswechsel (52% der Patienten) zu einer Schmerzlinderung [53]. Eine randomisierte Studie von Mansell et al. verglich 2018 über zwei Jahre zwei Gruppen von jeweils 40 Soldaten mit FAI. Eine Gruppe wurde arthroskopisch behandelt und die andere Gruppe erhielt 12 Einheiten Physiotherapie innerhalb von drei Wochen. Die Therapieresultate in beiden Gruppen,

bewertet nach dem HOS und iHOT-33, waren sechs Monate, ein und zwei Jahre nach Studienbeginn nicht signifikant verschieden. Die meisten Patienten gaben keine große Verbesserung der Symptomatik an. 70% der Soldaten aus der Gruppe mit der physiotherapeutischen Behandlung ließen sich im Verlauf operieren und wechselten damit die Gruppe, was die Aussagekraft der Studie vermindert [83].

Als weitere konservative Maßnahme kann man zur Behandlung der Schmerzen durch das FAI intraartikulär Hyaluronsäure injizieren. Es wird über eine Schmerzlinderung von bis zu 12 Monaten berichtet. Ein schlechtes bzw. ausbleibendes Ansprechen auf die Injektion sind wegweisend für schlechte Kurzzeitergebnisse nach arthroskopischer Behandlung [84]. Die intraartikuläre Kortisoninjektion zeigte laut Krych et al. allenfalls einen kurzfristigen positiven Effekt auf die Schmerzen [72]. Krych et al. untersuchten die Vorhersagekraft von intraartikulären Injektionen präoperativ mit einem Lokalanästhetikum (0,2% Ropivacain, 0,25% Bupivacain oder 1% Lidocain) kombiniert mit einem Kortikosteroid auf die Ergebnisse ein Jahr nach der Operation gemessen am mHHS und dem HOS. Kriterium war eine 50%ige Schmerzlinderung durch die Injektion. Sie konnten keinen Zusammenhang feststellen und folgerten, dass eine „erfolgreiche“ präoperative intraartikuläre Injektion nur schlecht das Ergebnis der Operation vorhersagen kann [85]. Eine intraoperative intraartikuläre Injektion mit Clonidin oder Morphin reduzierte postoperativ den Gebrauch an Opioiden zur Schmerzlinderung, was zu einer besseren postoperativen Erholung der Patienten und zu einer höheren Patientenzufriedenheit führte [86].

Ein Review aus dem Jahr 2011 untersuchte, welche Kriterien bei Vorliegen eines FAI's zur Stellung der Operationsindikation herangezogen wurden: In 92% waren bildgebende Verfahren ausschlaggebend, in 68% wurde der Alpha-Winkel herangezogen. In 75% der Studien wurde über ein Einbeziehen der Symptome der Patienten in die Entscheidungsfindung zur Operation berichtet, in 70% der Studien über spezifische Tests, bei denen in 30% auch Bewegungseinschränkungen berücksichtigt wurden, in 12% der Studien „erfolgreiche“, d.h. schmerzlindernde intraartikuläre Injektionen, in 44% eine fehlgeschlagene konservative Therapie und in 18% eine fehlgeschlagene Physiotherapie. In 56% der Studien führte die Kombination aus Symptomatik, klinischen Zeichen und bildgebender Diagnostik zur Stellung der Operationsindikation [87].

Die chirurgische Behandlung des FAI war lange Zeit nur durch eine offene chirurgische Hüftgelenksluxation möglich. In den letzten 15 Jahren wurden schonendere Verfahren entwickelt wie die Hüftarthroskopie und die minimal-invasive, offene Methode (Mini-open-Verfahren). Harris et al. berichteten in einem Review, dass in 24% der Operationen eine chirurgische Hüftgelenksluxation durchgeführt wird, in 59% eine Hüft-ASK und in 11% das Mini-open-Verfahren verwendet wird [88]. 2003 fanden die ersten arthroskopischen Eingriffe zur FAI-Behandlung statt. Seitdem hat die Hüftarthroskopie zunehmend an Popularität gewonnen [89, 90].

Bei der offen-chirurgischen Hüftluxation befindet sich der Patient in der lateralen Dekubitusposition in Vollnarkose mit vollständiger Muskelrelaxation. Die Operation beginnt mit einer zweistufigen Trochanterosteotomie, im Anschluss wird der M. gluteus minimus angehoben und die Kapsel in Form eines Z's eingeschnitten, damit versorgende Gefäße nicht verletzt werden. Dann wird das Ligamentum capitis femoris durchtrennt. Nun können der Femurkopf aus dem Azetabulum nach anterior luxiert und das Cam-Impingement abgetragen werden. Dabei muss Rücksicht genommen werden auf die Gefäße posterokranial am Schenkelhals. Im Anschluss wird mit einer durchsichtigen runden Vorlage verglichen, ob die physiologische Schenkelhals- und Femurkopfform wiederhergestellt werden konnte. Daraufhin wird das Gelenk dynamisch bewegt, um ein noch vorhandenes Impingement auszuschließen. Zum Schluss der Operation wird die Kapsel wieder lose verschlossen. Im Anschluss an die Operation erfolgt eine Mobilisation an Unterarmgehstützen mit einer Teilbelastung von 5-10 kg für sechs Wochen, wobei eine maximale Flexion von 70° erlaubt ist. Anschließend wird das Gelenk durch Physiotherapie mobilisiert und die insbesondere die Glutealmuskulatur wird wiederaufgebaut.

Die Hüftarthroskopie (Hüft-ASK) wird in Rücken- oder Seitenlage auf einem Extensionstisch durchgeführt [91]. Möckel et al. berichteten 2014 in einer multizentrischen Studie, dass 90,9% der Hüftoperateure die Rückenlage bevorzugen [92]. Die laterale Position wird v.a. benutzt bei adipösen Patienten und großen anterioren Osteophyten, die in Rückenlage nicht erreicht werden können [93]. Bei der Operation in Rückenlage befinden sich beide Füße in einer gepolsterten Halterung und es wird ein großes perineales Polster verwendet, um eine Neuropraxie des Nervus pudendus oder Quetschungen der Perinealregion, der Genitalien oder des medialen Oberschenkels zu vermeiden [91]. Auf das zu operierende Bein wird unter kontinuierlichem Monitoring durch einen Bildverstärker Traktion ausgeübt bis der Femurkopf zwei Zentimeter aus dem Gelenk subluxiert [89, 91]. Die Traktion wird mit 20° gebeugtem Hüftgelenk und gestrecktem Knie durchgeführt, indem an der Fußhalterung gezogen wird [89]. Die Traktion darf maximal für zwei Stunden aufrechterhalten werden. In maximaler Innenrotation des Fußgelenkes werden ein ventrales, ein ventrolaterales und ein proximal ventrolaterales Portal gesetzt [89, 91].

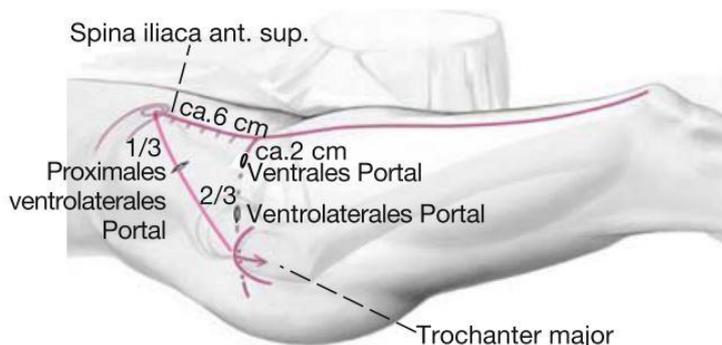


Abbildung 11: Instrumentenportale [89]

Beim Cam-Impingement sollte der Alpha-Winkel mindestens unter 55° gesenkt werden, um eine Verbesserung der Beweglichkeit nach der Operation zu erreichen. Dies wird durch intraoperativ angefertigte Röntgenbilder kontrolliert. Der postoperative Alpha-Winkel scheint ein einfaches Mittel und ein guter Indikator für eine postoperative Verbesserung der Hüftgelenkbeweglichkeit und der "Hüft-Scores" zu sein, jedoch gibt es sehr unterschiedliche Angaben in der Literatur welche Resektionstiefe bzw. welcher Alpha-Winkel erreicht werden soll. Die Resektionstiefe beschreibt dabei wie tief am Schenkelhals reseziert wird, um das Cam-Impingement zu entfernen [77]. Nach Abtragung der knöchernen Anbauten wird die Hüfte in maximale Flexion und Innenrotation bewegt und bei nach wie vor bestehendem Impingement wird ggf. nachreseziert. Dabei kann die Hüfte durch die Fixierung im Extensionstisch nicht vollständig endgradig gebeugt werden und ermöglicht so nur eine sichere Aussage über eine ausreichende Abtragung bis circa $90-100^\circ$ Hüftflexion. Postoperativ erfolgt eine Mobilisation an Unterarmgehstützen mit Teilbelastung für zwei Wochen, bei zusätzlicher Versorgung von Knorpel-/Labrumläsionen für 6-8 Wochen [91]. In jedem Fall erfolgt eine sofortige passive Bewegung des Hüftgelenkes zwischen $0^\circ-90^\circ$ Flexion und 0° Extension auf der Motorschiene für mindestens 3×15 min täglich, um Adhäsionen im Gelenk zu vermeiden. Nach Beendigung des stationären Aufenthaltes erfolgt am fünften postoperativen Tag ein Übergang auf ein Fahrradergometer, auf dem zu Beginn ohne Widerstand gefahren wird [89, 91]. Das Radfahren sollte für sechs Wochen fortgeführt werden, dreimal täglich für mindestens 15 Minuten und dient ebenfalls der intra- und periartikulären Adhäsionsprophylaxe. Der Widerstand kann bei Schmerzfreiheit erhöht werden. 12 Wochen postoperativ kann in der Regel mit Sprung-, Ball- und Kontaktsportarten begonnen werden [89]. Zur Prophylaxe heterotoper Ossifikationen, intraartikulärer Ergüsse und periartikulärer Ödeme sollte für zwei Wochen eine Einnahme eines NSAR, z.B. Indomethacin 75 mg pro Tag, erfolgen [89, 91].

Beim Mini-open-Verfahren können alle Strukturen sichtbar gemacht werden, die auch in der Hüft-ASK sichtbar sind. Es entsteht ein kleineres Trauma als bei der offen-chirurgischen Operation. Das Hüftgelenk wird nicht luxiert, der Trochanter major nicht osteotomiert. Der Blutverlust ist entsprechend geringer und die Rekonvaleszenz kürzer [94]. Dieses Verfahren kann jedoch – wie die Hüft-ASK - keine inferoposterioren Labrum- und Knorpelschäden im zentralen Kompartiment sichtbar machen [93, 94]. Es erfolgt postoperative eine Teilbelastung von 10-15 kg für sechs Wochen [94]. Diese Methode hat gegenüber der chirurgischen Hüftluxation den Vorteil, dass sie weniger invasiv ist und dennoch eine direkte Sicht auf das Gelenk erlaubt. Des Weiteren ist es für mehr Chirurgen zugänglich und auf hohem Niveau anwendbar, da es technisch einfacher durchführbar ist, verglichen mit der Hüft-ASK. Die Operationszeit ist geringer als bei der Hüft-ASK und es muss kein Extensionstisch verwendet werden, wodurch eine freie Beweglichkeit des Hüftgelenkes möglich ist und besser evaluiert werden kann, ob das Impingement vollständig reseziert wurde. Das Mini-open-Verfahren wird jedoch seltener durchgeführt als die Hüft-ASK, da

fast die gleichen pathologischen Befunde adressiert werden, dabei jedoch ein größerer Weichteilschaden entsteht. Die postoperativen Ergebnisse sind vergleichbar [95].

Eine Studie von 2012, die ein 3D-CT-Modell eines Oberschenkelhalses analysierte, stellte fest, dass eine maximale Resektionstiefe von 10 mm, was einem Oberschenkelhalsumfang von ca. 33% entspricht, nicht überschritten werden sollte, da der Stress und damit die Bruchgefahr des Oberschenkelhalses ab diesem Wert signifikant ansteigt. Sobald mehr als ein Drittel des Schenkelhalsumfangs reseziert wurde, breitet sich der Druck zusätzlich zum Resektionsbereich auch auf die Oberfläche des Oberschenkelhalses und in die tieferen Schichten der Kortikalis aus [96]. Eine zweite Modellstudie aus dem Jahr 2012 berichtete, dass bei einer maximalen Resektion von 20% in die Tiefe und 35% der Länge des Oberschenkelhalses postoperativ normale alltägliche Aktivitäten sicher möglich sind ohne Gefahr eines Knochenbruchs [97].

Die arthroskopische Behandlung kann bei anteriorem und anterosuperiorem Cam-Impingement die Offsetstörung genauso gut behandeln wie die offen-chirurgische Luxation bezüglich des Winkels und der Tiefe und Breite der Resektion [31]. Die offen-chirurgische Technik ist besser geeignet um komplexe Deformitäten zu behandeln und Cam-Deformitäten, die sich im superioren oder posterosuperioren Bereich befinden, zu korrigieren [31], genauso wie kombinierte ventrodorsale FAI's, die durch eine Hüft-ASK oder das Mini-open-Verfahren nicht erreicht werden können [98]. Die offene Technik ermöglicht die Einsicht in das gesamte Gelenk und ermöglicht alle Veränderungen des FAI's am Azetabulum, am Oberschenkelhals und am Labrum zu behandeln [91]. Zudem kommt sie zum Einsatz bei einer Coxa profunda, einer globalen Pfannenüberdachung, bei einer geplanten Labrumrekonstruktion, sowie bei einem posterolateralen Cam-Impingement [93]. Der Vorteil der Hüft-ASK ist die kleinere Inzision, der kürzere Krankenhausaufenthalt und die schnellere Rehabilitation. Die vollständige knöcherne Korrektur des FAI korreliert mit der chirurgischen Erfahrung des Operateurs, die Lernkurve der Operateure ist flach [91].

Das kombinierte FAI kann bei Vorliegen einer azetabulären Retroversion durch eine reverse periazetabuläre Osteotomie behandelt werden. Bei diesem offenen Verfahren wird eine anteriore Kapsulotomie, eine Oberschenkelhalsosteochondroplastik und eine Labrumtherapie durchgeführt [93].

Arthroskopie	Chirurgische Luxation	Inverse Pfannenschwenkung
Cam-FAI Pincer-FAI <ul style="list-style-type: none"> • COS superiores Viertel • COS weiter inferior und degenerative Labrumruptur 	Pincer-FAI <ul style="list-style-type: none"> • COS weiter inferior und Labrum intakt • Coxa profunda • Zirkuläre Labrumossifikation 	Pincer-FAI (Retroversion) <ul style="list-style-type: none"> • $COS \leq$ Pfannenhälfte und positives PWS

Tabelle 4: Indikationen für die Wahl der chirurgischen Therapie (PWS=Posterior-Wall-Zeichen, COS=Cross-over-Zeichen) [89]

Lund et al. fanden bei 88% der FAI-Patienten Knorpelschäden vor, nur 1,5% der Hüftpfannen und 24% der Femurköpfe zeigten keine Knorpelveränderungen. In 76% der Operationen wurde der Knorpel chirurgisch behandelt mittels Shaver oder Radiofrequenzablationstechnik. Eine Mikrofrakturierung wurde bei 7% der Patienten und eine Wiederbefestigung eines Knorpellappens bei 1% der Patienten durchgeführt [99].

In einer Studie zur Prävalenz des FAI's im Profifußball wurden nebenbefundlich bei 21,3% der Spieler und 5% der Spielerinnen im MRT ein Kunststoffnetzimplantat zur Behandlung einer Sportlerleiste beschrieben. Hieraus kann geschlossen werden, dass Sportler primär zum Teil unter der Diagnose „Sportlerleiste“ behandelt wurden, da sich die Symptome einer Sportlerleiste und einer Hüfterkrankung ähneln [25]. Beim gleichzeitigen Vorliegen einer Sportlerleiste und eines FAI's, ist die chirurgische Behandlung beider Erkrankungen sinnvoll, da beide durch einen exzessiven Rotationsstress auf die Symphyse mitverursacht werden [100].

Als Nachbehandlung schließt sich an alle Operationsverfahren eine Rehabilitation mit physiotherapeutischer Behandlung an. Es sind nur wenige Rehabilitationsprogramme detailliert in der Literatur beschrieben. Kuhns et al. veröffentlichten 2017 ein Vier-Phasen- [101] und Spencer-Gardner et al. 2014 ein Fünf-Phasen-Programm. Beim Fünf-Phasen-Programm dient die erste Phase (Tag 1 - Woche 4) dazu Gelenkentzündungen zu reduzieren und die operativ versorgten Strukturen zu schonen. In der zweiten Phase (Wochen 4-8) sollen die Mobilität und Stabilität geübt und propriozeptive Übungen durchgeführt werden. Die dritte Phase (Wochen 8-12) kann bei passiv schmerzfreier und symmetrischer Hüftgelenksbeweglichkeit und Vorliegen eines physiologischen Gangbildes ohne Trendelenburgzeichen begonnen werden. Ziel der dritten Phase ist es, die Kraft und Ausdauer der Patienten zu steigern, um in der vierten Phase eine normale Hüftgelenksfunktion zu erreichen. In der vierten Phase (Wochen 12-16) werden sportspezifische Übungen durchgeführt, um eine Rückkehr zum Sport möglichst auf einem Niveau vor Beginn der FAI-Symptomatik vorzubereiten. Die letzte Phase (Wochen 16-24) dient der Rückkehr zum Sport. Dazu muss der Patient vorher im Ein-Bein-Sprung mindestens 90% der maximalen Distanz, der mit dem gesunden Bein erreichten Weite, mit dem operierten Bein erreichen. Dieses Fünf-Phasen-

Rehabilitationsprogramm zeigt postoperativ eine hohe Patientenzufriedenheit und gute klinische und funktionelle Ergebnisse. Der durchschnittliche mHHS lag bei 80,1 postoperativ und 38% erzielten exzellente Ergebnisse (mHHS >90). Präoperative Ergebnisse wurden nicht angegeben [102]. Das Vier-Phasen-Programm hat einen ähnlichen Aufbau, fasst jedoch Phase drei und vier des Fünf-Phasen-Programms in eine Phase zusammen. Zum Vier-Phasen-Programm wurden keine Ergebnisse veröffentlicht [101].

Elias-Jones et al. untersuchten in ihrer Studie histologisch Proben des Labrums von FAI- und Coxarthrose-Patienten und stellten fest, dass bei den FAI-Patienten signifikant mehr Makrophagen und Mastzellen zu finden waren, was für einen Entzündungsprozess im Gelenk spricht. Bei FAI-Patienten wurden besonders häufig CD206 exprimierende M2-Makrophagen gefunden, die Reparaturmechanismen, Heilungs- und Umbauvorgänge des Gewebes anregen. M2-Makrophagen spielen wahrscheinlich auch eine Rolle in der Knorpelinduktion von mesenchymalen Stammzellen. Eine experimentelle Spezialisierung und Hochregulation der Reparationsprozesse dieser Zellen wäre möglich und stellt damit unter Umständen eine zukünftige Behandlungsoption dar [103]. Auch Bedi et al. berichteten über eine entzündliche Komponente beim FAI, da es in ihrer Studie bei FAI-Patienten zu einer Erhöhung des Cartilage oligomeric matrix protein (COMP) um 24% und des Akute-Phase-Proteins CRP um 276% kam [104].

3.5.2 Komplikationen nach operativer Behandlung

Eine groß angelegte Datenerhebung über 13.154 Hüftarthroskopien in einem Zeitraum von fünf Jahren stellte eine Komplikationsrate von 6,3% fest. Zu denen in dieser untersuchten Patientenkohorte aufgetretenen intraoperativen Komplikationen zählen iatrogene Knorpelschäden (9,1%), Nervenläsionen (4,5%), iatrogene Labrumschäden (2%), Instrumentenbrüche (0,7%) und Lagerungsschäden, wie z.B. Quetschungen des Genitalbereichs (0,6%). Die Nervenläsionen lassen sich aufteilen in Läsionen durch zu hohen Druck, die den N. pudendus betreffen (1,03%), Läsionen durch eine hohe Zugbelastung am Bein, die den N. femoralis (0,02%) und den N. ischiadicus (0,04%) schädigen können, und Läsionen am N. cutaneus femoralis lateralis (3,4%) durch ein direktes Trauma durch die Inzisionen für die arthroskopischen Portale. In allen Fällen waren die N. pudendus-Läsionen innerhalb von drei Monaten und die N. ischiadicus-Läsion innerhalb von sechs Monaten vollständig rückläufig. Bei den zwei vorhandenen N. femoralis-Läsionen war eine nach drei Monaten vollständig und eine teilweise rückläufig. Als postoperative Komplikationen werden am häufigsten heterotope Ossifikationen (0,27%) beobachtet. Des Weiteren treten Hämatome (0,15%), Oberschenkelhalsfrakturen (0,1%), Knochenmarködemsyndrome (0,1%), Adhäsionen (0,17%), bakterielle Infektionen (0,05%), Femurkopfnekrosen (0,05%), venöse Thrombosen (0,04%) und Hüftgelenkssubluxationen (0,02%) auf [92].

Larson et al. berichteten über eine vergleichbare Gesamtkomplikationsrate von 8,3% bei 615 durchgeführten Arthroskopien. Verglichen mit den vorherigen Angaben traten in ihrer Studie mit 16,5% häufiger Schäden des N. cutaneus femoris lateralis auf. Die Komplikationsrate stieg mit einer Traktionszeit des Gelenkes über 60 Minuten an. Es traten ähnlich viele Komplikationen auf wie bei einer offenen Luxation, jedoch kommt es bei der ASK zu weniger höhergradigen Komplikationen [105].

Einige Studien untersuchten die postoperative Einnahme von nichtsteroidalen Antirheumatika (NSAR) zur Prophylaxe von heterotopen Ossifikationen. Heterotope Ossifikationen können periartikulär durch Weichteiltraumata entstehen. Es kommt zu einer Entzündungsreaktion, die wiederum die Knochenbildung anregt bei der physiologisches Knochengewebe in pathologischer Lokalisation gebildet wird [106]. Ein höheres Risiko scheinen Frauen zu haben. Heterotope Ossifikationen scheinen häufiger aufzutreten nach Einsatz von Nahtankern, Durchführung einer flächigen Pfannenrandtrimmung oder einer Kapselinzision [38]. Es wird angenommen, dass NSAR die Bildung heterotoper Ossifikationen durch die Unterdrückung der Entzündungsreaktion verhindern. In einer Fall-Kontroll-Studie traten, nach Einnahme von zweimal täglich 500 mg Naproxen, ab dem ersten postoperativen Tag über drei Wochen 5,6% heterotope Ossifikation auf. In der Kontrollgruppe ohne Prophylaxe kam es zu 25% heterotope Ossifikationen. In einer weiteren Studie nahm eine Patientengruppe für zwei Wochen einmal täglich 600 mg des selektiven Cyclooxygenase-2-Inhibitors Etodolac ein. Bei diesen Patienten entwickelten sich keine heterotopen Ossifikationen, in der Kontrollgruppe ohne NSAR-Prophylaxe hingegen bei 36% der Patienten [107]. Patienten mit einem gemischten Impingement-Typ ohne Prophylaxe waren am häufigsten von der Ausbildung von Ossifikationen betroffen (54%). Bei Patienten mit Prophylaxe traten heterotope Ossifikationen am häufigsten (51%) beim Cam-Impingement auf [106].



Abbildung 12: a.-p.-Beckenübersichtsaufnahme einer heterotopen Ossifikation eines 20-jährigen Patienten [107]

Viele der oben aufgeführten Komplikationen sind vermeidbar. Es sollte vor allem eine korrekte Lagerung des Patienten auf dem Extensionstisch erfolgen. Außerdem sollte intraoperativ im zentralen Kompartiment sorgfältig und schnell gearbeitet werden, um iatrogene Schäden v.a. des Knorpels und des Labrums und zeitbedingte Schäden der Nerven durch die Traktion zu vermeiden.

3.5.3 Therapieresultate

Es gibt verschiedene Skalen, die das subjektive Befinden von Patienten mit Hüftgelenksbeschwerden erfassen. Häufig verwendete Scores sind der Hip and Groin Outcome Score (HAGOS), das International Hip Outcome Tool-33 (IHOT-33) und dessen Kurzversion (IHOT-12), der Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), der Harris Hip Score (HHS) und der modifizierte Harris Hip Score (mHHS) (7R). Der modifizierte Harris Hip Score stellt acht Fragen zu Schmerzen, zur Hüftfunktion und zu Alltagsaktivitäten, wobei maximal 100 Punkte erreicht werden können, die einem exzellenten Ergebnis entsprechen würde (90-100=exzellent, 80-89=gut, 70-79=durchschnittlich und <70=schlecht) [108]. Der Hip Outcome Score (HOS) besteht aus zwei Subskalen, der Activity of Daily Living (HOS-ADL) und der Sport-Specific-Subscale (HOS-SSS). In der ersten Subskala (HOS-ADL) werden den Patienten 17 Fragen (max. erreichbare 68 Punkte) und in der Subskala (HOS-SSS) neun Fragen (max. erreichbare 36 Punkte) gestellt [109]. Die visuelle Analogskala (VAS) dient der subjektiven Schmerzeinschätzung auf einer Skala von 0 (= keine Schmerzen) bis 10 (= maximale Schmerzen). Die obenstehend beschriebenen Skalen dienen der Einschätzung der Schmerzen, der Symptome und der Hüftfunktion im Alltag und im Sport [58].

In einer Studie von Joseph et al. zeigte sich bei Männern und Frauen mit einem Durchschnittsalter von $31,1 \pm 10,1$ bzw. von $31,6 \pm 10,8$ Jahren und einem Body Mass Index (BMI) von $27,5 \pm 5,2$ kg/m^2 bzw. von $26,8 \pm 11,9$ kg/m^2 nach einer Hüft-ASK zur Behandlung des FAI's ein signifikanter Anstieg der Hüftgelenksfunktion nach drei, sechs, 12 und 24 Monaten, verglichen zur präoperativen Situation. Zwischen dem sechsten und dem 24. Monat war jedoch kein weiterer Anstieg feststellbar. Das Ergebnis nach der Operation scheint unabhängig vom Geschlecht zu sein, obwohl Frauen vor der Operation eine schlechtere Hüftfunktion hatten [110]. Auch eine Studie von 2017, die ihre Daten aus dem dänischen Hüftarthroscopieregister bezieht, stellte nach 2054 arthroscopischen FAI-Behandlungen eine Verbesserung der Schmerzen, der Lebensqualität, der Funktion und der sportlichen Tätigkeit in den ersten zwei Jahren postoperativ fest [111]. In einer weiteren Studie zeigte sich, dass im mittleren Verlauf nach fünfeinhalb Jahren weiterhin gute klinische und radiologische Ergebnisse vorlagen. Der mHHS stieg von präoperativ $67,2 \pm 6,4$ auf postoperativ $86 \pm 13,5$ Punkte an [112]. Langzeitstudie mit Ergebnissen zum Outcome mit einem Follow-up über 10 Jahren ließen sich nicht finden.

Sehr gute Ergebnisse liefert die Hüft-ASK bei FAI-Patienten unter 18 Jahren, verglichen mit Erwachsenen im Alter von 18-50 Jahren. In dieser Studie waren 95% der Jugendlichen und 61% der Erwachsenen sportlich aktiv. Der mHHS stieg bei den Jugendlichen von präoperativ 68,3 Punkten auf postoperativ 94,3 Punkte an. Bei Erwachsenen wurde postoperativ auch eine deutliche, wenn auch niedrigere Verbesserung festgestellt (mHHS 63,3 Punkte präoperativ, 85,6 Punkte postoperativ). Die Erwachsenen wiesen mehr sekundäre Knorpelschäden und Labrumläsionen auf. Es fanden sich bei über 75% dritt- und viertgradige azetabuläre Knorpelschäden, verglichen mit 33,6% bei den Jugendlichen [113]. Auch eine weitere Studie zeigte gute Ergebnisse für jugendliche Sportler. Der mHHS verbesserte sich hier postoperativ auf 94 Punkte ausgehend von 69 Punkten. 97% der Patienten berichteten von einer Verbesserung, 86% kehrten zum Sport zurück. Die Patienten waren in 21 verschiedenen Sportarten aktiv, die meisten Sportler stammten aus dem American Football (16,3%), 12,5% aus dem Basketball, 11,5% aus dem Fußball und 10,6% aus dem Tanzsport [114].

Eine Studie im Jahr 2016 verglich die Therapieresultate nach zwei Jahren von jüngeren Patienten mit denen von Patienten, die älter als 55 Jahre zum Zeitpunkt der ASK waren. Es kam zu höheren Hip-Outcome-Scores bei den jüngeren Patienten, in beiden Gruppen war eine signifikante Verbesserung festzustellen. Demnach profitieren auch Patienten, die älter als 55 Jahre sind, von einer ASK, wenn sie nach strikten Indikationen ausgewählt werden und radiologisch nur milde Anzeichen (Tönnis Grad 1) einer Arthrose aufweisen [115, 116]. Patienten mit einer Gelenkspaltverengung $>50\%$, einem fortgeschrittenen Knorpelschaden und einer langen präoperativen Symptombdauer erfahren häufig keine Verbesserung der Beschwerden nach der ASK. Die Misserfolgsrate liegt bei 82%, weswegen diesen Patienten von einem arthroscopischen Eingriff

abgeraten werden sollte, zumal im Verlauf häufig eine prothetische Versorgung erfolgen muss. Skendzel et al berichten bei einer Gelenkspaltverschmälerung <2 cm, dass nach Hüft-ASK 86% der Patienten nach durchschnittlich 40 Monaten mit einer Hüftgelenksprothese versorgt wurden. Bei Patienten mit einer Gelenkspaltverschmälerung >2 cm war dies durchschnittlich erst nach 88 Monaten nötig und das nur bei 16% der Patienten [117, 118].

Malviya et al. untersuchten, ob Athleten ein besseres Outcome nach einer Hüft-ASK hatten als Nicht-Athleten. Die Studienpopulation hatte ein durchschnittliches Alter von 35,4 Jahren (14-59 Jahre). Sie stellten sechs Wochen nach der Operation ein signifikant besseres Outcome im mHHS und NAHS bei den Athleten fest. Jedoch waren die präoperativen Werte der Athleten auch besser als die der Nicht-Athleten. Nach sechs Monaten und nach einem Jahr jedoch war der modifizierte Harris Hip Score und der Non-Arthritic Hip Score in beiden Gruppen gleich. Die Hüft-ASK scheint somit zur Behandlung des FAI's für beide Gruppen gleichermaßen geeignet [119]. Professionelle Sportler, in dieser Studie vornehmlich Fußballer, American Football-, Baseball- oder Basketballspieler, kehrten sehr häufig (95%) zu ihrem vorherigen Sportlevel zurück, obwohl häufig (96%) schon sekundäre Schäden am Gelenk vorhanden waren, die nicht mehr repariert werden konnten. Um größere Folgeschäden am Knorpel und Labrum zu vermeiden, ist daher laut Byrd et al. ein frühes Erkennen und Therapieren eines symptomatischen FAI's wichtig [120, 121]. Professionelle Eishockeyspieler spielten nach einer ASK im Durchschnitt noch 5,9 Jahre. Eine kürzere Zeit an Symptomen vor der Operation korrelierte mit einer längeren Dauer der Karriere nach der Operation. Patienten, die nach der Operation weniger als fünf Jahre die Karriere fortsetzten, litten signifikant länger an Symptomen präoperativ (20,2 Monate) als Spieler, die postoperativ noch länger als fünf Jahre aktiv waren (9,3 Monate). Dies hing in dieser Studie nicht mit der Art der Labrumversorgung oder einer durchgeführten Mikrofrakturierung am azetabulären Knorpel zusammen. Daher empfehlen Menge et al. einen frühen Eingriff bei bestehenden Symptomen [122]. Nach einer Studie von Sansone et al. kehrten 73% der Top-Athleten (58,8% Fußball und 17,6% Eishockey) zum Wettkampfniveau zurück, 52% auf präoperativem Level. Bei einer präoperativen Symptombdauer von weniger als 12 Monaten kehrten 87%, bei längerer Symptombdauer 61% der Athleten zum Sport zurück. 93% der Top-Athleten äußerten sich postoperativ zufrieden. Es kam zu einem signifikanten Anstieg in allen erhobenen Outcome-Scores [123].

Auch beim Mini-open-Verfahren scheint das Outcome gut zu sein. Die Ergebnisse im mittleren Nachbeobachtungszeitraum von 22 Monaten waren mit denen der Hüft-ASK und der offenchirurgischen Hüftluxation vergleichbar [124]. In einer Studie von Kirschbaum et al. erreichten circa 54% der Patienten nach der Operation das frühere sportliche Level und konnten mindestens in gleicher Intensität trainieren. 93% der Amateur- und Profisportler kehrten zum Sport zurück, jedoch fand häufig ein Wechsel von High-Impact- zu Low-Impact-Sportarten statt. Verglichen zu

präoperativ, betraf das vor allem Kampfsportler (67%) und Ball- und Laufsportler (je 50%). Bei 17% der Patienten kam es zu einer Progredienz der Arthrose mit signifikant schlechteren Ergebnissen 40,5 Monate nach der Operation im mHHS und HOS-SSS [94].

Alle nachfolgend aufgeführten Studien in diesem Unterkapitel beziehen sich nicht explizit auf eine sportliche Population, sondern auf die Allgemeinbevölkerung. „Sportliche“ Studien existieren hierzu noch nicht bzw. die aufgeführten Studien enthalten Ergänzungen zu den bereits erwähnten Sportstudien. Diese Studien untersuchten das Outcome der verschiedenen Operationsverfahren, der Therapiemöglichkeiten von Labrumläsionen und von einzeitig uni-/bilateralen und zweizeitig bilateralen FAI-Operationen. Des Weiteren befassen sich die Studien mit dem Outcome nach Mikrofrakturierungen von Knorpelschäden, von Kapselverschlüssen am Ende der Operation, von intraoperativen Injektionen mit plättchenreichem Plasma und mit dem Outcome von kombinierten Operationen bei Pincer-Deformität mit Labrumschaden und Coxa profunda. Erläutert werden außerdem postoperativ schlechte Ergebnisse bei residuellem Impingement und das Outcome der postoperativen Rehabilitation.

Die Hüft-ASK und das offen-chirurgische Verfahren zeigen beide gute bis sehr gute Resultate im mHHS, NAHS, HOS-ADL und HOS-SSS und eine hohe postoperative Zufriedenheit der Patienten mit 8,1 (offen-chirurgisch) und 9,2 (ASK) Punkten auf einer 10-Punkte-Skala. Die Hüft-ASK führte nach zwei Jahren zu einer stärkeren Verbesserung im Hip Outcome Score-Sport-Specific Subscale mit einem Anstieg von 42,8 Punkten und im Non-Arthritic Hip Score von 28,1 Punkten (postoperativ HOS-SSS $87,1 \pm 12,1$, HAHS $94,2 \pm 4,5$), verglichen mit 23,5 Punkten im HOS-SSS und 18,3 Punkten im NAHS beim offen-chirurgischen Eingriff (postoperativ HOS-SSS $77,3 \pm 22,7$, HAHS $85,7 \pm 12,4$) [125]. Patienten mit Pincer-Impingement und Coxa profunda erreichen durch eine Hüft-ASK ähnliche Werte im Subscore „Hüftfunktion“ (mHHS=79,5; HOS-ADL=81,5) 2,5 Jahre postoperativ wie Patienten mit Cam-Impingement. Patienten mit einer globalen Pfannenüberdachung können nach Sanders et al. auch von einer Hüft-ASK profitieren und gute postoperative Ergebnisse in den Funktionsscores erreichen und müssen nicht zwingend offen-chirurgisch operiert werden [126]. Die Hüft-ASK zeigte zudem gute Resultate bei Cam-Läsionen mit kleinem, partiellem Knorpelschaden. Es fand sich ein Anstieg von 74,1 auf 89,8 Punkte im mHHS nach 22 Monaten. Die Mikrofrakturierung führte bei geringgradigem Knorpelschaden zu sehr guten Ergebnissen im NAHS mit einem Anstieg von 72,0 auf 90,2 Punkte [127]. Eine präoperativ bestehende Arthrose ist ein Indikator für eine geringere Funktion postoperativ, beurteilt anhand der Scores mHHS, HOS-ADL und HOS-SSS, verglichen mit Patienten ohne Arthrose [126]. Eine Indikation zur Operation sollte daher bei manifester Arthrose zurückhaltend gestellt werden, da mit wenig Verbesserung zu rechnen ist [98]. Mehrere Autoren geben an, dass schlechte Ergebnisse nach einer ASK zur FAI-Behandlung begünstigt werden durch lang andauernde präoperative Beschwerden, eine vorbestehende Arthrose mit Gelenkspaltverschmälerung und große

Knorpelschäden an beiden Gelenkflächen, eine geringe anteriore azetabuläre Überdachung und eine Femurretroversion. Ein intraoperatives labrales Débridement und eine azetabuläre Mikrofrakturierung wirken sich ebenfalls negativ auf das Outcome aus [128, 129].

Beim FAI ist das Labrum häufig mit geschädigt. Es wird dann intraoperativ ebenfalls therapiert. Laut Domb et al. kam es hierbei zur größten Verbesserung im Non-Arthritic Hip Scores (NAHS) bei der Labrumrekonstruktion (52,9 auf 77,6 Punkte), bei der die Sehne des M. gracilis des ipsilateralen Kniegelenkes verwendet wurde, gefolgt von der Labrumrefixation. Die geringsten Verbesserungen lieferte die Labrumresektion (55,5 auf 68 Punkte) [130]. Dies bestätigten Matsuda et al.: Bei irreparablen Labrumschäden führte die Labrumrekonstruktion (Anstieg um 50,5 auf 92,4 Punkte) zu höheren NAHS-Scores als die Labrumresektion (Anstieg um 22,5 auf 77,9 Punkte), die Zufriedenheit der Patienten unterscheidet sich jedoch nicht signifikant. Die arthroskopische Labrumrekonstruktion mit der Gracilissehne scheint eine sichere und effektive Methode zu sein. Das Outcome ist dann vergleichbar mit dem einer Labrumrefixation, obwohl der zu versorgende Labrumschaden größer ist [131]. Krych et al. untersuchten weibliche Patienten zwischen 19-59 Jahren mit kombiniertem FAI oder Pincer-Deformität und Labrumdefekt und berichteten von besseren postoperativen Sport-Scores (HOS-SSS 88,7 vs. 76,3), besser ausführbaren Alltagsaktivitäten (HOS-ADL 91,2 vs. 80,9), einem subjektiv besserem Outcome und einer besseren Hüftfunktion bei Labrumrefixation, verglichen mit einer Gruppe mit Patienten mit Labrumdébridement. Eine große Zahl der Patienten mit Labrumrefixation berichtete, dass sich die Hüftfunktion nach der Operation normal oder fast normal anfühlte, was möglicherweise auf den Erhalt propriozeptiver Mechanorezeptoren des Labrums zurückgeführt werden kann, da im Gegensatz zum Débridement bei der Refixation kein Teil des Labrums entfernt wird [132]. Die Labrumrefixation resultiert auch hier in höheren Scorewerten (HHS 94,3 vs. 88,9) und einer höheren Anzahl (89,7% vs. 66,7%) an guten und exzellenten Ergebnissen (HHS>80), verglichen zu einem Débridement des Labrums. Es wurde hierbei außerdem über weniger progressive degenerative Veränderungen im kurzfristigen Verlauf nach 16,5 Monaten berichtet [133]. Die postoperativen Ergebnisse im mHHS, NAHS, HOS-SSS, HOS-ADL und VAS bei Durchführung einer Azetabuloplastik in Kombination mit einer Labrumrefixation zeigen dabei keinen Vorteil durch die Ablösung des Labrums vom Azetabulum. Daher lautet die Empfehlung bei intaktem chondrolabralen Übergang zur Schonung auf eine Labrumablösung zu verzichten [134].

Eine Mikrofrakturierung bei einem FAI mit isoliertem Knorpelschaden scheint eine sichere und effektive Methode zur Behandlung des Knorpelschadens zu sein. In dieser Studie hatten 19 von 20 Patienten eine 96%-ige Auffüllung der Defektstelle nach 17 Monaten [135]. Zur Behandlung von großflächigen Knorpeldefekten mit isoliertem chondralen Defekt Typ 3 oder 4 nach Outerbridge mit mindestens 1 cm² Durchmesser wurden autolog-angezüchtete Chondrozyten transplantiert. Diese Methode fand als zweizeitige Operation statt, wobei im ersten Schritt Knorpelzellen

entnommen und dann angezüchtet wurden, die dann in einer zweiten Operation in Form von 3D-Sphäroiden in die Defektstelle injiziert wurden. Das Cam-Impingement wurde in diesem Verfahren schon in der ersten Operation adressiert, ein Labrumdefekt in der zweiten Operation. Bei dieser Methode kam es zur Besserung der Symptome und zu guten Ergebnissen im NAHS- und WOMAC-Score sechs Wochen nach der ersten Operation und zu einer weiteren Verbesserung nach dem zweiten Eingriff [136].

Patienten mit chondrolabralen Pathologien wiesen 12-24 Monate nach einer unilateralen ASK bilaterale Funktionsstörungen auf. So konnte z.B. der seitliche Unterarmstütz auf beiden Seiten signifikant kürzer gehalten werden, verglichen zu einer Kontrollgruppe. 59 sec konnte die Position auf der operierten und 47 sec auf der nicht-operierten Seite gehalten werden, verglichen mit 81 sec in der Kontrollgruppe auf der Seite des dominanten und 86 sec auf der Seite des nicht-dominanten Beins. Die Distanz, die maximal im Ein-Bein-Sprung erreicht werden konnte, war auch beidseits signifikant geringer, verglichen mit der Kontrollgruppe. Eine bessere Funktion war mit einer größeren Abduktorenkraft assoziiert. In der Rehabilitationsphase empfehlen Kemp et al. daher, neben dem Abbau individueller Defizite, gezielt die Kraft der Hüftabduktoren zu trainiert [137].

Bei begleitenden anatomischen Normvarianten werden die Hüft-ASK und offen-chirurgische Verfahren eingesetzt. Parry et al. berichten, dass die reverse antevertierende periazetabuläre Osteotomie bei jungen Patienten mit FAI und isolierter Pfannenretroversion oder Retroversion mit Dysplasie zur erfolgreichen Besserung der klinischen und radiologischen Ergebnisse fünf Jahre postoperativ führte [138]. Bei der arthroskopischen Behandlung von Patienten mit Labrumläsionen in Kombination mit einer vermehrten Pfannenrandüberdachung und Coxa profunda kam es auch zu einer signifikanten Verbesserung des Outcomes und der Schmerzen zwei Jahre postoperativ, jedoch fiel diese geringer aus als bei Patienten mit physiologischer Pfannenüberdachung, obwohl sich die knöcherne Mehrüberdachung vollständig behandeln ließ [139]. Für Patienten mit FAI und einer global retrovertierten Pfanne scheint eine Hüft-ASK eine gute Alternative zur deutlich aufwendigeren invasiven reversen periazetabulären Osteotomie darzustellen. Die Patienten zeigten bei zweijährigem Follow-up eine hohe Zufriedenheit mit 7,4 Punkten auf einer 10-Punkte-Skala und es kam im Untersuchungszeitraum zu keinem Voranschreiten der Coxarthrose bei radiologischer Kontrolle. Der modifizierte HHS und der HOS stiegen postoperativ signifikant an (mHHS von 65 auf 81, HOS-ADL von 69 auf 88 und HOS-SSS von 47 auf 76 Punkte). Die Komplikationsrate lag bei 3,6% [140].

Eine intraoperative Injektion von sechs Millilitern PRP (platelet rich plasma, plättchenreiches Plasma) führte zu geringeren Schmerzen 48 Stunden postoperativ (VAS 3,04 vs. 5,28) und zu einer geringeren Anzahl an per MRT nachweisbaren Gelenkergüssen sechs Monate nach der Operation (36,7% vs. 21,1%), verglichen mit einer Kontrollgruppe ohne Injektion. Alle anderen Scores

(mHHS und VAS) unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Gruppen. Das plättchenreiche Plasma scheint sich kurzfristig günstig auf postoperative Entzündungen auszuwirken, langfristige Auswirkungen bleiben abzuwarten [141].

Perets et al. stellten in einer Studie in der Allgemeinbevölkerung fest, dass jugendliche Patienten, die wegen eines FAI's operiert wurden, nach der Operation einen geringeren Alpha-Winkel und ein geringeres Offset aufweisen, was auch zwei Jahre später konstant geblieben war. Es kam somit zu keinem neuen Knochenwachstum [142].

Eine weitere Studie verglich drei Gruppen von FAI-Patienten miteinander. In der ersten Gruppe wurde eine einseitige Hüft-ASK durchgeführt, in der zweiten Gruppe eine gleichzeitige bilaterale Hüft-ASK und in der letzten Gruppe eine zweizeitige bilaterale Hüft-ASK mit einem Abstand von im Durchschnitt 14,6 Wochen. In der Gruppe mit gleichzeitiger bilateraler Hüft-ASK durften die Hüftgelenke postoperativ voll belastet werden. Stellte sich intraoperativ beim ersten Hüftgelenk heraus, dass postoperativ eine Entlastung notwendig ist, z.B. aufgrund einer Mikrofrakturierung des Knorpels, wurde das zweite Hüftgelenk zu einem späteren Zeitpunkt operiert. Es traten in der gleichzeitig durchgeführten bilateralen Hüft-ASK nicht mehr Komplikationen, Schmerzen, Schmerzmittelgebrauch oder Nebenwirkungen auf als in den anderen beiden Gruppen. Die Wiederaufnahme der Alltagsaktivitäten war genauso schnell möglich wie nach einseitiger Hüft-ASK. Nur die Zeit bis nach der Operation ein Fahrradergometer benutzt werden konnte, war circa doppelt so lang wie bei den anderen beiden Gruppen (7,8 Tage vs. 14,7 Tage) [143].

Auch der vollständige Verschluss der Hüftgelenkkapsel am Ende der Hüft-ASK scheint für das Outcome und die Revisionsrate wichtig: Patienten, die einen vollständigen Kapselverschluss erhielten, zeigten bessere postoperative Ergebnisse im HOS-SSS nach sechs Monaten, nach einem und nach zweieinhalb Jahren. Bei unvollständigem Verschluss mussten 13% rearthroskopiert werden [144].

Nach einem arthroskopischen Eingriff verbleibt postoperativ häufig ein residuelles knöchernes Impingement: Beim Pincer-FAI in 63,3%, was sich hauptsächlich am posterioren Azetabulum befindet. Das klinische Outcome ist von der verbliebenen Größe des Impingements abhängig: Verbleiben >20% des Impingements, fallen Scores postoperativ signifikant schlechter aus, genauso wie die Patientenzufriedenheit. Mehrere Gründe werden als Ursache für die hohe Anzahl residueller Impingements angegeben: Der azetabuläre Knochen ist mit einer dicken Weichteilschicht überdeckt, was die direkte Sichtkontrolle erschwert. Zudem ist, bedingt durch die intraoperative Traktion des Hüftgelenkes, um das zentrale Kompartiment einsehen zu können, der klassische Impingementprovokationstest nicht möglich. Deswegen kann intraoperativ unter Sicht mit dem Arthroskop nicht validiert werden, ob genügend Knochen abgetragen wurde. Darüber hinaus ist nicht immer offensichtlich, wo die Grenze zwischen „überschüssigem“ und physiologischem

Knochen liegt. Des Weiteren ist durch das anterolaterale und das anteriore Portal das posteriore Azetabulum schlecht einsehbar. Ein posteriores Portal wird nicht verwendet, da es sehr nah am N. ischiadicus, am N. gluteus superior und den versorgenden Gefäßen liegen würde [145]. 69,4 - 81% der Revisionsoperationen sind auf das verbliebene FAI zurückzuführen [146, 147], bis zu 53% auf Labrumschäden und bis zu 24% auf Knorpelschäden und Adhäsionen, wobei die Diagnosen auch in Kombination auftraten. Die Revisionsoperation findet im Durchschnitt 28 Monate nach dem Ersteingriff statt. Es kam zu einer Verbesserung des mHHS von 56,8 auf 72,0, wobei die Verbesserung unter der von erstmalig operierten Patienten lag [146, 148]. In 25% der Fälle führte derselbe Arzt auch die Revisionsoperation durch. 5% der bereits rearthroskopierten Patienten unterzogen sich einer weiteren Revisionsoperation [146].

Die Nachbehandlung der arthroskopischen FAI-Korrektur beinhaltet auch eine intensive Physiotherapie. 2016 verglich eine Studie Patienten, die nach einem arthroskopisch versorgten FAI-Syndrom Physiotherapie erhielten, mit Patienten ohne anschließende derartige Behandlung. Es zeigte sich nach 14 Wochen ein signifikant besseres Ergebnis im International Hip Outcome Tool (iHOT33) und der Hip Outcome Scale (HOS) bei Patienten mit Physiotherapie, nach 24 Wochen ließ sich jedoch kein Unterschied mehr zwischen den beiden Gruppen finden [149].

Smeatham et al. verglichen in einer randomisiert-kontrollierten Studie das Outcome nach konservativer Therapie des FAI's. Die erste Gruppe wurde drei Monate mit Physiotherapie behandelt, während die zweite Gruppe ihre Alltagsgewohnheiten fortführte. Der Non Arthritic Hip Score (NAHS) stieg dabei in Gruppe 1 von 50,1 auf 62,7 Punkte und in Gruppe 2 von 54,4 auf 55,2 Punkte an. In beiden Gruppen kam es zu einer marginalen Schmerzverbesserung [150].

3.5.4 Rückkehr zum Sport nach operativer FAI-Behandlung

Es ist wichtig vor dem chirurgischen Eingriff einzuschätzen, ob eine Rückkehr zum Sport und ggf. auf welchem Niveau realistisch ist. Für das femoroazetabuläre Impingement gibt es wenige Studien zum „Return to Sport“, zusätzlich weisen diese nur ein geringes Evidenzniveau auf (zwei Studien Level 3 und 13 Studien Level 4). Es existiert bisher kein Rehabilitationsprotokoll für Patienten, das wissenschaftlich bestätigt wurde [151].

In einem aktuellen Review, das 38 Studien mit 1773 Sportler umfasst, kehrten im Durchschnitt 93% nach 7,3 Monaten in ihren Sport zurück. 95% der Patienten, die jünger als 18 Jahre waren, kehrten zu ihrem Sport zurück, bei Profisportlern waren es 94,3%. Am häufigsten waren die Sportler aktiv im Laufsport (16,8%), im Baseball (14,8%), im Eishockey (14,3%), im Fußball (12,7%) und im American Football (8,4%). 82% der Sportler erreichten ihr präoperatives Niveau innerhalb von 5,7 Monaten wieder, 89% der Wettkampfsportler innerhalb von 6,4 Monaten [152]. Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen einer kurzen präoperativen Beschwerdedauer und einer höheren Rate an Sportrückkehrern beschrieben [152–154]. Vergleichbare Ergebnisse liefert ein

weiteres Review aus dem Jahr 2018. Hier kehrten 84,5% der Sportler innerhalb von 7,4 Monaten zum Sport zurück. Professionelle Sportler kehrten zu 82-93,3%, Freizeitsportler zu 66,7-84%, Collegeathleten zu 92,8% und High-School-Athleten zu 50% zu ihrem Sport zurück [151]. Ähnliche Zahlen stammen von einem Review aus dem Jahr 2012, das Studien aus vielen verschiedenen Sportarten beinhaltet. 95% der professionellen Sportler kehrten zu ihrem Sport zurück, 92% erreichten ihr vorheriges Leistungsniveau wieder innerhalb von sechs Monaten nach ihrem Eingriff. Freizeitsportler kehrten zu einem etwas geringeren Anteil zum Sport zurück (87%) und erreichten zu 84% ihr vorheriges Niveau [155]. Der mHHS stieg in dieser Studie im Durchschnitt von 71,3 Punkten präoperativ auf 91,6 Punkte sechs Monate postoperativ an. Ähnliche Werte liefert eine aktuellere Übersichtsarbeit von Memon et al. [152, 155]. Die Studie von Malviya et al. verglich die Rückkehr von Freizeit- und professionellen Sportlern, die alle in verschiedenen Sportarten aktiv waren. Am häufigsten vertreten waren Laufen, American Football, Tennis und Golf. Nach sechs Monaten kehrten 78% der professionellen Sportler und 65% der Freizeitsportler zu ihrem Sport zurück, nach einem Jahr waren es 88% der Profisportler und 73% der Freizeitsportler, die ihr Wunschsportniveau wieder erreicht hatten. Profisportler konnten im Durchschnitt nach 4,2 Monaten, und damit 2,6 Monate früher als Freizeitsportler, wieder mit ihren Sportarten beginnen. Die Trainingsexposition ein Jahr nach der ASK konnte um das 2,6fache und die Wettkampfzeit um das 3,2fache verglichen zu präoperativ gesteigert werden [156]. Laut eines systematischen Reviews von 2015 kehrten 87% der Athleten zum Sport zurück und erreichten ihr vorheriges Leistungsniveau in 82% der Fälle. In der Übersichtsarbeit wurden Sportler vom Freizeitsport bis Profisport einbezogen. Auch hier kehrten professionelle Athleten häufiger zum Sport zurück als Freizeitsportler, jedoch sank im kurz- und mittelfristigen Verlauf bis zu drei Jahren die Anzahl der Athleten, die weiterhin Sport trieben. Eine Rückkehr zum Sport scheint häufig zu sein, ist aber nicht immer positiv mit der Zufriedenheit der Patienten und der Wiederherstellung der sportlichen Fähigkeiten assoziiert. Eine Studie gab eine Rückkehr von 85% zum Sport an, die Patientenzufriedenheit lag jedoch bei nur 75%. In vielen Studien scheint die Angabe des „Return to sport“ die Zufriedenheit der Patienten und die sportliche Fähigkeit der Athleten nicht richtig abzubilden, da viele trotz funktioneller Einschränkungen und Unzufriedenheit zum Sport zurückkehren und dadurch das Ergebnis des „Return to sport“ überschätzt wird [157].

Nach arthroskopischem Eingriff zur FAI-Behandlung kehrten nach einer Studie von 2018 92,5% der operierten National Football League (NFL)-Spieler innerhalb von sechs Monaten in die NFL ohne signifikante Leistungsminderung zurück, verglichen zu der letzten Saison vor ihrer Operation [158]. Auch in der Australian Football League (AFL) kehrten wegen FAI's behandelte Spieler zu 96% auch in die AFL zurück. 2011, am Ende des Beobachtungszeitraum (2003-2011), spielten noch 62% (n=16/26) der operierten Profis durchschnittlich für weitere 52,5 Monate im Profibereich. 10 Spieler beendeten ihre Profikarriere, einer gab das Hüftgelenk als Grund an [159]. Laut einer

weiteren Studie über professionelle Footballspieler kehrten nur 87% auf Wettkampfniveau zurück, am seltensten Spieler auf der offensiven Lineman-Position (61%). 100% der Quarterbacks und Wide Receiver und 75% der Runningbacks kehrten zurück. Linemans hatten in dieser Studie den höchsten BMI und wiesen alle einen Knorpelschaden auf. Der Lineman muss sich typischerweise aus tiefer Hüftflexion nach vorne abstoßen, eine typische provokative Hüftgelenksposition mit Blick auf ein FAI. Diese Faktoren können Gründe für eine geringere Rückkehrate sein. Die Karrierelänge betrug im Anschluss an die Operation im Durchschnitt noch 7,4 Seasons [160].

Laut einer Studie aus dem Jahr 2018 schwammen 100% der Freizeit- und Amateurschwimmer 3,4 Monate nach ihrer arthroskopischen Behandlung wieder. 38% von ihnen kehrten auf ihr vorheriges sportliches Niveau zurück, 54% erreichten ein höheres und 7% ein niedrigeres Niveau. Hier gibt es, im Gegensatz zu vielen anderen Sportarten, keinen Zusammenhang zwischen der Länge der Zeit, die vor der Operation aufgrund von Schmerzen pausiert wurde, und der Rückkehr zum Schwimmen. Die Studie macht keine Angabe zum bevorzugten Schwimmstil der Sportler [161]. 100% der professionellen Golfer konnten nach 4,7 Monaten wieder auf ihrem vorherigen Niveau Golf spielen und nahmen nach dem Eingriff noch 5,7 Jahre am Profigolfen teil [162]. Yogasportler kehrten zu 93% 5,3 ± 2,2 Monaten nach ihrer Operation zurück zu ihrer Sportart. Auch hier scheint es keinen Zusammenhang zwischen der vor der Operation pausierten Zeit und der Rückkehr zum Yoga zu geben. 85% kehrten mindestens auf dasselbe Level wie vor ihrer Operation zurück, 45% erreichten sogar ein höheres Leistungsniveau [163]. Freizeitfahrradfahrer kehrten zu 97% innerhalb von 4,5 Monaten postoperativ zurück. 59% erreichten ein höheres Leistungsniveau, 41% ihr vorheriges Level. Eine höhere Anzahl an Meilen, die vor der Operation pro Woche zurückgelegt wurde, korrelierte mit einer kürzeren Zeit bis zur Rückkehr zum Fahrradfahren postoperativ. In dieser Studie ließ sich auch kein Zusammenhang zwischen der Dauer des Pausierens vor der Operation und der Zeit bis zur Rückkehr zum Sport nach der Operation finden [164]. Zum Laufsport kehrten 94% der Freizeit- und Wettkampfläufer innerhalb von 8,5 Monaten zurück, wobei 100% der Wettkampf- und 88% der Freizeitläufer wieder Laufsport betrieben. Die Anzahl an gelaufenen Meilen sank jedoch zwei Jahre nach der Operation signifikant ab, verglichen zur präoperativen Situation. Patienten, die vor der Operation mehr als acht Monate schmerzbedingt nicht laufen konnten, brauchten länger (10,6 Monate), um zum Laufsport zurückzukehren als Patienten, die weniger als acht Monate vor der Operation pausiert hatten (7,6 Monate) [165]. In der Major League Soccer (Männer-Profifußballliga USA) spielten 96% der Spieler 9,2 Monate postoperativ wieder in einer Profiligas. Spieler mit Nationalmannschaftserfahrung kehrten schneller wieder zurück (5,7 vs 11,6 Monate) [166].

Nach offen-chirurgischer Hüftluxation kehrten 85% der Freizeitsportler zum Sport zurück. 75% der Patienten waren mit ihren sportlichen Möglichkeiten zufrieden. 60,3% fanden ihre sportliche Aktivität nach der Operation verbessert, wobei zum Teil ein Wechsel zu gelenkschonenderen

Sportarten stattgefunden hat. Präoperativ joggten 20% der Patienten und 22% fuhren Alpinski, postoperativ waren es 11% bzw. 18%. 22% fuhren präoperativ Fahrrad, postoperativ erhöhte sich die Häufigkeit um 1% [167]. 2011 berichteten Naal et al., dass es nach offen-chirurgischer Hüftluxation Profis möglich ist zum Sport (63,6% Eishockey, 18,2% Floorball, 13,6% Fußball, 4,5% Tischtennis) zurückzukehren und professionell für mehrere Jahre weiterzuspielen. Die Studie trifft jedoch keine Aussage über die benötigte Zeit der Sportler, um das professionelle Sportlevel wieder zu erreichen [168].

3.6 Zusammenfassung

Zum Thema FAI existiert nur eine geringe Anzahl an Studien, da die Erkrankung erst nach der Jahrtausendwende richtig wahrgenommen wurde.

Das femoroazetabuläre Impingement beschreibt eine Formveränderung an Femurkopf und/oder Azetabulum, die durch einen knöchernen Anbau am Schenkelhals (Cam-Deformität) und/oder an der Hüftpfanne (Pincer-Deformität) entsteht [1]. Es werden drei Subtypen unterschieden: Das Cam-Impingement (Nockenwellendeformität) mit einem pathologischen Knochenanbau am Kopf-Hals-Übergang des Femurs, das Pincer-Impingement (Beißzangendeformität) mit einer pathologischen Mehrüberdachung des Azetabulums und der gemischte Typ, der beide Komponenten enthält.

Die Einzelstudien erreichen gute Ergebnisse (im Durchschnitt 20,9 von 28 möglichen Punkten) auf Grundlage der Bewertung mit der „Checklist for Measuring Quality“, jedoch ist das Evidenzniveau gering. Die Reviews fielen qualitativ schlechter aus (im Durchschnitt 16,8 von 27 möglichen Punkten), was einem mittelmäßigen Ergebnis entspricht. In zukünftigen Studien sollte daher mehr Rücksicht auf eine hochwertige Methodik und statistische Auswertung gelegt werden, eine höhere Teilnehmerzahl erzielt werden und häufiger Kontrollgruppen mit eingebunden werden.

Aktuell wird vermutet, dass für die Entstehung eines FAI's eine hohe sportliche Aktivität in der Wachstumsphase ursächlich ist. Diese führt zu vermehrtem Scherstress auf den Oberschenkelhals und das Azetabulum. Als Reaktion auf die erhöhte Belastung kommt es zu einer strukturellen Anpassung der Femurkopfepiphyse, wodurch ein Cam-Impingement entsteht. Auch beim Pincer-Impingement schlägt durch vermehrten Scherstress der normalgeformte Oberschenkelhals an der mehrüberdachten Pfanne an [2–4]. Die Prävalenz des FAI's in der Allgemeinbevölkerung wird mit 7-25% angegeben [18, 19], bei Sportlern liegt sie zwischen 40-94,3%, wobei sie im Eishockey (68-93,8%), im American Football (94,3%), im Capoeira (91,7%) und im Fußball (72%) am höchsten zu sein scheint [12, 13, 15, 23, 25–28, 32, 33].

Klinisch ist das FAI vor allem geprägt durch Leistenschmerzen (81%) und durch eine eingeschränkte Hüftflexion und -innenrotation, vor allem bei 90° flektiertem Hüft- und Kniegelenk [5, 6]. Als Provokationstest scheint der anteriore Impingementtest am sichersten/sensitivsten ein FAI identifizieren zu können, in 78,5-99% der FAI-Patienten war er positiv [5, 6, 24, 53]. Der Goldstandard in der Diagnosesicherung sind Röntgenaufnahmen. Die 45°-Dunn-Aufnahme zur Cam-Impingement-Diagnostik [85] zur Bestimmung des Alpha-Winkels nach Nötzli und die a.p.-Beckenübersichtaufnahme und die Cross-table-Aufnahme in der Pincer-Impingement-Diagnostik zur Beurteilung eines Cross-over-Zeichens, Posterior-Wall-Zeichens und der LCE-Winkels [79]. Wenn es um die Abklärung einer Operationsindikation geht sollte eine Arthro-MRT durchgeführt werden, insbesondere um begleitende Knorpel- und Labrumschäden darzustellen [34].

Therapeutisch wird versucht das symptomatische FAI zunächst konservativ mit Physiotherapie, NSAR-Einnahme, intraartikulären Injektionen und Schonung des Gelenkes zu behandeln [81]. Bei keiner ausreichenden Verbesserung der Beschwerden wird eine chirurgische Behandlung erwogen. In 24% der Operationen wird eine chirurgische Hüftgelenkluxation durchgeführt, in 59% eine Hüft-ASK und in 11% wird das Mini-open-Verfahren verwendet. [88] Die Hüftarthroskopie wird als bevorzugte Therapie eingesetzt. Sie ist am wenigsten invasiv und erlaubt eine schnellere Rehabilitation. Sie kann jedoch nur anteriore und anterosuperiore Cam-Läsionen korrigieren [31] und Knorpel- und Labrumschäden, die nicht im inferoposterioren Bereich des zentralen Kompartiments liegen und auch nicht zu ausgedehnt sind [93, 94]. Bei einer Gelenkspaltverschmälerung über 50% und fortgeschrittenen Knorpelschäden sollte keine ASK durchgeführt werden [117, 118]. Die minimal-invasive, offene Methode adressiert alle auch in der Hüft-ASK darstellbaren Strukturen, ermöglicht eine kürzere Operationszeit und eine Kontrolle, ob ausreichend Knochen abgetragen wurde, durch den Impingementprovokationstest, da keine Traktion verwendet wird. Diese Methode wird aber seltener angewandt, da sie invasiver ist [94]. Cam-Läsionen im superioren und posterosuperioren Bereich werden, genauso wie komplexe Deformitäten, ein kombiniertes ventrodorsales FAI und eine globale Pfannenüberdachung durch eine offen-chirurgische Luxation behandelt [98].

Die Gesamtkomplikationsrate nach arthroskopischer Behandlung wird mit 6,3% angegeben. Dabei treten am häufigsten iatrogene Knorpel- (9,1%) und Labrumschäden (2%) und Nervenläsionen (4,5%) auf [92].

Alle drei Operationsverfahren zeigen gute Therapieresultate, wobei im zwei Jahres Follow-up die Arthroskopie die besten Resultate zeigte, wobei sie vor allem jüngere Patienten mit geringer ausgeprägten Pathologien adressierte, verglichen mit dem offen-chirurgischen Verfahren [125]. Hat der Patient bereits eine fortgeschrittene Arthrose, ist eine verbesserte Hüftfunktion nach ASK selten und dieser Eingriff kritisch zu überlegen [126]. Nach arthroskopischem Eingriff verbleibt vor allem nach Pincer-Korrektur ein residuelles Impingement (63,3%), was gegebenenfalls nachreseziert werden muss [145]. 5% der rearthroskopisch behandelten FAI-Patienten müssen sich einer weiteren Revisionsoperation unterziehen [146, 148].

Die Rückkehr zum Sport nach chirurgischem Eingriff wird mit 84,5-100% bei professionellen Sportlern angegeben [152, 155, 157, 159, 161, 162], wobei die Zeit bis zur Rückkehr sportartbedingt zwischen 4,2 und 10,6 Monaten variieren kann [156, 165]. Einige Studien deuten darauf hin, dass eine längere Dauer an Beschwerden präoperativ mit einer langsameren und selteneren Rückkehr zum Sport korreliert, was aber nicht unwidersprochen ist [152–154].

4 Material und Methoden

4.1 Planung und Studiendesign

Bei der durchgeführten Studie handelt es sich um eine Querschnittsstudie, die die Häufigkeit von Hüftgelenkserkrankungen, speziell des femoroazetabulären Impingements, im leistungssportlich betriebenen Hockey ermitteln sollte. Dazu wurden männliche, aktuelle (aktive) und ehemalige Feld- und Hallenhockeyspieler der ersten und zweiten Herren-Bundesliga durch einen Fragebogen mit anschließender klinischer Untersuchung auf Hüftgelenkerkrankungen gescreent (s. A. Kapitel 8.7, 8.8 und 8.9). Der Fragebogen diente der Erfassung der bisherigen sportlichen Karriere, des individuellen Trainingsumfanges sowie aktueller oder früherer Hüftgelenk-assoziiierter Beschwerden und/oder Erkrankungen.

In dieser Studie, welche die Prävalenz des FAI's untersucht, wurde sich für das Studiendesign der Querschnittsstudie entschieden. Die Querschnittsstudie ist, durch die Datenerhebung zu einem Zeitpunkt bzw. in einem kurzen Zeitintervall, geeignet „einen generellen Überblick über das Ausmaß eines Ereignisses“ [169] zu geben. Zudem basiert sie „auf der Stichprobe einer ganzen Population“ [169], wodurch die Prävalenz der untersuchten Erkrankung im Anschluss berechnet werden kann. Daher ist dieses Studiendesign passend, um einen Eindruck zu bekommen, wie groß die Problematik des FAI's im Hockeysport ist, was auch das Ziel dieser Studie darstellt.

Für die Studie wurden Erst- und Zweitbundesligisten in West- und Süddeutschland kontaktiert. Alle Vereine erhielten eine umfassende Erläuterung zu Ablauf und Durchführung der Studie. Die auszufüllenden Unterlagen wurden an sie übersandt: Ein Informationsschreiben für die Studienteilnehmer (s. A. Kapitel 8.1 und 8.2), einen dreiseitigen Fragebogen, der in deutscher und englischer Sprache vorhanden war (s. A. Kapitel 8.7 und 8.8), und eine Einwilligung- und Datenschutzerklärung (s. A. Kapitel 8.3, 8.4, 8.5 und 8.6), die vom Spieler selbst und ggf. ergänzend von den Erziehungsberechtigten, unterschrieben werden mussten. Die Teilnehmer wurden gebeten vorhandene Röntgen- oder MRT-Aufnahmen der Hüftgelenke respektive ihre schriftlichen Befunde zur Verfügung zu stellen. Jeder Spieler nahm freiwillig an der Studie teil und konnte seine Teilnahme zu jeder Zeit ohne Angabe von Gründen widerrufen.

Die Ethikkommission der Ärztekammer des Saarlandes genehmigte die Studie im Januar 2018 (Kenn-Nr. 262/17).

Von 12 initial angeschriebenen Vereinen (sieben Erst- und fünf Zweitbundesligisten) erklärten sich sieben Vereine (vier Erst- und drei Zweitbundesligisten) bereit an der Studie teilzunehmen. Zusätzlich wurden bei einem Sichtungslerngang für die Ü35 bis Ü55- Weltmeisterschaft 2018 in Terassa/Spanien im März 2018 Kaderspieler der deutschen Master-Nationalmannschaften

untersucht sowie im November 2018 bei einem Lehrgang in Limburg U18-Nationalspieler. Des Weiteren wurden bei zwei Vereinen ehemalige Bundesligaspieler älter als 30 Jahre untersucht. Wenn aller angeschriebenen Vereine respektive Spieler teilgenommen hätten, wäre eine Gesamtzahl von 433 Spielern erreicht worden. Durch die Absagen von fünf Vereinen (drei Erst- und zwei Zweitbundesligisten) verringerte sich die potenzielle Teilnehmerzahl auf 308. 60 dieser 308 Spieler lehnten eine Teilnahme ab oder waren am Untersuchungstag nicht anwesend. Ein Spieler ließ sich untersuchen, füllte jedoch keinen Fragebogen aus. Somit lag die Gesamtzahl bei 248 Teilnehmern (81% von 308 Spielern).

4.2 Datenerfassung

Die Datenerfassung der Teilnehmer erfolgte anhand eines schriftlichen Fragebogens (s. A. Kapitel 8.7 und 8.8) und einer klinischen Untersuchung beider Hüftgelenke durch die Autorin zusammen mit der betreuenden Ärztin Dr. med. Karen aus der Fünften (Fachärztin für Orthopädie).

4.2.1 Fragebogen

Folgenden Daten der Spieler wurden erfasst:

Personenbezogene Daten

- Alter
- Körpergewicht
- Körpergröße

Leistungsniveau

- Spielzeit in 1./2. Bundesliga (Halle/Feld)
- Spielzeit in Nationalmannschaft
- Spielzeit bei Hockeymasters (Ü35-55-Nationalmannschaft)

Bei Spielern, die im Ausland Hockey gespielt haben, wurden diese Level der Ligen als äquivalent zu den deutschen angenommen.

Trainingsumfang

- Trainingseinheiten pro Woche
- Dauer der Trainingseinheiten in Stunden
- ergänzende Trainingseinheiten (z.B. Kraft-/Athletiktraining)
- Dauer der ergänzenden Trainingseinheiten in Stunden

Der Trainingsumfang wurde getrennt erfragt für die aktive Bundesligazeit und die Hockeymasterzeit.

Zusätzlich wurde erfasst auf welcher Position der Spieler vornehmlich spielte, ob andere Sportarten leistungssportlich betrieben wurden und auf welcher Rasenart (Naturrasen, Kunstrasen mit Sandfüllung oder bewässerter Kunstrasen) gespielt wurde.

Hüftgelenkbeschwerden

- Schmerzen aktuell/in der Vergangenheit in Leiste/Oberschenkel/Gesäß
- Schmerzstärke in Leiste/Oberschenkel/Gesäß auf VAS-Skala 0-10

Bekannte Hüfterkrankungen

- bereits durchgeführte ärztliche Behandlung und Diagnosestellung
- Diagnosesicherung (Röntgen/MRT/CT/Sonstige)
- bereits durchgeführte Hüftoperation(en)

Zudem sollte der Spieler angeben, ob die Hüftgelenksbeschwerden zur Aufgabe des leistungssportlich betriebenen Hockeysport geführt haben.

4.2.2 Klinische Hüftgelenkuntersuchung

Die klinische Hüftgelenkuntersuchung der Spieler wurde auf einer Untersuchungsfläche am Trainingsort der Hockeyvereine durchgeführt. Die Untersuchungsergebnisse wurden auf einem standardisierten Untersuchungsbogen (s. A. Kapitel 8.9) erfasst.

Die klinische Untersuchung erfasst folgende Daten:

- Passiver Bewegungsumfang des Hüftgelenkes in Rücken- bzw. Bauchlage (Extension, Flexion, Ab-/Adduktion und Innen-/Außenrotation)

Die Flexion wurde in Rückenlage und die Extension in Bauch- und Rückenlage gemessen (Norm: 120°/0°/10°), die Abduktion und Adduktion in Rückenlage (Norm: 45°/0°/30°) und die Außen- und Innenrotation in Rückenlage bei 90° Flexion in Hüft- und Kniegelenk (Norm: 50°/0°/35°) [170].

Als Nächstes wurden hüftgelenkspezifische Funktionstests durchgeführt.

1. Trendelenburg-Hinken ja/nein

Beim Trendelenburg-Hinken beurteilt man das Gangbild des Spielers von dorsal. Das Trendelenburg-Hinken wird ausgelöst durch eine Insuffizienz der Glutealmuskulatur (M. gluteus medius und M. gluteus minimus). Diese wird in der Standphase des betroffenen Beins durch ein Absinken des Beckens auf der kontralateralen Seite sichtbar. Eine Insuffizienz tritt vor allem bei

einer Coxarthrose, aber auch bei angeborenen Hüftgelenksluxationen, bei Hüftgelenksoperationen, bei Läsionen der Nervenwurzeln L4 und L5 oder bei direkter Schädigung des N. gluteus superior auf [171].

2. Trendelenburgzeichen sofort/mit Verzögerung ja/nein

Auch das Trendelenburgzeichen deutet auf eine Insuffizienz der „kleinen“ Glutealmuskulatur (M. gluteus medius und M. gluteus minimus) hin. Hierbei steht der Spieler mit dem Rücken zum Untersucher und geht in den Einbeinstand, wobei das kontralaterale Bein in Knie- und Hüftgelenk 90° flektiert wird. Der Untersucher palpiert, bevor der Spieler den Einbeinstand einnimmt, mit jeweils einem Finger den Processus spinosus des zweiten sakralen Wirbelkörpers und die Spina iliaca posterior superior des anzuhebenden Beines. Kommt es dann nach Einnehmen des Einbeinstandes zum Absinken des Beckens des angehobenen Beines, ist das Trendelenburgzeichen positiv [171].

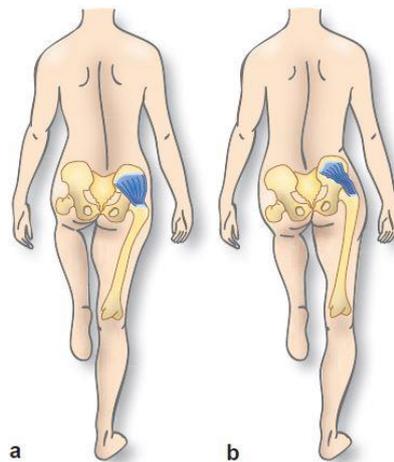


Abbildung 13: a) negatives und b) positives Trendelenburg-Zeichen [172]

3. Duchennehinken ja/nein

Das Duchennehinken wird ebenfalls durch eine Insuffizienz der kleinen Glutealmuskulatur verursacht. Im Einbeinstand kommt es zu einem Absinken des Beckens auf der kontralateralen Seite, wodurch im Standbein das Hüftgelenk adduziert wird und es zu einer Seitneigung des Oberkörpers zur Standbeinseite kommt. Durch die Verlagerung des Rumpfes über das Standbein, womit der Körperschwerpunkt verschoben wird, wird versucht ein Absinken des Beckens zu verhindern [171].

4. Vorlaufphänomen ja/nein

Das Vorlaufphänomen testet die Beweglichkeit der Iliosakralgelenke. Der Spieler steht dem Untersucher mit dem Rücken zugewandt. Der Untersucher palpiert mit seinen Fingern beide Spinae

iliacae posteriores superiores. Der Spieler beugt sich nun nach vorne, wobei die Kniegelenke in Extensionsstellung bleiben. Der Untersucher verfolgt beim Vorneüberbeugen mit beiden Daumen den Spinae iliacae posteriores superiores. Ein Hochstand eines Daumens auf einer Seite kann auf eine Hypomobilität oder eine Blockade des Iliosakralgelenkes auf dieser Seite hindeuten [172].

5. Trochanter major-Druckschmerz ja/nein

Um eine Druckschmerzhaftigkeit im Bereich des Trochanter major zu untersuchen, palpiert der Untersucher den Trochanter major beidseits, üblicherweise in Rückenlage. Das Auftreten von Schmerzen kann ein Anzeichen für eine Hüftgelenkserkrankung sein, aber es müssen auch nicht unmittelbar hüftgelenksbedingte Schmerzauslöser in Betracht gezogen werden wie z.B. eine Bursitis trochanterica, eine Coxa saltans oder Muskel-/ Sehnenverletzungen [172].

6. ISG-Kompressionsschmerz ja/nein

Der Spieler liegt in Rückenlage. Der Untersucher übt von ventral Druck auf die Beckenschaufeln in vertikaler Richtung aus. Kommt es dabei zu Schmerzen im Bereich der Iliosakralgelenke (ISG) gilt der Test als positiv. Funktionsstörungen des ISG's oder eine ISG-Arthritis verursachen am häufigsten ein positives Testresultat [173].

7. Leistendruckschmerz ja/nein

Der Leistendruckschmerz wird getestet durch Palpation auf Höhe des Leistenbandes. Hüftgelenkserkrankungen, wie z.B. das FAI, Hüftkopfnekrosen oder Coxarthrosen können einen Druckschmerz verursachen. Differenzialdiagnostisch kommen u.a. Leistenbrüche, Muskel- und Sehnenverletzungen und Lymphknotenschwellungen oder urogenitale Erkrankungen in Frage [172].

8. Patrickzeichen (Viererzeichen/FABER-Test) ja/nein

Beim Patrickzeichen beugt der Patient in Rückenlage das Kniegelenk um 90° und das Hüftgelenk um 45°. Aufgabe ist nun das Bein unter Beibehaltung der Hüft- und Knieflexion zu abduzieren und möglichst nah an die Untersuchungsliege zu bringen. Der Test gilt als positiv, wenn der Bein-Tisch-Abstand mehr als 20 cm beträgt, eine deutlich sichtbare Seitendifferenz erkennbar ist, Leistenschmerzen oder Schmerzen in Höhe des lumbosakralen Übergangs auftreten. „Ventrale Leistenschmerzen weisen auf eine Hüft- oder Leistenproblematik hin, Schmerzen im Bereich des lumbosakralen Übergangs sprechen für eine Affektion des Iliosakralgelenks.“ [51] Der Test ist wenig sensitiv für eine spezifische Hüftgelenkserkrankung. Er ist z.B. auch positiv beim Morbus Perthes, einer Coxitis oder einer Coxarthrose [38].



Abbildung 14: Patrickzeichen [171]

9. Thomas-Handgriff positiv ja/nein

Bei der Durchführung des Thomas-Handgriffs zieht der Spieler in Rückenlage ein Bein in maximaler Knie- und Hüftflexion soweit wie möglich Richtung Brustkorb. Durch das Heranziehen des Beins wird eine Hyperlordosierung der Lendenwirbelsäule als Kompensationsbewegung vermieden. Der Test ist positiv, wenn sich dabei der kontralaterale Oberschenkel von der Untersuchungsliege abhebt, d.h. eine Flexion im Hüftgelenk entsteht. Ein positiver Test deutet daraufhin, dass eine Verkürzung der Hüftbeugemuskulatur besteht. Im Rahmen einer fortgeschrittenen Coxarthrose kann sich eine Hüftbeugekontraktur entwickeln [38].



Abbildung 15: Thomas-Handgriff [38]

10. Drehmann-Zeichen ja/nein

Der Spieler liegt in Rückenlage und der Untersucher beugt bei gebeugtem Kniegelenk zunehmend das Hüftgelenk. Der Test ist positiv, wenn das Hüftgelenk dabei aus der neutralen Position in die

Außenrotation abweicht. Die Untersuchung ist vor allem positiv bei Kindern mit Epiphyseolysis capitis femoris, aber auch beim femoroazetabulären Impingement und bei der Coxarthrose [38, 172].

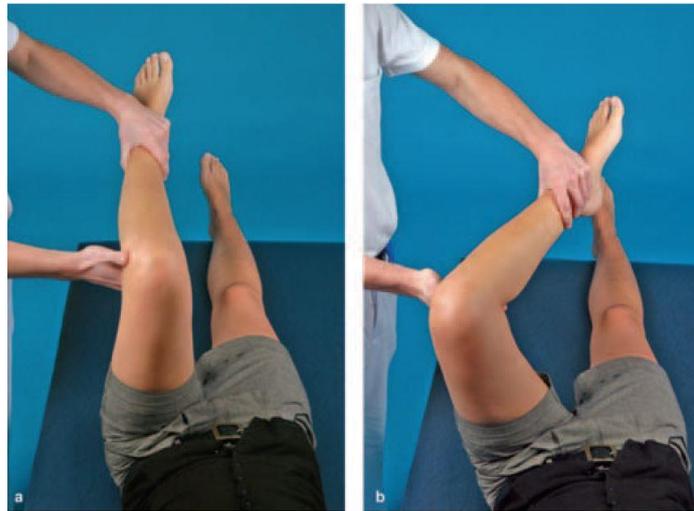


Abbildung 16: Drehmann-Zeichen. a) negativer Test b) positiver Test [172]

11. Impingementtest antero-/posterolateral positiv ja/nein (s. Abbildung 5)

Beim Impingementtest wird versucht einen Leistenschmerz zu provozieren, der beim anterolateralen Test (FADDIR) ventral durch eine gleichzeitige 90°-Hüftflexion, -adduktion und -innenrotation und beim posterolateralen Test dorsal durch die Kombination aus Hyperextension, Abduktion und Außenrotation im Hüftgelenk ausgelöst wird. Ein positiver, d.h. schmerzhafter Test, deutet auf das Vorliegen einer intra- oder periartikulären Hüfterkrankung hin. [38, 174] „Dieser Test ist häufig positiv bei Vorliegen eines femoroazetabulären Impingements, einer Hüftdysplasie mit Schäden des ventrosuperioren Labrums oder Knorpels, einer Ruptur des Lig. capitis femoris, aber nicht selten auch bei Psoas- und Inguinalproblemen.“ [51]

12. Apprehensionstest positiv ja/nein

Beim Apprehensionstest wird durch das Durchführen einer Hyperextension, Abduktion und Außenrotation und Druck nach dorsal im Hüftgelenk ein Leistenschmerz provoziert. „Hierbei kommt es zu einem Scherstress auf den ventrosuperioren Labrumübergang.“ [51] Der Test ist häufig positiv bei Knorpel- und Labrumschäden, die gehäuft beim femoroazetabulären Impingement und der Hüftdysplasie vorkommen [38, 174].



Abbildung 17: Apprehensionstest [51]

13. Adduktorenstresstest mit Beinen aufgestellt/gestreckt positiv ja/nein

Der Adduktorenstresstest wird in Rückenlage durchgeführt einmal mit gestreckten, neutralrotierten und leicht abduzierten Beinen und zusätzlich bei 120° flektierten Knie-, 60° flektierten und leicht abduzierten Hüftgelenken. Der Untersucher lässt dabei den Patienten gegen Widerstand Druck in Richtung Hüftadduktion aufbauen. Bei diesem Test werden beide Hüftgelenke gleichzeitig untersucht. Kommt es bei diesem Test zu Schmerzen im Bereich der Adduktoren, kann von einer Adduktorenproblematik ausgegangen werden [38].

14. Craig's Test

Der Craig's Test dient zur Ermittlung der Antetorsion des Femurs. Der Spieler liegt in Bauchlage auf der Untersuchungsliege, das Kniegelenk ist 90° flektiert. Der Untersucher palpiert den Trochanter major und rotiert nun im Hüftgelenk nach außen und innen bis der Trochanter major am prominentesten tastbar ist. Diese Position entspricht der Antetorsion des Femurs des Patienten und sollte physiologisch bei 8-15° Innenrotation liegen. Eine pathologisch erhöhte Antetorsion kommt häufig bei einer Hüftdysplasie vor, während eine verminderte Antetorsion auf das Vorliegen eines FAIs oder eines Labrumdefektes hinweisen kann [175].

15. Mennell-Zeichen LWS/ISG/Hüftgelenk positiv ja/nein

Das Mennell-Zeichen dient zur Lokalisation von Beschwerden im Bereich des Iliosakralgelenkes, des Hüftgelenkes und der Facettengelenke der Lendenwirbelsäule (LWS). Dabei liegt der Spieler in Bauchlage während der Untersucher nacheinander das Becken im Bereich des Azetabulums, das Iliosakralgelenk (ISG) und die Lendenwirbelsäule mit einer Hand fixiert, während mit der anderen Hand das ipsilateral „gestreckte“ Bein in die Hyperextension gebracht wird. Kommt es hierbei zu Schmerzen im Bereich der fixierten Regionen, spricht dies für eine Affektion dieser Bereiche [172].

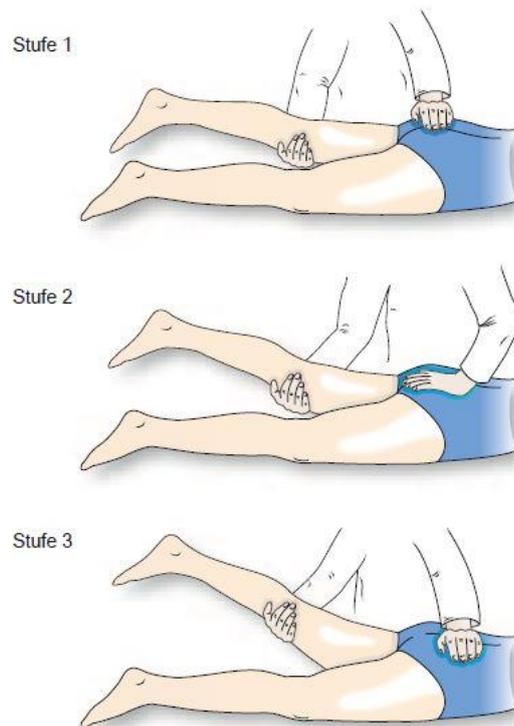


Abbildung 18: Mennell-Zeichen des Hüftgelenks (Stufe 1), des ISG's (Stufe 2) und der LWS (Stufe 3) [172]

16. Beinlängendifferenz ja/nein

Das Ermitteln einer Beinlängendifferenz ist wichtig, da hierdurch eine unphysiologische Belastung entstehen kann, die entsprechende Beschwerden am Bewegungsapparat inklusive der Becken-/Hüft-/Leistenregion hervorrufen und sich auf die Statik des gesamten Körpers auswirken kann. In dieser Studie wurde die Beinlängendifferenz zuerst im Stehen gemessen. Der Spieler stand mit dem Rücken zum Untersucher, Beine schulterbreit auseinander. Es wird die Höhe der dorsalen Beckenschaufeln verglichen. Ergänzend erfolgte die Messung in Bauchlage, insbesondere um eine funktionelle Beinlängendifferenz auszuschließen, die durch Gelenkfehlstellungen oder Muskelkontrakturen verursacht wird. Hierbei bewegt der Untersucher die Kniegelenke aus der Extension in 90° Flexion und vergleicht die Höhe beider Fußsohlen. Ist die Beinlängendifferenz nun nicht mehr sichtbar oder wird aus dem „kürzeren“ das „längere“ Bein ist von einer funktionellen Beinlängendifferenz auszugehen. Bei einer strukturellen Beinlängendifferenz über 0,5 cm ist das Tragen orthopädischer Schuheinlagen mit einer Erhöhung zu überlegen [176].

17. Hüftgelenksendoprothese und Kniegelenkserkrankungen ja/nein

Die Spieler wurden im Fragebogen und nochmals vor Untersuchungsbeginn gefragt, ob sie eine Teil- oder Totalendoprothese der Hüft- oder Kniegelenke besitzen, gegebenenfalls wurde dann die Untersuchung modifiziert insbesondere um Prothesenluxationen zu verhindern.

4.3 Bewertung der Untersuchungsergebnisse und des Fragebogens

Für diese Studie konnten aus ethischen und praktischen Gründen (Untersuchung der Spieler in ihren Vereinen) nur anamnestische und klinische Daten der Spieler erhoben werden. Es erfolgte keine bildgebende Diagnostik zur Diagnosesicherung. Bei sechs Spielern lag bereits eine bildmorphologische Untersuchung vor, wodurch sicher von einem FAI ausgegangen werden konnte. Bei den restlichen Spielern kann also nur der Verdacht auf das Vorliegen einer FAI-Erkrankung geäußert werden. Ein FAI wurde in dieser Studie als asymptomatisch bezeichnet, wenn in unserer klinischen Untersuchung der Verdacht auf ein FAI gestellt wurde, da z.B. eine eingeschränkte und/oder schmerzhafte Innenrotation und/oder positive Impingementtests provoziert werden konnten, der Sportler aber noch nie zuvor Hüftgelenkbeschwerden hatte. Wurden zusätzlich zum auffälligen Untersuchungsbefund Beschwerden im Bereich des Hüftgelenkes von den Spielern angegeben, wurde das FAI als symptomatisch eingestuft (FAI-Syndrom) [38].

4.4 Literaturrecherche

Die Literaturrecherche erfolgte in Rahmen der angefertigten Literaturübersichtsarbeit (s. Kapitel 3) und wird dort ausführlich wiedergegeben.

4.5 Statistische Datenauswertung

Die Spielerdaten wurden tabellarisch in „IBM SPSS Statistics 24“ erfasst.

Die anthropometrischen Daten (Größe, Gewicht, BMI) wurden genauso wie die übrigen stetigen Variablen (Alter, Beginn der leistungssportlichen Karriere im Hockey, Dauer der Sportausübung in Jahren, Trainingsdauer in Stunden, Bewegungsausmaße), als Mittelwert mit Standardabweichung angegeben. Teilweise erfolgte die Angabe von Minima und Maxima. Die diskreten Variablen (Spielerposition, Positionseite, Spielklasse, Schmerzangaben und Ergebnisse der klinischen Untersuchung) wurden als Zahlenwerte bzw. Prozentangaben dargestellt.

Für diese Studie wurde angenommen, dass das Risiko von Männern ein FAI zu entwickeln im leistungssportlich betriebenen Hockey um den Faktor 1,5 höher liegt, verglichen zur Allgemeinbevölkerung. Diese Annahme leitet sich von Studien aus anderen „Stop-and-go-Ballsportarten“ ab. Mit Hilfe des Chi-Quadrattestes mit einseitiger Testung wurde berechnet, dass eine Teilnehmerzahl von 146 Sportlern nötig ist, um zwischen der Sportlergruppe und der Allgemeinbevölkerung einen relevanten Unterschied ermitteln zu können. Da es bisher noch keine Studien zum FAI im Hockeysport gibt, handelt es sich daher bei der Angabe eines 1,5-fach erhöhten Risikos um eine Annahme, weswegen bei einem geringeren Unterschied in der Prävalenz daher

deutlich mehr Sportler untersucht werden müssen. Daher sollten in dieser Studie mindestens 200 Sportler untersucht werden, was mit 248 Studienteilnehmern auch erfolgt ist.

Zur Bestimmung der Stärke des Zusammenhangs zwischen einer abhängigen und einer unabhängigen Variablen, wie z.B. dem Auftreten eines FAI's und dem Spielen in der Nationalmannschaft, wurde die Odds Ratio berechnet. Dazu berechnet man zuerst die beiden Quoten („Odds“) der Merkmale (Nationalspieler/kein Nationalspieler) einzeln. Hierzu bildet man jeweils den Quotienten aus den erkrankten Spielern und den gesunden Spielern. Um die Odds Ratio zu berechnen, bildet man den Quotienten aus der Odds der Spieler mit Risikofaktor (Nationalmannschaft) und der Odds der Spieler ohne Risikofaktor [177].

	Nationalspieler	kein Nationalspieler
FAI	49 (a)	46 (c)
kein FAI	63 (b)	89 (d)

Tabelle 5: Berechnung Odds Ratio FAI-Prävalenz bei (Nicht-)Nationalspielern

$$\text{Odds (Nationalspieler)} = \frac{a}{b} = \frac{49}{63} = 0,78$$

$$\text{Odds (Nicht-Nationalspieler)} = \frac{c}{d} = \frac{46}{89} = 0,52$$

$$\text{Odds Ratio} = \frac{a/b}{c/d} = \frac{49/63}{46/89} = 1,5$$

Zur Prüfung der Normalverteilung wurde der Lilliefors-Test verwendet. Zur Überprüfung auf Signifikanz wurde bei unverbundenen Stichproben bei fehlender Normalverteilung für quantitative Merkmale der Mann-Whitney-U-Test und für qualitative Merkmale der Chi-Quadrat-Test verwendet. Das Signifikanzniveau wurde mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $p \leq 0,05$ festgelegt. Eine Irrtumswahrscheinlichkeit $p \leq 0,05$ (symbolisiert durch “*“) gilt als signifikant, $p \leq 0,01$ (symbolisiert durch “**“) als sehr signifikant und $p \leq 0,001$ (symbolisiert durch “***“) als höchst signifikant [178]. Der Lilliefors-Test wurde durchgeführt zur Testung auf Normalverteilung in Bezug auf die Trainingshäufigkeit, das Bewegungsmaß, das Alter, die Alters- und Spielklassen, die Spielposition und die Spielfeldseite. Der Mann-Whitney-U-Test wurde verwendet zur Überprüfung von signifikanten Unterschieden zwischen FAI-Auftreten und Trainingshäufigkeit, Innenrotationsausmaß und Alter der Spieler. Des Weiteren zur Überprüfung eines signifikanten Unterschiedes der Innenrotation bei aktiven Spielern und Master-Spielern und bei positivem oder negativem Testergebnis des anterolateralen Impingementtests. Der Chi-Quadrat-Test diente zur Feststellung eines signifikanten Unterschiedes zwischen uni- und bilateralen FAI-Auftreten und dem FAI-Auftreten in den verschiedenen Gruppen der Trainingshäufigkeiten, der Spielklasse, der Altersklasse, der Spielposition und der Spielfeldseite [178].

5 Ergebnisse

5.1 Teilnehmerkollektiv

Von Februar 2018 bis November 2018 wurden insgesamt 248 Hockeyspieler in sieben Vereinen (vier aus der ersten- und drei aus der zweiten Herren-Bundesliga), während eines Lehrgangs der U18-Nationalmannschaft und während eines Ü35-55-Master-Nationalmannschaftslehrgangs auf Hüftgelenkerkrankungen untersucht. 177 Spieler spielten zum Zeitpunkt der Untersuchung leistungsmäßig in der Bundesliga oder in der höchsten Liga im Jugendbereich (Regionalliga) Hockey. Bei den restlichen 71 Spielern handelte es sich um ehemalige Bundesligaspieler (n=13) oder Mitglieder der Master-Nationalmannschaft (n=58). Ein Spieler war sowohl in der Bundesliga, als auch in der Master-Nationalmannschaft aktiv.

Das Alter der Spieler betrug im Mittel $29,7 \pm 13$ Jahre, bei den aktiven Spielern lag es bei $22,2 \pm 5,8$ Jahren und bei den Anderen bei $47,9 \pm 6,9$ Jahren. Der jüngste Spieler war 15 Jahre alt und der älteste Spieler 62 Jahre. Die Spieler wogen im Mittel $79,4 \pm 10,1$ kg, waren $182,5 \pm 6,6$ cm groß und der durchschnittliche BMI betrug $23,8 \pm 2,3$ kg/m². Bei den aktiven Spielern war er mit $23,4 \pm 2,2$ kg/m² etwas niedriger als bei den Master-Spielern und Ex-Bundesligaspielern mit $24,8 \pm 2,2$ kg/m².

5.2 Hockeyspezifische Angaben

Die Spieler begannen durchschnittlich mit $5,7 \pm 2,6$ Jahren Hockey zu spielen, leistungsmäßig im Durchschnitt ab einem Alter von $15,1 \pm 4,4$ Jahren.

5.2.1 Spielposition und Spielfeldseite

Die Häufigkeitsverteilung auf welcher Position und auf welcher Spielfeldseite die Spieler aktiv sind, zeigt nachfolgende Tabelle.

Spielposition/ Spielfeldseite	rechts	links	Mitte	re + li	re + Mitte	li + Mitte	re + li + Mitte	keine
Sturm (41)	2,4% (1)	12,2% (5)	14,6% (6)	0,0% (0)	0,0% (0)	9,8% (4)	61% (25)	0,0% (0)
Mittelfeld (30)	6,7% (2)	6,7% (2)	36,7% (11)	3,3% (1)	10% (3)	3,3% (1)	33,3% (10)	0,0% (0)
Abwehr (55)	7,2% (4)	7,2% (4)	23,6% (13)	5,4% (3)	10,9% (6)	7,2% (4)	38,2% (21)	0,0% (0)
Torwart (30)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	100% (30)
Sturm + Mittelfeld (37)	2,7% (1)	10,8% (4)	10,8% (4)	0,0% (0)	18,9% (7)	8,1% (3)	48,6% (18)	0,0% (0)
Sturm + Abwehr (9)	22,2% (2)	11,1% (1)	11,1% (1)	0,0% (0)	11,1% (1)	0,0% (0)	44,4% (4)	0,0% (0)
Mittelfeld + Abwehr (31)	0,0% (0)	3,2% (1)	21,6% (8)	0,0% (0)	12,9% (4)	9,7% (3)	48,4% (15)	0,0% (0)
Sturm + Mittelfeld + Abwehr (14)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	7,1% (1)	7,1% (1)	7,1% (1)	78,6% (11)	0,0% (0)

Tabelle 6: Häufigkeitsverteilung von Spielposition und Spielfeldseite (n=248)

5.2.2 Spielklasse

Der prozentuale Anteil der Spieler, die in der ersten und/oder zweiten Bundesliga auf dem Feld und/oder in der Halle spielten, sowie die in der jeweiligen Liga gespielten Jahre, sind in nachfolgender Tabelle dargestellt. Mehrfachnennungen waren möglich.

Spielklasse	Häufigkeit [%] / (Anzahl) der Spieler	gespielte Jahre
1. Bundesliga Feld	65,5% (137)	5,6±5,2 Jahre
1. Bundesliga Halle	56,1% (138)	5,5±4,7 Jahre
2. Bundesliga Feld	59,3% (146)	4,1±3,7 Jahre
2. Bundesliga Halle	40,7% (100)	4,6±3,6 Jahre

Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung und gespielte Jahre in den einzelnen Spielklassen

45,3% (n=112) der Spieler spielten in der Nationalmannschaft für durchschnittlich 3,4±3,1 Jahre. 23,9% (n=59) der Spieler waren Mitglieder der Master-Nationalmannschaft und spielten dort im Mittel 4,0±3,3 Jahre.

5.2.3 Trainingseinheiten

Aktive Spieler (n=167) trainierten pro Woche im Durchschnitt 5-6 Mal, 3-4x sportartspezifisch auf dem Platz/in der Halle, dazu kamen zwei ergänzende Trainingseinheit (s. Tabelle 8). 10 Spieler machten dazu keine Angabe. Als ergänzende Trainingseinheiten führten 12,8% (n=29) ausschließlich Krafttraining durch, 21,2% (n=48) ausschließlich Athletiktraining, 47,8% (n=108) Kraft- und Athletiktraining und 18,1% (n=41) gar kein zusätzliches Training. 8,9% (n=22) machten dazu keine Angabe, womit die Anzahl der hockeyspezifischen und ergänzenden Trainingseinheiten unterschätzt werden.

Art des Trainings	Anzahl der Einheiten (Min.;Max.) / Woche	Dauer der Einheiten (Min.;Max.) in Stunden
Trainingseinheiten (hockeyspezifisch)	3,5±1,2 (2;8)	2,1±0,4 (1;3,5)
Trainingseinheiten (ergänzend)	1,9±1,0 (1;6)	1,3±0,5 (0;3,5)
Trainingseinheiten (insgesamt)	5,5±1,7 (3;10)	--

Tabelle 8: Anzahl und Dauer (in Stunden) der hockeyspezifischen und ergänzenden Trainingseinheiten der aktiven Spieler pro Woche (n=167)

Die Spieler der Master-Nationalmannschaft und ehemaligen Bundesligaspieler (n=70) führten zu ihrer aktiven Zeit pro Woche durchschnittlich 4-5 Trainingseinheiten durch, drei Hockeytrainingseinheiten und eine ergänzende Einheit (s Tabelle 9.).

Art des Trainings	Anzahl der Einheiten (Min.; Max.) / Woche	Dauer der Einheiten (Min.;Max.) in Stunden
Trainingseinheiten (hockeyspezifisch)	3,0±0,9 (1;6,5)	2,0±0,3 (1,5;3)
Trainingseinheiten (ergänzend)	1,4±0,6 (0,5;3)	1,3±0,4 (0;2)
Trainingseinheiten (insgesamt)	4,4±0,9 (2,5;6)	--

Tabelle 9: Anzahl und Dauer (in Stunden) der hockeyspezifischen und ergänzenden Trainingseinheiten der Spieler der Master-Nationalmannschaft und der Ex-Bundesligaspieler zu ihrer aktiven Zeit pro Woche (n=70)

Die Gesamtzahl der Trainingseinheiten pro Spieler unterscheidet sich signifikant zwischen aktiven Spieler und Master-/Ex-Bundesligaspieler zu ihrer aktiven Zeit ($p \leq 0,05$).

Die Spieler der Master-Nationalmannschaft ($n=58$) trainierten nach ihrer aktiven Zeit als Bundesligaspieler durchschnittlich zweimal pro Woche, einmal hockeyspezifisch und einmal - unspezifisch (s. Tabelle 10).

Art des Trainings	Anzahl der Einheiten (Min.; Max.)	Dauer der Einheiten (Min.;Max.) in Stunden
Trainingseinheiten (hockeyspezifisch)	0,9±1,0 (0;4)	1,0±0,9 (0;2,5)
Trainingseinheiten (ergänzend)	0,6±1,1 (0;5)	0,5±0,7 (0;2)
Trainingseinheiten (insgesamt)	1,6±1,6 (0;6)	/

Tabelle 10: Anzahl und Dauer (in Stunden) der hockeyspezifischen und ergänzenden Trainingseinheiten der Master-Nationalspieler; für die die Rubrik Trainingseinheiten (insgesamt) werden hockeyspezifische und ergänzende Trainingseinheiten addiert ($n=58$)

3,5% ($n=2$) der Master-Nationalspieler führten als ergänzende Trainingseinheit ausschließlich Krafttraining durch, 17,5% ($n=10$) ausschließlich Athletiktraining, 21,1% ($n=12$) beides. 57,9% ($n=33$) führten keine ergänzende Trainingseinheit durch.

11,7% ($n=29$) aller Spieler waren zusätzlich vor, während und/oder nach dem Hockeyleistungssport 0,9±3,8 Jahre in einem anderen Leistungssport aktiv.

5.2.4 Spielbelag

In der nachfolgenden Tabelle wird die Häufigkeit und Dauer der von den Spielern bespielten Rasenarten dargestellt. Mehrfachnennungen waren möglich.

Rasenart	Häufigkeit [%] / (Anzahl) der Spieler	gespielte Jahre auf der Rasenart (Min.; Max.)
Naturrasen	30,2% (75)	9,5±7,2 (0;37)
Kunstrasen mit Sandfüllung	13,7% (34)	5,9±4,1 (0;17)
Bewässerter Kunstrasen	100% (244)	18,8±8,7 (0;52)

Tabelle 11: bespielte Rasenart und Anzahl der bespielten Jahre ($n=248$)

5.3 Anamnestische Angaben zu Hüftgelenksbeschwerden

5.3.1 Schmerzangaben

In den beiden nachfolgenden Tabellen sind die Häufigkeit, Anzahl und Dauer von Hüftgelenksschmerzen und weiter spezifiziert nach Leisten-, Gesäß- und Oberschenkelschmerzen gelistet. Die Tabelle 14 im Abschnitt Schmerzangaben gibt die Häufigkeitsverteilung der Schmerzstärke in Leiste, Gesäß und Oberschenkel an, eingeschätzt anhand der VAS-Skala.

HG-Schmerzen/ Spielerverteilung	Häufigkeit [%] / (Anzahl) Angabe von HG-Schmerzen	Häufigkeit [%] / (Anzahl) Angabe von HG-Schmerzen rechts; Dauer [Jahre]	Häufigkeit [%] / (Anzahl) Angabe von HG-Schmerzen links; Dauer [Jahre]	Häufigkeit [%] / (Anzahl); Angabe von HG-Schmerzen beidseits; Dauer [Jahre]
alle Spieler (248)	30% (74)	12,1% (30); 0,6±3,1	8,1% (20); 0,4±1,2	9,7% (24); re: 3,2±1,7 li: 3,4±1,9
aktive Spieler (177)	31,1% (55)	10,2% (18); 0,4±1,2	9% (16); 0,4±1,3	11,9% (21); bds: 3,5±1,9
Ex-Bundesligaspieler + Master- Nationalspieler (71)	26,8% (19)	16,9% (12); 0,9±5,3	5,6% (4); 0,2±0,8	4,2% (3); re: 1,8±1,8 li: 2,8±3,2

Tabelle 12: Häufigkeit, Anzahl und Dauer der angegebenen Hüftgelenksschmerzen aktuell oder in der Vergangenheit bei allen Spielern, den aktiven Spielern und den Ex-Bundesligaspielern/Master-Nationalspielern; HG=Hüftgelenk

33,3% der Spieler (n=8) mit beidseitigen Hüftgelenksbeschwerden machten keine Angaben zur Dauer ihrer Beschwerden. Sie gehören alle zur Gruppe der aktiven Spieler. Daher unterschätzen die Werte in der obigen Tabelle 12 die Dauer der beidseitigen Hüftgelenksbeschwerden.

Spielerverteilung/ Leisten- /Gesäß-/ Oberschenkelschmerzen	alle Spieler (248) [%] / (Anzahl)	aktive Spieler (177) [%] / (Anzahl)	Ex-Bundesligaspieler + Master-Nationalspieler (71) [%] / (Anzahl)
Angabe von Leistenschmerzen	13,7% (34)	15,8% (28)	8,5% (6)
Leistenschmerzen rechts	6,9% (17)	6,8% (12)	7,0% (5)
Leistenschmerzen links	4,0% (10)	5,1% (9)	1,4% (1)
Leistenschmerzen beidseits	2,8% (7)	4,0% (7)	0,0% (0)
Angabe von Gesäßschmerzen	6,9% (17)	7,3% (13)	5,6% (4)
Gesäßschmerzen rechts	2,0% (5)	1,7% (3)	2,8% (2)
Gesäßschmerzen links	4,4% (11)	5,1% (9)	2,8% (2)
Gesäßschmerzen beidseits	0,4% (1)	0,6% (1)	0,0% (0)
Angabe von Oberschenkelschmerzen	6,5% (16)	7,4% (13)	4,2% (3)
Oberschenkelschmerzen rechts	2,4% (6)	3,4% (6)	0,0% (0)
Oberschenkelschmerzen links	3,6% (9)	3,4% (6)	4,2% (3)
Oberschenkelschmerzen beidseits	0,4% (1)	0,6% (1)	0,0% (0)

Tabelle 13: Häufigkeit und Anzahl der angegebenen Leisten-, Gesäß- und Oberschenkelschmerzen aktuell oder in der Vergangenheit bei allen Spielern, den aktiven Spielern und den Ex-Bundesligaspielern/Master-Nationalspielern

VAS-Skala	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Häufigkeit [%] / (Anzahl) der Schmerzstärke in der Leiste	82,6% (204)	1,6% (4)	3,2% (8)	4,5% (11)	2,4% (6)	2,4% (6)	0,8% (2)	2,4% (6)	0,8% (2)	0,0% (0)	0,0% (0)
Häufigkeit [%] / (Anzahl) der Schmerzstärke im Gesäß	89,5% (221)	1,6% (4)	2% (5)	3,6% (9)	1,2% (3)	1,2% (3)	0,8% (2)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)
Häufigkeit [%] / (Anzahl) der Schmerzstärke im Oberschenkel	89,1% (220)	0,4% (1)	2,4% (6)	3,3% (8)	3,3% (8)	0,4% (1)	0,0% (0)	0,4% (1)	0,4% (1)	0,0% (0)	0,0% (0)

Tabelle 14: Schmerzstärke in der Leiste, im Gesäß und im Oberschenkel von 0-10 auf der VAS-Schmerzskala aller Spieler (n=248)

5.3.2 Einschränkungen durch Hüftgelenksbeschwerden

Eingeschränkt durch die Beschwerden im Bereich des Hüftgelenks fühlten sich 13,8% (n=34) der Spieler, davon 26,5% (n=9/34) rechts, 47,5% (n=16/34) links und 26,5% (n=9/34) beidseitig.

beschwerdebedingt eingeschränkte Aktivität	Häufigkeit [%] / (Anzahl)
Keine	85,8% (211)
sportartspezifisch (Hockey)	8,5% (21)
Sport allgemein + Alltag	2,0% (5)
Sport allgemein + längerem Sitzen	1,2% (3)
Sport allgemein + Alltag + in Ruhe + bei längerem Sitzen	1,2% (3)
Bei längerem Sitzen	0,8% (2)
Sport allgemein + Bergaufgehen	0,4% (1)

Tabelle 15: Beschwerdebedingt eingeschränkte Aktivität in Sport und Alltag durch die Hüftgelenksbeschwerden (n=248)

3,2% (n=8) aller Spieler gaben an aufgrund von Hüftgelenksbeschwerden das leistungssportlich betriebene Hockey aufgegeben zu haben.

17% aller Spieler (n=42/248) hatten aufgrund von Hüftbeschwerden bereits vor dieser Studie einen Arzt aufgesucht zu haben. Die Spieler waren beim Arztbesuch im Durchschnitt $26,3 \pm 12,4$ Jahre, wobei der jüngste Spieler drei Jahre (Hüftkopfluxation) und der älteste Spieler 58 Jahre alt war. Die behandelnden Ärzte diagnostizierten dabei folgendes:

- 10x muskuläre Probleme (4x Überbelastung, 1x Muskelfaserriss der Hüftbeuger, 1x Verkürzung der Hüftbeuger, 1x Oberschenkelverhärtung, 2x Adduktorenabriss und 1x knöcherner Ausriss Ischiokruralmuskulatur am Tuber ischiadicum rechts) (13,3%)

- 7x Hüftimpingementsyndrom (3x links, 3x rechts, 1x beidseitig + 1x mit Labrumzyste) (9,3%)
- 4x Coxarthrose (5,3%)
- 4x Beckenschiefstand (5,3%)
- 3x Hüftdysplasie (4,0%)
- 2x Labrumriss (2,7%)
- 2x ISG-Blockade (2,7%)
- 2x Ostitis pubis (2,7%)
- 1x Leistenbruch (1,3%)
- 1x weiche Leiste/Sportlerleiste (1,3%)
- 1x Apophysenauriss Becken rechts (1,3%)
- 1 Hüftkopfluxation links nach Trauma (1,3%)
- 1x Hüftprellung (1,3%)
- 1x Fraktur des Femurkopfes (1,3%)

Bei den Hüftdysplasien, beim Leistenbruch, bei der Hüftkopfluxation, bei der Hüftprellung und bei der Fraktur des Femurkopfes ist ein hockeybedingter Zusammenhang ausgeschlossen, da die Diagnosen angeboren oder traumatisch (nicht beim Hockey) erworben waren.

Bei den Spielern, die sich aufgrund von Hüftgelenksbeschwerden in ärztliche Behandlung begeben hatten, wurden bei 33,3% (n=14) die MRT als diagnostisches Mittel eingesetzt, bei 14,3% (n=7) das Röntgenbild und 16,7% (n=7) gaben sonstige, nicht weiter benannte, diagnostische Mittel an. Bei 26,2% (n=11) der Spieler wurden ein Röntgenbild und MRT-Aufnahmen angefertigt und bei 2,4% (n=1) ein Röntgenbild und CT-Aufnahmen.

2,4% der Spieler (n=6) wurden bereits am Hüftgelenk operiert. Zwei Spieler jeweils einseitig aufgrund eines gemischten (Cam- und Pincertyp) Hüftimpingementsyndroms (Alter bei OP 40 bzw. 42 Jahre), ein Spieler einseitig (bei beidseitigem Auftreten) wegen eines Cam-Impingements (Alter bei OP 18 Jahre), ein Spieler wegen eines linksseitigen Impingementsyndroms (Alter bei OP 17 Jahre), ein Spieler zur Reposition bei Hüftkopfluxation (Alter bei OP drei Jahre) und ein Spieler erhielt ein Hüftgelenkendoprothese im Alter von 42 Jahren. Somit waren fünf der sechs erfolgten Eingriffe vermutlich durch Ausübung des Hockeys (mit)begünstigt.

5.4 Untersuchungsbefunde

5.4.1 Bewegungsausmaße

Die durchschnittlichen Bewegungsausmaße zeigt nachfolgende Tabelle 16:

	aktive Spieler	aktive Spieler	Master/Ex-Liga	Master/Ex-Liga
Bewegung	rechts [°] (Min.; Max.)	links [°] (Min.; Max.)	rechts [°] (Min.; Max.)	links [°] (Min.; Max.)
Flexion	115±9* (100;130)	116±9* (100;130)	122±8* (100;130)	122±7* (110;130)
Extension	9±3 (-10; 20)	9±3 (-10;25)	9±4 (-10;10)	9±3 (0;20)
Abduktion	43±5* (25;60)	43±5 (25;55)	40±7* (20;55)	42±6 (20;55)
Adduktion	25±4* (10;35)	25±4* (10;30)	23±5* (10;35)	23±5* (10;30)
Innenrotation	24±9 (3;50)	25±9 (5;50)	24±8 (-10;45)	24±7 (5;40)
Außenrotation	41±6 (20;50)	41±6 (25;50)	39±8 (10;50)	40±6 (15;50)

(* $p \leq 0,05$ signifikanter Unterschied zwischen aktiven Spielern und Master-/Ex-Bundesligaspielern)

Tabelle 16: Durchschnittliches Bewegungsausmaß der Hüftgelenke der aktiven Spieler (n=167) und der Spieler der Master-Nationalmannschaft und der Ex-Bundesligaspieler (n=70) im Vergleich mit Angabe des Minimums und Maximums (negative Gradzahlen beschreiben ein Bewegungsdefizit in der Untersuchung)

5.4.2 Schmerzangabe bei Bewegungsprüfung

Bei 64,9% (n=161) aller Spieler war die Bewegungsprüfung schmerzfrei. 30,6% (n=76/248) gaben Schmerzen bei der endgradigen Prüfung der Innenrotation an, davon 31,6% (n=24/76) rechts, 18,4% (n=14/76) links und 50% (n=38/76) beidseitig. Je ein Spieler (0,4%) gab Schmerzen endgradig bei der Abduktion rechts, bei der Flexion rechts oder links oder beidseitig bei der Flexion, der Abduktion und der Innenrotation an. Zwei Spieler (0,8%) gaben endgradig Schmerzen bei der Flexionsprüfung links und je drei Spieler (1,2%) bei der Flexion und der Innenrotation rechts an. Ebenfalls zwei Spieler (0,8%) klagten über Schmerzen endgradig bei Flexion rechts und bei Innenrotation beidseits.

5.4.3 Spezielle orthopädische Tests

In der nachfolgenden Tabelle 17 sind die durchgeführten orthopädischen Tests mit Angabe der Häufigkeit pathologischer Untersuchungsbefunde dargestellt.

Untersuchungsmethode	rechts positiv [%] / (Anzahl)	links positiv [%] / (Anzahl)	beidseits negativ [%] / (Anzahl)	beidseits positiv [%] / (Anzahl)
Trendelenburg-Hinken	0,4% (1)	0,4% (1)	99,2% (246)	-
Duchennehinken	-	0,4% (1)	99,6% (247)	-
Trendelenburgzeichen sofort	-	1,6% (4)	97,6% (242)	0,8% (2)
mit Verzögerung	-	1,6% (4)(4)	97,6% (242)	0,8% (2)
Vorlaufphänomen	1,2% (3)	2,0% (5)	96,8% (240)	-
Trochanter major- Druckschmerz	0,8% (2)	-	99,2% (246)	-
ISG-Kompressions- schmerz	0,8% (2)	-	97,2% (241)	2,0% (5)
Leistendruckschmerz	1,6% (4)	0,4% (1)	96,4% (239)	1,6% (4)
Patrickzeichen (4er- Zeichen)	2,8% (7)	3,2% (8)	87% (215)	6,9% (17)
Thomas-Handgriff	0,4% (1)	-	99,6% (247)	-
Drehmann-Zeichen	1,6% (4)	0,8% (2)	97,2% (241)	0,4% (1)
Impingement-Test anterolateral	10,9% (27)	4,4% (11)	61,7% (153)	23% (57)
posterolateral	2,8% (7)	2,0% (5)	92,7% (230)	2,4% (6)
Apprehension-Test	0,4% (1)	-	99,2% (246)	0,4% (1)
Adduktorenstresstest Bein gestreckt	1,2% (3)	0,8% (2)	96% (238)	2% (5)
Bein aufgestellt	1,2% (3)	0,8% (2)	96% (238)	2% (5)
Craig's Test	-	-	100% (248)	-
Mennell-Zeichen LWS	2,0% (5)	0,4% (1)	91,9% (227)	5,7% (14)
ISG	1,2% (3)	0,4% (1)	96% (238)	2,4% (6)
Hüftgelenk	0,8% (2)	-	96,8% (240)	2,4% (6)

Tabelle 17: Durchgeführte spezielle orthopädische Tests. Angabe der Häufigkeit (pathologischer) Testergebnisse (re=rechts; li=links) (n=248)

Eine (funktionelle) Beinlängendifferenz wurde bei 13 Spielern (5,2%) festgestellt. Ein Spieler (0,4%) hatte eine Hüftgelenkendoprothese links implantiert.

5.5 Diagnose FAI

5.5.1 Häufigkeit des FAI's

Bei 38,7% der untersuchten Patienten (n=96/248) wurde aufgrund der Untersuchungsergebnisse und der anamnestischen Angaben auf das Vorhandensein eines femoroazetabulären Impingements(-syndroms) geschlossen. 60,4% (n=58/96) der FAI-Erkrankungen traten beidseits, 24% (n=23/96) rechts und 15,6% (n=15/96) links auf. 17,3% aller Spieler (n=43/248) bzw. 44,8% der 96 Betroffenen waren symptomatisch und wurden damit in die Kategorie FAI-Syndrom eingestuft. Es zeigt sich ein statistisch höchst signifikanter Unterschied bezüglich des beidseitigen Auftretens ($p \leq 0,001$) gegenüber den einseitigen Erkrankungen. Einen signifikanten Unterschied in der FAI-Prävalenz zwischen rechtem und linkem Hüftgelenk fand sich nicht ($p=0,256$). 6% (n=15/248) der Spieler hatten jeweils einseitig ein FAI-Syndrom und einseitig ein asymptomatisches FAI. Bei sieben Spielern (2,8% aller Spieler; 7,3% der 96 Betroffenen) war bereits vor unserer Untersuchung ein FAI bekannt. Alle diese Spieler spielten zum Zeitpunkt der Untersuchung noch Hockey. Bei 71,4% (n=30/42) der Spieler, die bereits einen Arzt wegen Hüftgelenksbeschwerden aufgesucht hatten, wurde in der vorliegenden Studie der Verdacht geäußert, dass diese FAI-bedingt sein könnten.

FAI	Häufigkeit [%] / (Anzahl der betroffenen Spieler)
FAI-S bds	27,1% (26)
FAI-S re	10,4% (10)
FAI-S li	7,3% (7)
asympt FAI bds	17,7% (17)
asympt FAI re	13,5% (13)
asympt FAI li	8,3% (8)
FAI-S re + asympt FAI li	7,3% (7)
FAI-S li + asympt FAI re	8,3% (8)

Tabelle 18: Seitenverteilung FAI (FAI-S= FAI-Syndrom, symptomatisch; asympt FAI= asymptomatisches FAI; bds=beidseits; re=rechts; li=links n=96)

5.5.2 Zusammenhang eingeschränkte Innenrotation und FAI-Auftreten

Das Bewegungsausmaß für die Innenrotation unterschied sich höchst signifikant ($p \leq 0,001$) zwischen Sportlern mit vermutetem bzw. diagnostiziertem FAI und nicht betroffenen Sportlern. Es besteht ein 11,25-fach erhöhtes Risiko (Odds Ratio) bei Vorliegen einer eingeschränkten Innenrotation ($\leq 20^\circ$) an einem FAI zu erkranken. Dabei muss berücksichtigt werden, dass in dieser Studie eine eingeschränkte Innenrotation ein Kriterium war für das Diagnostizieren eines FAI's, jedoch nicht als alleinige Pathologie zum Feststellen eines FAI's verwendet wurde.

	IRO re [°]	IRO li [°]
FAI (n=96)	18±9	20±9
kein FAI (n=152)	28±7	28±7

Tabelle 19: Ausmaß der Innenrotation bei (Nicht-)Vorliegen eines FAI's (n=248)

Darstellung der Innenrotation der Spieler in beiden Hüftgelenken bei FAI-Auftreten:

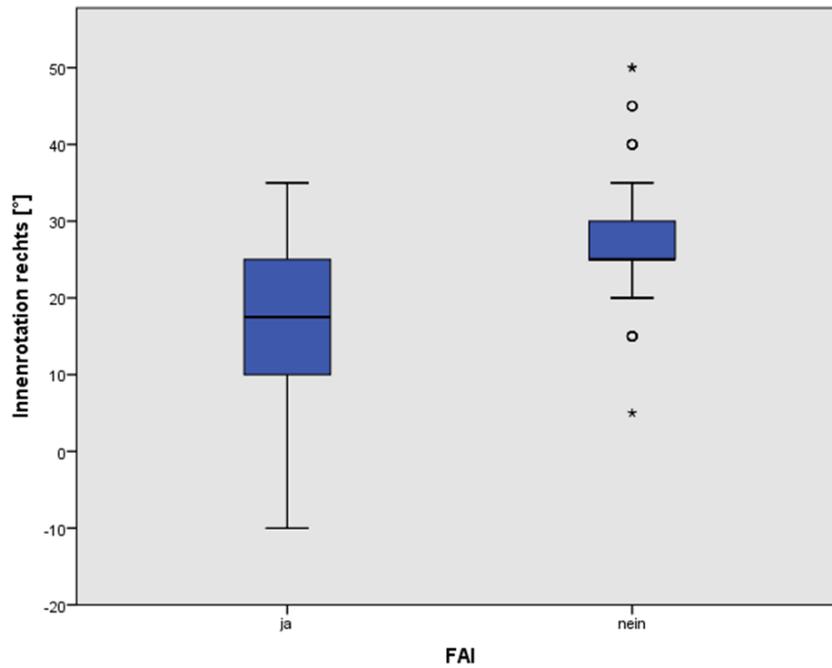


Abbildung 19: Boxplot zu FAI-Auftreten in Abhängigkeit von der Innenrotation im rechten Hüftgelenk (aus Gründen der Darstellbarkeit werden Innenrotationsdefizite als negative Gradzahlen auf der Ordinate angegeben) (n=248)

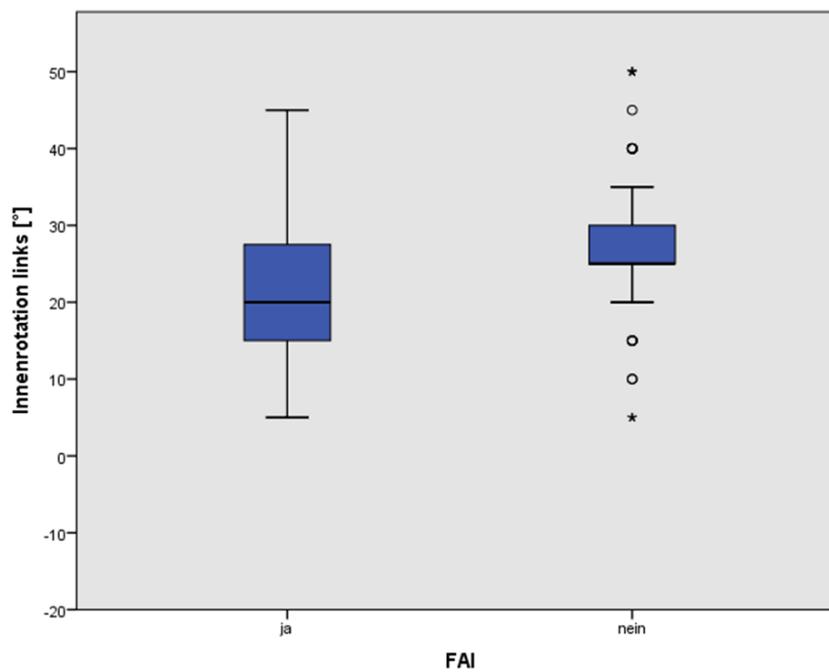


Abbildung 20: Boxplot zu FAI-Auftreten in Abhängigkeit von der Innenrotation im linken Hüftgelenk (aus Gründen der Darstellbarkeit werden Innenrotationsdefizite als negative Gradzahlen auf der Ordinate angegeben) (n=248)

5.5.3 Zusammenhang Innenrotation und anteriorer Impingementtest

Darstellung des Ausmaßes der Innenrotation bei ein-/beidseitig positivem oder negativem Testergebnis des anterolateralen Impingementtests:

anterolateraler Impingementtest	IRO rechts [°]	IRO links [°]
beidseits positiv (n=57)	17±8	19±8
rechts positiv (n=27)	21±10	26±8
links positiv (n=11)	22±8	20±9
beidseits negativ (n=153)	27±7	27±7

Tabelle 20: Grad der Innenrotation bei Testergebnis des anterolateralen Impingementtests (n=248)

Das Ausmaß der Innenrotation unterscheidet sich beidseits höchst signifikant ($p \leq 0,001$) in den Gruppen der positiven und negativen Ergebnisse des anterolateralen Impingementtests.

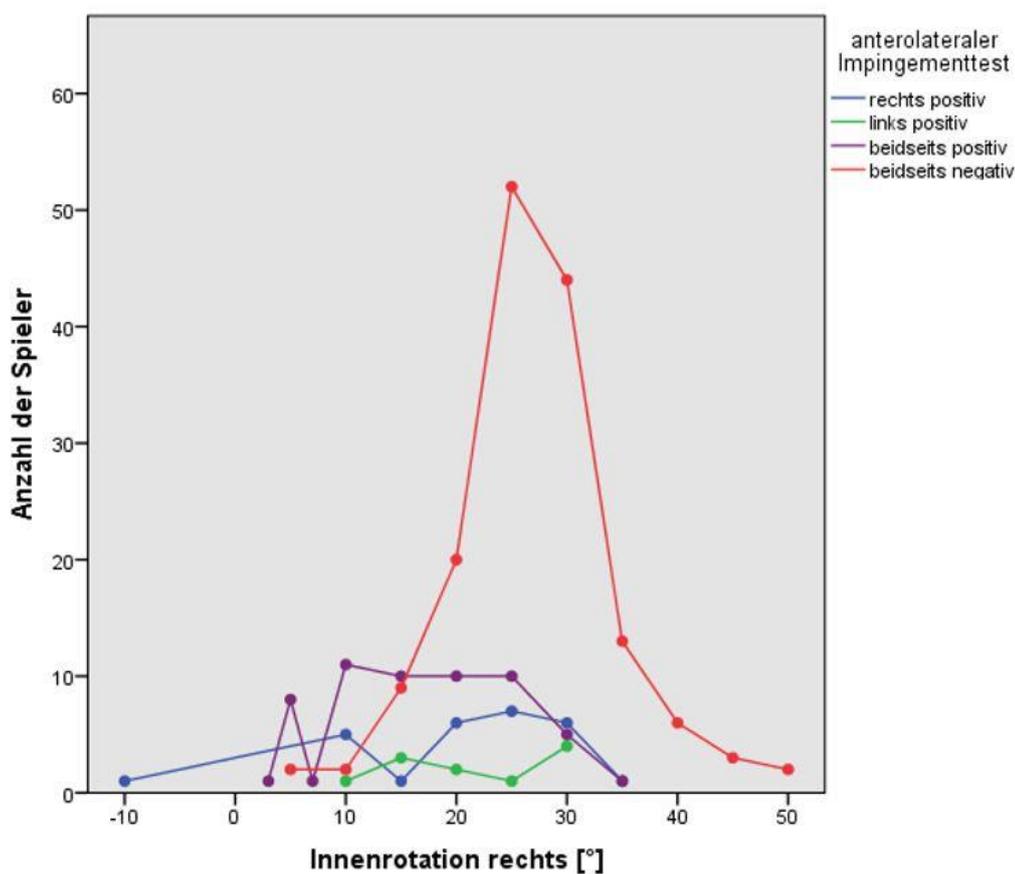


Abbildung 21: Häufigkeit positiver und negativer anterolateraler Impingementtests in Abhängigkeit vom Ausmaß der Hüftinnenrotation rechts (n=248); (aus Gründen der Darstellbarkeit werden Innenrotationsdefizite als negative Gradzahlen auf der Abszisse angegeben)

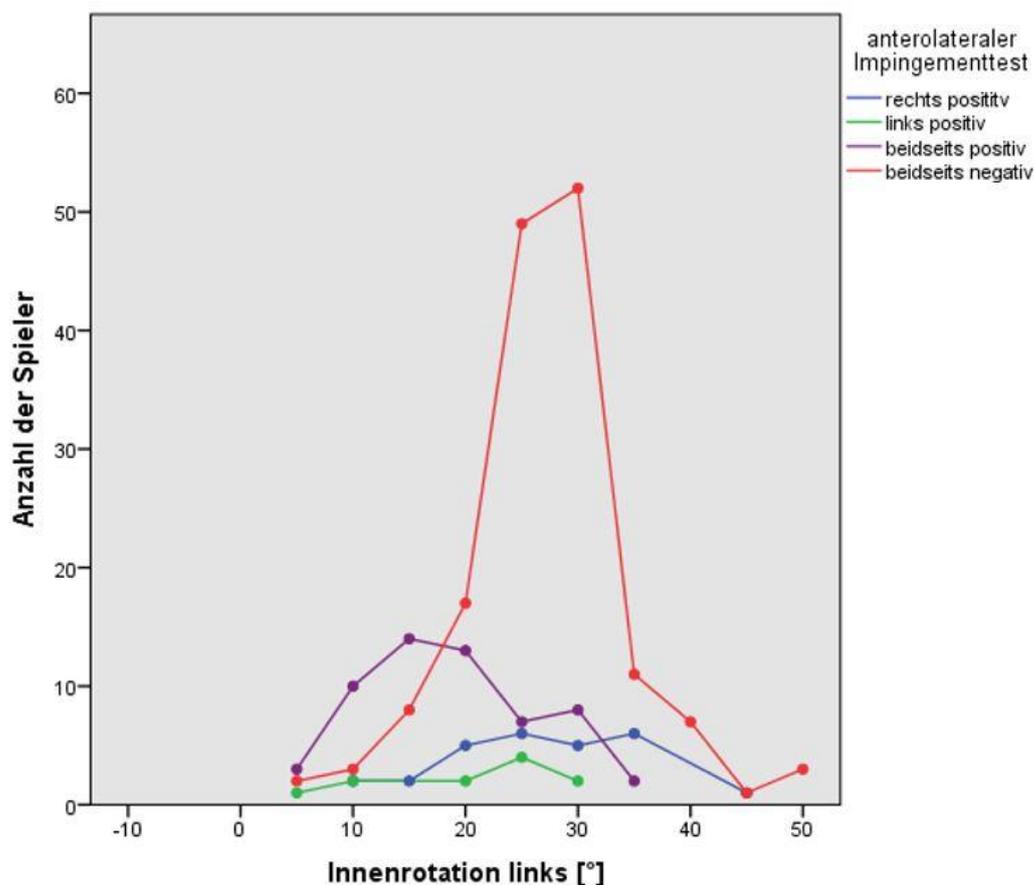


Abbildung 22: Häufigkeit positiver und negativer anterolateraler Impingementtest in Abhängigkeit von der Innenrotation im linken Hüftgelenk (n=248); (aus Gründen der Darstellbarkeit werden Innenrotationsdefizite als negative Gradzahlen auf der Abszisse angegeben)

5.5.4 Zusammenhang Spielklasse und Häufigkeit des FAI-Auftretens

112 der 248 Spieler (45,3%) gaben an aktuell oder in der Vergangenheit in der Nationalmannschaft gespielt zu haben. Bei 49 dieser 112 Spieler (43,8%) wird anhand der Anamnese und der klinischen Untersuchung das Vorliegen eines FAIs vermutet. Bei den Nicht-Nationalspielern liegt die Zahl Betroffener bei 46/135 (34,1%). Es besteht ein 1,5-fach erhöhtes Risiko (Odds Ratio) als Nationalspieler an einem FAI zu erkranken, verglichen zu Nicht-Nationalspielern.

Die nachfolgende Tabelle 21 zeigt den Zusammenhang zwischen den gespielten Ligen und dem Vorliegen eines FAI's:

Spielklasse	FAI [%] / (Anzahl)	kein FAI [%] / (Anzahl)
1. Bundesliga Feld ja	38,7% (53)	61,3% (84)
1. Bundesliga Halle ja	33,3% (46)	66,7% (92)
2. Bundesliga Feld ja	33,6% (49)	66,4% (97)
2. Bundesliga Halle ja	34,0% (34)	66,0% (66)

Tabelle 21: Häufigkeit (Anzahl) des FAI's in den verschiedenen Spielklassen; Mehrfachnennungen möglich

Im Folgenden wird der Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines FAI's und der Zugehörigkeit zum Zeitpunkt der Studie zu einem Erst oder Zweitbundesligaverein, zur U18-/Masternationalmannschaft oder zu den ehemaligen Bundesligaspielern dargestellt. Hierzu wurden die vier Erstbundesligisten und die U18-Nationalmannschaft als eine Gruppe zusammengefasst und die drei Zweitbundesligisten zusammen mit den Spielern der Master-Nationalmannschaft und den Ex-Bundesligaspielern in einer weiteren Gruppe. Es zeigt sich ein höchst signifikanter Unterschied ($p \leq 0,001$) in der FAI-Prävalenz zwischen den 1. Bundesligisten zusammen mit den U18-Nationalspielern (49,6%, $n=60/121$), verglichen mit den 2. Bundesligisten zusammen mit Masterspieler und den Ex-Bundesligaspielern (28,3%, $n=36/127$). Beim alleinigen Vergleich der Erst- mit den Zweitbundesligisten zeigt sich mit $p=0,114$ kein signifikanter Unterschied, genauso wenig wie beim Vergleich der Erstbundesligisten / U18-Nationalspielern gegenüber den Zweitbundesligisten ($p=0,073$).

Spielklasse	FAI [% / Anzahl]	kein FAI [% / Anzahl]
1. Bundesligisten (79)	48,1% (38)	51,9% (41)
2. Bundesligisten (56)	33,9% (19)	66,1% (37)
U18-Nationalmannschaft (42)	52,4% (22)	47,6% (20)
Master-Nationalmannschaft (58)	25,9% (15)	74,1% (43)
Ex-Bundesligaspieler (13)	15,4% (2)	84,6% (11)
Master-Nationalmannschaft + Ex-Bundesligaspieler (71)	23,9% (17)	76,1% (54)
1. Bundesligisten + U18-Nationalmannschaft (121)	49,6%***(60)	50,4% (61)
2. Bundesligisten + Master-Nationalmannschaft/Ex-Bundesligaspieler (127)	28,3%*** (36)	71,7% (91)

(*** $p \leq 0,001$ höchst signifikanter Unterschied zwischen FAI-Auftreten bei 1. Bundesligisten + U18-Nationalspieler verglichen mit 2. Bundesligisten zusammen mit Masterspielern und ehemaligen Bundesligaspielern)

Tabelle 22: Häufigkeit (Anzahl) des FAI's nach Höhe der Spielklasse

5.5.5 Zusammenhang Alter und FAI-Auftreten

Tabelle 23 stellt die Häufigkeit (Anzahl) des FAI's in den verschiedenen Altersgruppen der Spieler dar.

Altersgruppe	Häufigkeit FAI [%] / (Anzahl)
15-19-Jährige (74)	47,3% (35)
20-24-Jährige (47)	34,0% (16)
25-29-Jährige (34)	41,2% (14)
30-34-Jährige (20)	60,0% (12)
35-39-Jährige (9)	22,2% (2)
40-44-Jährige (12)	33,3% (4)
45-49-Jährige (18)	22,2% (4)
50-54-Jährige (22)	22,7% (5)
55-59-Jährige (11)	36,3% (4)
60-64-Jährige (1)	0,0% (0)
15-24-Jährige (66)	33,3% (22)
25-34-Jährige (50)	46,0% (23)
35-62-Jährige (73)	26,0% (19)
15-34-Jährige (175)	44,0%** (77)
35-62-Jährigen (73)	26,0%** (19)

(** $p \leq 0,01$ sehr signifikanter Unterschied zwischen FAI-Auftreten bei 15-34- und 35-62-Jährigen)

Tabelle 23: FAI-Auftreten in den einzelnen Altersklassen

5.5.6 Zusammenhang Anzahl der Trainingseinheiten und FAI-Auftreten

Nachfolgend ist die Häufigkeit (Anzahl) des FAI's in Abhängigkeit von der Trainingshäufigkeit pro Woche und den hockeyspezifischen und ergänzenden Trainingseinheiten dargestellt. Die „Trainingshäufigkeit insgesamt“ besteht aus den hockeyspezifischen Trainingseinheiten und den ergänzenden Trainingseinheiten. Das FAI tritt bei einer höheren Anzahl an hockeyspezifischen Trainingseinheiten signifikant ($p \leq 0,05$) häufiger auf.

aktuelle Anzahl Trainingseinheiten pro Woche	Häufigkeit FAI
<4,0 Trainingseinheiten (insgesamt) (43)	34,9% (15)
$\geq 4,0$ Trainingseinheiten (insgesamt) (194)	39,2% (76)
$\leq 2,0$ Trainingseinheiten (hockeyspezifisch) (36)	30,6%* (11)
$> 2,0$ Trainingseinheiten (hockeyspezifisch) (201)	39,8%* (52)
$\leq 1,0$ Trainingseinheiten (ergänzend) (195)	40,0% (78)
$> 1,0$ Trainingseinheiten (ergänzend) (42)	31,0% (13)

(* $p \leq 0,05$ signifikanter Unterschied zwischen FAI-Auftreten nach Anzahl an hockeyspezifischen Trainingseinheiten)

Tabelle 24: Häufigkeit FAI-Auftreten nach Anzahl der aktuellen Trainingseinheiten

5.5.7 Zusammenhang Spielposition/Spielfeldseite und FAI-Auftreten

Die nachfolgenden drei Tabellen zeigen die Häufigkeit (Anzahl) des FAI-Auftretens aufgeschlüsselt nach Spielposition und Positionseite. Das FAI-Auftreten bezogen auf die Spielposition unterscheidet sich nicht signifikant.

Spielposition	FAI	kein FAI
Sturm (41)	36,6% (15)	63,4% (26)
Mittelfeld (30)	43,3% (13)	56,7 % (17)
Abwehr (55)	30,9% (17)	69,1% (38)
Torwart (30)	36,7% (11)	63,3% (19)
Sturm und Mittelfeld (37)	40,6% (15)	59,4% (22)
Sturm und Abwehr (9)	33,3% (3)	66,7% (6)
Mittelfeld und Abwehr (31)	41,9% (13)	58,1% (18)
Sturm, Mittelfeld und Abwehr (14)	57,1% (8)	42,9% (6)

Tabelle 25: Häufigkeit (Anzahl) FAI-Auftreten auf den einzelnen Spielpositionen (n=248)

Das FAI-Auftreten auf den einzelnen Spielfeldseiten unterscheidet sich nicht signifikant (p=0,061).

Spielfeldseite	FAI	kein FAI
rechts (10)	40,0% (4)	60,0% (6)
links (17)	17,6% (3)	82,4% (14)
Mitte (43)	44,2% (19)	55,8% (24)
rechts und links (5)	0,0% (0)	100% (5)
rechts und Mitte (22)	45,5% (10)	54,5% (12)
links und Mitte (16)	18,8% (3)	81,3% (13)
keine (=Torwartposition) (30)	36,7% (11)	63,3% (19)
rechts, links und Mitte (104)	43,3% (45)	56,7% (59)

Tabelle 26: Häufigkeit (Anzahl) FAI-Auftreten auf den einzelnen Positionseiten (n=248)

Spielfeldseite/ Spielposition	re	Li	Mitte	re + li	re + Mitte	li + Mitte	re + li + Mitte	keine
Sturm (15)	0,0% (0)	6,7% (1)	13,3% (2)	0,0% (0)	0,0% (0)	13,3% (2)	66,6% (10)	0,0% (0)
Mittelfeld (13)	0,0% (0)	0,0% (0)	53,8% (7)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	46,2% (6)	0,0% (0)
Abwehr (17)	17,6% (3)	5,9% (1)	29,4% (5)	0% (0)	17,6% (3)	0% (0)	29,4% (5)	0% (0)
Torwart (11)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	100% (11)
Sturm + Mittelfeld (15)	6,7% (1)	6,7% (1)	6,7% (1)	0,0% (0)	20% (3)	0,0% (0)	60% (9)	0,0% (0)
Sturm + Abwehr (3)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	100% (3)	0,0% (0)
Mittelfeld + Abwehr (13)	0,0% (0)	0,0% (0)	30,8% (4)	0,0% (0)	23,1% (3)	0,0% (0)	46,2 % (6)	0,0% (0)
Sturm + Mittelfeld + Abwehr (8)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)	12,5% (1)	12,5% (1)	75% (6)	0,0% (0)

Tabelle 27 Häufigkeit (Anzahl) FAI-Auftreten auf den einzelnen Spielpositionen und Spielfeldseiten (n=248)

5.5.8 Zusammenhang Rasenart und FAI-Auftreten

Tabelle 28 stellt die Häufigkeit (Anzahl) des FAI's nach der bespielten Rasenart dar:

Rasenart	FAI	kein FAI
Naturrasen (75) ja	33,3% (25)	66,7% (50)
Kunstrasen mit Sandfüllung (34) ja	50,0% (17)	50,0% (17)
Bewässerter Kunstrasen (244) ja	38,5% (94)	61,5% (150)

Tabelle 28: FAI-Auftreten abhängig von der bespielten Rasenart, Mehrfachnennungen möglich

6 Diskussion

Das femoroazetabuläre Impingement findet im Sport immer mehr Beachtung da davon ausgegangen wird, dass eine hohe sportliche Aktivität in der Wachstumsphase (mit)verantwortlich für die Entstehung dieser Erkrankung ist [4]. Je höher die sportliche Belastung, desto höher scheint die Wahrscheinlichkeit ein FAI zu entwickeln, demzufolge sind vor allem Hochleistungssportler prädisponiert. Ziel der Studie war es die Häufigkeit von Hüftgelenkserkrankungen, speziell des femoroazetabulären Impingements, im leistungssportlich betriebenen Feld- und Hallenhockey zu untersuchen. Da diese Studie die erste zur Häufigkeit des FAI's in dieser Sportart ist, liegen keine sportartspezifischen Vergleichswerte vor. FAI-Prävalenzen aus anderen Sportarten werden mit 40-94,3% angegeben [15, 28], wohingegen in der Allgemeinbevölkerung von nur 7-25% Betroffenen berichtet wird [19]. Eishockey und Fußball ähneln dem Feldhockey sehr. Beide zählen ebenfalls zu den High-Impact-Sportarten. Studien berichten über 68-85% (Eishockey) bzw. 68-72% (Fußball) betroffener Spieler. Eine ähnliche hohe Prävalenz an FAI's lässt sich im Hockey vermuten. Allerdings zählt Hockey zu den Randsportarten in Deutschland mit entsprechend limitierten zeitlichen und materiellen Ressourcen. Das hat wiederum Auswirkungen auf die Professionalität, das Training inklusive der zur Verfügung stehenden Vorbereitungszeit und die medizinische Betreuung. Diese Umstände könnten wiederum dazu beitragen, dass sich die Prävalenz des FAIs im Leistungssport Hockey von der anderer professioneller High-Impact-Sportarten unterscheidet.

6.1 Diskussion der Ergebnisse

6.1.1 Teilnehmerkollektiv

Mit 248 untersuchten Spielern ist das Teilnehmerkollektiv verhältnismäßig groß, verglichen mit anderen Studien zur Prävalenz des FAI's (24-137 Teilnehmer). Es wurden Spieler aus der ersten und zweiten Hockey-Bundesliga untersucht sowie Spieler der U18- und Ü35-55-Nationalmannschaften, wodurch das Teilnehmerkollektiv auf das Alter (15-62 Jahre) und das Leistungsniveau bezogen heterogen ist. Daher müssen Faktoren, die das Hockeyspiel in den vergangenen Jahren verändert haben, wie Regeländerungen und der Wechsel von Natur- auf Kunstrasen, die das Spiel schneller und dynamischer gemacht haben, berücksichtigt werden.

6.1.2 Anamnestic Angaben zu Hüftgelenksbeschwerden

In unsere Studie gaben 30% (n=74) aller Spieler aktuell oder in der Vergangenheit an ein- oder beidseitigen Hüftgelenkschmerzen zu haben, was den Ergebnissen einer Studie von Siebenrock et al. ähnelt, wo 24,6% der untersuchten jungen Profieishockeyspieler Hüftschmerzen angaben, die vor allem medial am Oberschenkel und in der Leistenregion lokalisiert waren [24]. Auch in dieser Studie waren die Schmerzen am häufigsten in der Leiste lokalisiert (13,7%, n=34), wobei die

Schmerzstärke eher im unteren Bereich der VAS-Skala (0-5) angegeben wurde. Dennoch fühlte sich circa die Hälfte (n=34) der Spieler mit Hüftgelenksbeschwerden durch ihre Beschwerden eingeschränkt, was hauptsächlich den Sport betraf (n=21), in Ausnahmefällen (n=8) fühlten sich Spieler im Alltag eingeschränkt. Diese Ergebnisse ähneln denen von Clohisy et. al, wo 71% der symptomatischen FAI-Patienten aktivitätsabhängige Beschwerden angaben, insbesondere beim Joggen (69% der Patienten) [53].

17% (n=42/248) der Spieler gaben an aufgrund von Hüftgelenksbeschwerden in der Vorgeschichte bereits in ärztlicher Behandlung gewesen zu sein, wobei 14 verschiedene Diagnosen angegeben wurden. Die Diagnosen reichten von einer Hüftdysplasie, über eine Schambeinentzündung, eine weiche Leiste oder muskuläre Probleme, bis hin zu einem Beckenschiefstand, einer ISG-Blockade, einem FAI, zu Labrumrissen oder einer Coxarthrose. Anhand der Studie wurde bei 71,4% der Spieler (n=30/42), die bereits im Vorfeld eine ärztliche Behandlung aufgrund von Hüftgelenksbeschwerden benötigt hatten, der Verdacht eines FAI's geäußert. Hierdurch zeigt sich wie breit gefächert die Differenzialdiagnosen des FAI's sind, wie schwer es ist und wie lange es dauern kann bis ein FAI in Betracht gezogen wird. Diese Ergebnisse werden unterstützt durch eine Studie von Holmich et al., wo von einer hohen Anzahl an Differenzialdiagnosen des FAI's berichtet wird und es daher länger dauert bis die richtige Diagnose gestellt wird [51]. Auch in Clohisy et al.'s Studie wurden die FAI-Symptome auf 19 verschiedene Ursachen zurückgeführt, am häufigsten mit 19% der Betroffenen auf periartikuläre Weichteilverletzungen [53].

6.1.3 Untersuchungsbefunde

Das Bewegungsausmaß der Hüftgelenke war nahezu symmetrisch. Das durchschnittliche Bewegungsausmaß lag für alle Ebenen/Richtungen unterhalb der Normwerte mit Ausnahme der Hüftflexion bei den Master-Nationalspielern und den Ex-Bundesligaspielern beidseits, die der Norm entsprach [170]. In der Innenrotation wichen die Werte durchschnittlich am stärksten von der Norm ab (re: $24^{\circ} \pm 9^{\circ}$ (Min.- 10° IRO/Max. 50° IRO) und li: $25^{\circ} \pm 8^{\circ}$ (Min. 5° /Max. 50° IRO)). In 30,6% und damit mit Abstand am häufigsten wurden bei der Bewegungsprüfung Schmerzen bei der Überprüfung der Innenrotation angegeben. Dieser Befund scheint typisch zu sein beim Vorliegen eines FAI's [5, 13, 24, 55]. Es zeigte sich beim Vergleich des Bewegungsausmaßes der Hüftgelenke der aktiven Spieler gegenüber den Master-Nationalspielern zusammen mit den Ex-Bundesligaspielern, eine signifikant ($p \leq 0,05$) geringere Flexionsbeweglichkeit bei den aktiven Spielern beidseits. In der Studie von Agricola et al. lag die Innenrotation gesunder Hüften bei $29,5 \pm 7^{\circ}$ und bei Hüften mit Cam-Impingement bei $16,4 \pm 7,3^{\circ}$, was den Ergebnissen dieser Studie zu Feldhockeyspielern sehr ähnelt [21]. Über ähnliche Erfahrungen berichten Agricola et al. bei Fußballspielern und Agnvall et al. bei Skifahrern [5, 21].

6.1.4 Diagnose FAI

Diese Studie ermittelte eine FAI-Prävalenz von 38,7% (n=96/248), davon waren 44,8% (n=43/96) symptomatisch. 15,6% (n=15/96) hatten ein bilaterales FAI, was nur einseitig symptomatisch war. Von den in dieser Studie diagnostizierten FAI-Erkrankungen traten 60,4% (n=58/96) bilateral auf. Diese Ergebnisse decken sich mit den Untersuchungsergebnissen von Lerebours et al. und Gerhardt et al. Sie stellten eine Prävalenz an bilateralen Cam-Deformitäten von 60,8% im Eishockey bzw. von 76,5% im Fußball fest [18, 25].

Bei einseitigem FAI zeigte sich in dieser Studie eine etwas erhöhte Prävalenz auf der rechten Seite: 24% der FAI-Erkrankungen traten nur rechts und 15,6% nur links auf (statistisch nicht signifikant). Die Ursache dafür konnte man in der Händigkeit und der damit verbundenen Schlägerhaltung suchen, die im Kapitel 6.1.8 FAI und Spielposition/Spielfeldseite näher erläutert wird. Beim Auftreten eines FAI's ist die Innenrotation in dieser Studie im Schnitt höchst signifikant ($p \leq 0,001$) geringer (re: $18 \pm 9^\circ$, li: $20 \pm 9^\circ$), als bei Spielern ohne FAI (re/li: $28 \pm 7^\circ$). Dies Ergebnisse ähneln denen von Audenaert et al., bei denen symptomatische FAI-Patienten eine Innenrotation von $12,3^\circ$ und asymptomatische FAI-Patienten eine Innenrotation von $21,1^\circ$ aufwiesen. Im Gegensatz dazu wies die gesunde Kontrollgruppe eine fast normwertige Innenrotation mit $27,9^\circ$ auf, ähnlich wie in dieser Studie [179].

6.1.5 FAI und Spielklasse

Es fiel ein Zusammenhang zwischen höherem Spielniveau und Häufigkeit des Auftretens des FAI's auf: Spieler der Nationalmannschaften waren häufiger betroffen, wenn auch nicht statistisch signifikant (Odds Ratio 1,5 verglichen zu Nicht-Nationalspielern; 43,8% versus 34,1%). Dies könnte sich auf das höhere Leistungsniveau und das damit einhergehende intensivere und häufigere Training der Nationalspieler zurückführen lassen, da auch in anderen Studien ein vermehrtes Auftreten einer Cam-Deformität mit steigendem Umfang und Intensität des Trainings festgestellt wurde [36]. Bei den vier 1. Bundesligisten (48,1% FAI-Prävalenz) zusammen mit der U18-Nationalmannschaft (52,4%) wurde mit 49,6% eine ähnlich hohe FAI-Prävalenz ermittelt. Zu diesen beiden Gruppen gehören die leistungsstärksten und intensiver trainierenden Spieler. Bei den drei 2. Bundesligisten war die Prävalenz geringer (33,9%). Nochmal geringer war sie bei den Spielern der Master-Nationalmannschaft (25,9%) und bei den Ex-Bundesligaspielern, wo eine Prävalenz von 15,4% ermittelt wurde. Dies verstärkt ebenfalls die Vermutung, dass je höher das Leistungsniveau ist, mehr FAI-Erkrankungen auftreten. Dies würde auch mit den Untersuchungen von Tak et al. übereinstimmen, die ein vermehrtes Auftreten an Cam-Deformitäten bei Fußballspielern feststellten mit Zunahme der Trainingsintensität und des Trainingsumfangs. Hier kam es bei Jugendfußballspielern, die mehr als viermal die Woche trainierten mit 58% an FAI's zu einer deutlichen höheren Prävalenz, verglichen mit den Spielern, die weniger als dreimal pro Woche trainierten (40%) [36]. Bei Betrachtung des FAI-Auftretens in den einzelnen Spielklassen fallen die

FAI-Prävalenzen durchaus unterschiedlich aus. Das kein statistisch signifikanter Unterschied erkennbar ist, könnte man darauf zurückführen, dass die Kohorten in den einzelnen Spielklassen zu klein sind. Dafür spricht auch, dass sich ein signifikanter Unterschied in der FAI-Prävalenz zwischen den 1. Bundesligisten zusammen mit den U18-Nationalspielern (49,6%), verglichen mit den 2. Bundesligisten zusammen mit Masterspielern und den Ex-Bundesligaspielern ($p \leq 0,001$) zeigt, wohingegen ein Einzelgruppenvergleich nicht statistisch signifikant ist.

6.1.6 FAI und Alter

Es wurde außerdem ein Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Altersgruppen und dem Auftreten eines FAI's sichtbar. In der Gruppe der 15-24-Jährigen waren 1/3 der Spieler betroffen, bei den 25-34-Jährigen 46% und bei den ≥ 35 -Jährigen 26% der Spieler. Beim Vergleich von ≤ 35 - und > 35 -Jährigen lässt sich ein sehr signifikanter Unterschied ($p \leq 0,01$) der FAI-Prävalenz in den Kohorten feststellen (46% bei ≤ 35 J. vs 26% bei ≥ 35 J.). Die geringere Prävalenz bei den ≥ 35 -Jährigen lässt sich möglicherweise auf eine veränderte Spielweise zurückführen. Das damalige Hockeyspiel war weniger dynamisch und langsamer als heute. Die geringere Prävalenz dieser Altersgruppe lässt vermuten, dass die Spieler, die in diesem Alter noch (schmerzfrei) Hockeyspielen können, keine ausgeprägten degenerativen Veränderungen am Hüftgelenk haben oder, wenn ein FAI vorliegen sollte, zumindest asymptomatisch sind. Die Spieler in dieser Altersklasse, die ein FAI haben, werden vermutlich aktuell kein Hockey mehr spielen und werden damit in dieser Studie auch nicht erfasst. Hinzukommt, dass zum Ende der 1970er Jahre (vor circa 35 Jahren) der Wechsel von Natur- auf Kunstrasen stattfand, wodurch das Hockeyspiel dynamischer und schneller wurde und die Belastung der Spieler ab diesem Zeitpunkt zunahm.

Dass unter den 25-34-Jährigen deutlich mehr Spieler symptomatisch sind als bei den jüngeren Spielern, lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass häufiger Knorpel- und/oder Labrumschäden vorhanden sind und die älteren Spieler daher bei der klinischen Untersuchung häufiger durch eine eingeschränkte, schmerzhafte Beweglichkeit auffallen und einen positiven Impingementtest und mehr Beschwerden haben, als junge Spieler. Die Gruppe der jüngsten Spieler (15-19-Jährige) erreicht jedoch ähnlich hohe Prävalenzen für symptomatische FAI's, was man damit erklären könnte, dass in dieser Gruppe fast ausschließlich U18-Nationalspieler berücksichtigt werden.

6.1.7 FAI und Training

Es ließ sich ein geringer Unterschied in der FAI-Prävalenz finden zwischen Spielern, die weniger als vier (34,9%) oder mindestens vier (39,2%) Trainingseinheiten pro Woche absolvierten. Bei Betrachtung der hockeyspezifischen Trainingseinheiten hatten die Spieler, die maximal zweimal trainierten seltener ein FAI, als die Spieler, die mehr als zweimal trainierten (30,6% vs 39,5%). Dies entspricht der Studie von Tak et al. an jugendlichen Fußballern, bei denen es zu einem

vermehrten Auftreten einer Cam-Deformität bei steigender Trainingsintensität und -umfang kam [36]. Auch bei den ergänzenden ($\leq 1,0$ und $> 1,0$) Trainingseinheiten zeigte sich ein relevanter Unterschied: Je weniger alternative Trainingseinheiten absolviert wurden (maximal eine pro Woche), desto häufiger wurde ein FAI vermutet (40% vs 31%). Dies könnte dafürsprechen, dass wenn weniger Wert auf Kraft- und Athletiktraining gelegt wird, weniger Ausgleich zum hockeyspezifischen Training geschaffen wird, es so zu einer muskulären Dysbalance der Hüftmuskulatur kommt, wodurch das Hüftgelenk gestresst wird und die Hüfte empfänglicher ist für eine Impingementbildung. In der Studie wurden die Spieler nach ihrer aktuellen Anzahl an Trainingseinheiten gefragt. Es wurde nicht explizit nach dem Trainingsumfang und der -intensität im Jugendbereich gefragt, die sich vom Erwachsenentraining unterscheiden können, in dem z.B. die Trainingsintensität entsprechend angepasst wird. Somit kann keine Aussage darüber getroffen werden, wie beeinflussend der Trainingsumfang in der Jugend für die FAI-Entstehung war, da diese Daten der Spieler nicht erhoben wurden. Da die große Mehrheit der hier untersuchten Spieler ausgewachsen (alle Spieler: \bar{X} 29 \pm 13 Jahre; aktive Spieler: \bar{X} 22,2 \pm 5,8 Jahre) war und im Erwachsenenalter nach heutigem Wissensstand bei geschlossener Wachstumsfuge keine FAI-Bildung zu erwarten ist [21, 142], ist der aktuelle Trainingsumfang nicht entscheidend für die Häufigkeit des FAI's, jedoch kann ein hoher Trainingsumfang möglicherweise das Auftreten von FAI-typischen Beschwerden oder von Folgeschäden begünstigen. Die in diesem Abschnitt anfangs genannten Ergebnisse fielen alle statistisch knapp nicht signifikant aus, lassen jedoch eine Tendenz erkennen, was unterstützt wird durch eine signifikant ($p \leq 0,05$) größere FAI-Prävalenz bei steigender Anzahl an hockeyspezifischen Trainingseinheiten.

6.1.8 FAI und Spielposition/Spielfeldseite

Die Analyse der Spielpositionen ergab, dass etwas mehr Spieler ein FAI entwickeln, wenn sie im Mittelfeld (40,7%), im Tor (36,6%) oder im Sturm (36,7%) spielen, verglichen mit den Abwehrspielern (30,9%). Die mit Anstand höchste Prävalenz wiesen Spieler auf, die im Sturm, im Mittelfeld und in der Abwehr aktiv sind (57,1%). Die Spieler, die im Sturm und in der Abwehr spielen, haben eine geringere Prävalenz mit 33,3%. Hierbei fällt auf, dass Spieler, die nur im Mittelfeld oder im Mittelfeld und zusätzlich auf einer/mehreren anderen Positionen spielen, häufiger von einem FAI betroffen sind. Diese Ergebnisse wiesen jedoch keine statistische Signifikanz auf. Im Gegensatz dazu gibt Lerebours et al. bei Profieishockeytorhütern mit 93,8% die FAI-Prävalenz als sehr hoch an und sie lag bei Mittelfeldspielern am niedrigsten mit 54,6% [23]. Die geringere Prävalenz bei Hockeytorhütern in dieser Studie, verglichen mit Eishockeytorhüter, beruht vermutlich zu einem Teil darauf, dass die im Eishockeytor häufig durchgeführte „Butterfly“-Position des Torhüters, einer ständigen Impingementprovokation gleichkommt, in der die Hüftgelenke in extremen Maße innenrotiert, gleichzeitig flektiert und ab- oder adduziert werden. Um die Abwehrfläche weiter zu vergrößern und das gesamte Tor abzudecken, nimmt der Torhüter

regelmäßig den Seitspagat ein, wozu das Hüftgelenk in extreme Abduktion gebracht werden muss. Teilweise wird die Hüfte in der „Butterfly“-Position auch gering adduziert, um frontale Schüsse abzuwehren. Der Torhüter sollte versuchen bei der Einnahme der „Butterfly“-Position im Oberkörper möglichst aufrecht zu sein, die Hüfte wird jedoch fast immer auch flektiert, gerade in aktiven Abwehrbewegungen in dieser Position, um mit den Handschuhen den Puck noch zu erreichen. Der Eishockeytorhüter muss auch während eines Gegenangriffs regelmäßig diese Positionen einnehmen oder in ihnen verharren. Der Feldhockeytorhüter führt auch extreme Bewegungen in alle Bewegungsrichtungen aus. Er steht jedoch insgesamt aufrechter, nicht regelmäßig in einer Position in Hüftflexion und verharrt auch nur kürzer in den einzelnen Positionen, verglichen mit den Eishockeytorhütern. Eine starke Innenrotationsbewegung im Hüftgelenk wird vor allem zum Vergrößern der abwehrenden Fläche durchgeführt. Diese Bewegung wird beim Hallenhockey häufiger eingesetzt als im Feldhockey, da der Torhüter dort mehr ins Spiel eingebunden wird, das Spielfeld kleiner ist, und er häufiger in 1-gegen-1-Situationen gerät. Daher wäre eine höhere FAI-Häufigkeit bei den Torhütern, insbesondere in der Halle, verglichen mit den Feldspielern, zu erwarten. Auch in Bezug auf die Spielfeldseite ließen sich Unterschiede finden. Spieler, die nur in der Mitte (44,2%) oder rechts (40%) spielten, waren deutlich häufiger von einem FAI betroffen, als Spieler auf der linken Seite des Spielfeldes (17,6%). Im Sturm waren die Spieler am häufigsten betroffen, die rechts, links und in der Mitte spielten (66,6%). Im Mittelfeld am häufigsten die Spieler, die in der Mitte spielten (53,8%), gefolgt von den Spielern, die auf allen drei Spielfeldseiten spielen (46,2%). Diese Ergebnisse lassen sich womöglich dadurch erklären, dass Spieler, die auf vielen Positionen oder auf mehreren Spielfeldseiten spielen, die leistungsstärksten Spieler sind und bei Spielen in der Regel eine längere Spielzeit aufweisen. Die Mittelfeldspieler haben die größten Laufwege und die meisten Richtungswechsel und Ballkontakte, als Bindeglied zwischen Abwehr und Sturm. Dadurch könnte ihre Belastung intensiver sein, was eine erhöhte FAI-Entstehung fördern könnte. Die ermittelten Unterschiede wiesen jedoch keine statistische Signifikanz auf. Dass auf der linken Spielfeldseite deutlich weniger Spieler betroffen sind, lässt sich möglicherweise mit der Schlägerhaltung der Spieler erklären. Anders als beim Eishockey gibt es keinen Linkshänderschläger. Der Schläger besitzt, wenn er mit der Keule gerade nach vorne gehalten wird, eine runde Fläche auf der rechten Seite und eine glatte Fläche auf der linken Seite. Nur mit der glatten Seite darf gespielt werden. Daher muss der Spieler den Schläger drehen, um dribbeln zu können. Dazu bewegt er die rechte Hand, die sich immer unterhalb der linken Hand am Griffband befindet, nach links und überkreuzt so die linke Hand. Die Spieler, die auf der linken Seite spielen, versuchen, um den Ball vor dem Gegner abzuschirmen, den Ball auf der linken Seite zu führen, was der „Rückhandseite“ entspricht. Dabei wird der Schläger beim Führen des Balles mit beiden Händen ganz oben am Griffband gehalten oder sogar nur mit der linken Hand geführt, wodurch der Spieler sehr viel aufrechter in seiner Körperhaltung ist. Wenn man den Schläger auf der rechten Seite des Körpers, der „Vorhandseite“, führt, bückt der

Spieler sich tiefer herunter, erzeugt dadurch eine Hüftflexion, da er wieder beide Hände am Schläger hat, was vor allem die rechte Hüfte betrifft und diese stresst, da der Ball vornehmlich rechts auf der „Vorhandseite“ geführt wird, da die gebogene Keule des Schlägers beim Benutzen der „Vorhandseite“ nach oben/außen zeigt und der Schläger so besser benutzt werden kann. Dies könnte die erhöhte Prävalenz des FAI's in der rechten Hüfte erklären.



Abbildung 23: Führen des Balls auf der „Vorhandseite“ [180]



Abbildung 24: Führen des Balls auf der „Rückhandseite“ [181]

Vor allem im Hallenhockey wird zur Abwehr, auch hier vermehrt auf der „Vorhandseite“, der Schläger sogar mit der ganzen Fläche auf den Boden gelegt, was als „Brett legen“ bezeichnet wird, wobei die Hüftgelenke regelmäßig endgradig flektiert werden.



Abbildung 25: „Brett legen“ im Hallenhockey im Damen- (links) [182] und Herrenhockey (rechts) [183]

Im Hockeysport wird der Ball gepasst oder aufs Tor geschossen, indem man den Ball schlägt, schrubbt oder schlenzt. Allen drei Pass-/Schusstechniken ist gemeinsam, dass im Regelfall das rechte Bein hinten und das linke Bein dabei weiter vorne steht. Der Spieler geht dabei vor allem beim Schrubben und Schlenzen, in geringerem Maße auch beim Schlagen, mit dem linken Bein in eine (sub)maximale Hüft- und $>90^\circ$ Knieflexion und mit dem rechten Bein in eine starke Hüftextensionsbewegung (s. Abbildung 26). Das hintere rechte Bein, genauso wie das vordere linke Bein werden dabei aus der Außenrotation in die Innenrotation im Hüftgelenk bewegt. Diese Bewegung wird auch auf der „Rückhandseite“ durchgeführt, als „Argentinische Rückhand“, was im Regelfall mit linkem Bein hinten und dem rechten Bein vorne genau seitenverkehrt durchgeführt wird, verglichen zum normalen Schrubben oder Schlagen (s. Abbildung 27). Sie wird aber seltener von den Spielern benutzt. Beim Passen und Schießen auf der Vorhand- und der Rückhandseite kann es auch manchmal vorkommen, dass die Beinstellung verkehrt herum zur normalen Technik ausgeführt wird, dies ist jedoch nicht der Regelfall. Durch diese vielseitigen Bewegungen und die ungünstige, FAI-provozierende Belastung beider Hüftgelenke, könnte die hohe Zahl an beidseitig betroffenen Spielern erklären.



Abbildung 26: Schrubben auf der Vorhandseite in normaler Beinstellung [184]



Abbildung 27: Schlagen mit der „Argentinischen Rückhand“ in normaler Beinstellung [185]

Diese sich stark unterscheidenden Bewegungen im Dribbeln, Passen und Schießen, die beide Hüftgelenke zum Teil in verschiedensten endgradigen Positionen belasten, könnte eine Erklärung für das häufige beidseitige Auftreten des FAI's sein. Es stellt sich die Frage, ob das Dribbeln und Verteidigen mit häufigem „Brett legen“ mit Bewegungen in die tiefe Hüftflexion ausschlaggebend sind für die erhöhte Prävalenz oder die Passbewegungen in einer starken Extension. Es könnte aber auch ein Zusammenspiel von beiden Bewegungsabläufen sein, da in beiden Bewegungen ein mechanischer Konflikt im Hüftgelenk auftritt, was eine FAI-Entstehung fördert. Dies könnte das

häufig beidseitige Auftreten des FAI's erklären. Jedoch auch die höhere Prävalenz im rechten Hüftgelenk, da durch das vermehrte Dribbeln, Passen und Schießen auf der Vorhandseite das rechte Hüftgelenk sich häufiger beim Führen des Balles in einer tieferen Flexion befindet, verglichen zum Führen des Balles auf der linken Seite, und beim Passen und Schießen häufiger in die Extension bewegt wird. Auch im Eishockey tritt das Impingement häufig beidseits auf, es scheint jedoch keine Seite der Hüftgelenke häufiger betroffen zu sein [23]. Im Unterschied zum Feldhockey werden im Eishockey Links- und Rechtshänderschläger verwendet und der Spieler darf mit beiden Seiten des Schlägers den Puck spielen. Die Studien, die sich mit dem Impingement im Eishockey beschäftigen, treffen jedoch keine Aussage darüber, ob Spieler, die einen Links- bzw. Rechtshänderschläger verwenden, auch links bzw. rechts häufiger ein FAI entwickeln. Daher könnten sich in den Studienergebnissen Unterschiede durch die Schlägerhändigkeit aufheben, da ein Teil der Spieler Links- und ein Teil der Spieler Rechtshänderschläger verwendet. Dies könnte somit die nicht-vorhandene Seitendominanz erklären. Dadurch könnten im Eishockey Auffälligkeiten durch eine einseitige Belastung durch die verschiedenen Schlägerhändigkeiten unterschätzt werden. Die professionelle Golfstudie von Dickenson et al. berichtet über ähnliche Ergebnisse, wie die vorliegende Hockeystudie, da auch sie eine Seitendominanz ermittelte. Bei den Golfern war auch das hinten stehende Hüftgelenk, was bei den Golfbewegungen stark in die Hüftextension bewegt wird, häufiger von einem Cam-Impingement und von Labrumdefekten betroffen [41]. Dies würde zu den Ergebnissen passen, dass das rechte Hüftgelenk bei Feldhockeyspielern häufiger von einem FAI betroffen ist, da vermehrt auf der Vorhandseite gespielt wird und das rechte Hüftgelenk somit in allen Bewegungen häufiger belastet wird, verglichen zum linken Hüftgelenk.

6.1.9 FAI und Rasenart

Der Spiel- und Trainingsbetrieb findet aktuell, vor allem in den oberen Ligen, fast ausschließlich auf bewässertem Kunstrasen statt. Spieler, die noch auf Naturrasen gespielt haben, litten seltener (33,3%, n=25/75) an einem FAI als Spieler, die auf Kunstrasen mit Sandfüllung (50%, n=17/34) spielten oder auf bewässertem Kunstrasen (38,5%, n=94/244). Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass Naturrasen weicher und dadurch an sich gelenkschonender ist. Das Hockeyspielen auf Naturrasen ist außerdem durch den unebeneren Untergrund langsamer und statischer, verglichen mit dem Spielen auf Kunstrasen. Diese Erfahrungen werden unterstützt durch López-Fernández et al., die Kunst- und Naturrasen verglichen und feststellten, dass Fußballer Bewegungen im Rahmen eines Agilitätstests auf Kunstrasen schneller ausführen konnten [186]. Dass auf (bewässertem) Kunstrasen mehr FAI-Erkrankungen auftreten als auf Naturrasen, könnte auch daran liegen, dass die Hüftgelenke stärker belastet werden, da sie häufigeren und ausgeprägteren Abstoppbewegungen und Richtungswechseln ausgesetzt sind, da durch den glatteren Belag eine hochwertige technische Ausführung ermöglicht wird, wodurch eine bessere Ballkontrolle und ein höheres Spieltempo möglich sind. Dies gilt in besonderem Maße für den Belag Kunstrasen mit Sandfüllung, der im

Verhältnis zu den beiden anderen Rasenarten am härtesten und stumpfsten ist, da er nicht bewässert wird und dadurch beim Auftreten die dämpfende Wirkung des Wassers im Belag fehlt und abrupter abgebremst wird, da der Spieler beim Abstoppen weniger rutscht und so abrupter steht und somit die Hüftgelenke mehr belastet werden. Spieler, die diese Rasenart bespielten, waren mit 50% erheblich häufiger von einem FAI betroffen, verglichen mit Spielern, die diesen Belag nicht nutzen (38,5%). Insgesamt nutzen diese Rasenart jedoch vergleichsweise wenig Spieler (n=34). Zwischen November und März findet das Hockeyspiel witterungsbedingt in Hockeyhallen statt. Der mit Rasen verglichen jedoch harte Hallenboden, stellt vermutlich aber eine große Belastung für die Hüfte da. Hier lassen sich jedoch keine Vergleiche zum Feldhockey anstellen, da im Regelfall alle Spieler die Hallen- und Feldsaison mitspielen und somit beiden Belastungen ausgesetzt sind.

Durch Einführung des Selfpasses 2010 in allen Spielklassen, bei dem der Spieler mit dem Ball bei einem Freistoß, Abschlag, Anstoß oder Seitenaus sich den Ball vorlegen kann oder eine Aktion beginnen kann ohne vorheriges Abspielen zum Mitspieler, der bereits 2009 in den Bundesligen getestet wurde, ist das Spiel nochmal schneller geworden [187]. Die Auswirkungen lassen sich jedoch noch nicht beurteilen, da wissenschaftliche Daten hierzu fehlen.

6.2 Diskussion der Methodik und Limitationen der Studie

Als Studiendesign wurde aus Gründen der Praktikabilität eine Querschnittsstudie gewählt. Dadurch wurde die Studienpopulation deskriptiv beschrieben. Idealerweise wären parallel zu den Hochleistungssportlern auch eine Kontrollgruppe aus Nicht-Sportlern bzw. Freizeitspielern untersucht worden, um - in Ermangelung vorhandener Literatur – einen Vergleich zu diesen Gruppen durchführen zu können. So verblieb der Vergleich zu in der Literatur vorhandenen Studien, die in an anderen Sportarten durchgeführt wurden. Das gewählte Studiendesign ist jedoch in der Lage die gestellte Fragestellung dieser Studie nach der Prävalenz des FAI's im leistungssportlichen Hockey umfassend zu beantworten. Es wurden nur männliche Personen untersucht, deswegen sind die Ergebnisse dieser Studie nicht ohne Weiteres auf den Damenbereich übertragbar. Grund für die Beschränkung war, dass in der Literatur zum FAI in verwandten Sportarten deutlich mehr Männer betroffen sind. Darüber hinaus ist die Dichte an leistungsmäßig Hockey spielenden Frauen deutlich geringer als in anderen Sportarten und die für diese Studie benötigte Fallzahl hätte kaum erreicht werden können. Die Studienkohorte ist aufgrund der Altersstruktur und den vorhandenen Unterschieden in der ersten und zweiten Bundesliga sehr heterogen. Eine homogenere Kohorte mit Blick auf das Spielniveau und das Alter wäre wünschenswert gewesen, scheiterte aber an logistischen Gründen. Hierfür wären Reisen im nahezu gesamten Bundesgebiet notwendig gewesen. Daher können diese Störfaktoren (Confounders) genauso wie Regeländerungen, Platzbeschaffenheiten und Trainingsintensität die

Studienergebnisse beeinflussen, was nicht vollständig kontrollierbar ist und daher bei der Beurteilung der Studienergebnisse mitberücksichtigt wird. Die Spieler mussten für die Studie einen standardisierten Fragebogen ausfüllen. Dies fand häufig während der Trainingseinheiten statt. Die Spieler beeilten sich dann in der Regel mit der Beantwortung, was sicher zu Lasten der Qualität der Angaben ging. Die Option, den Fragebogen im Vorfeld auszufüllen, bestand, da sämtliche Studienunterlagen dem Trainer/Vereinsverantwortlichen im Vorfeld der Untersuchung zur Verfügung gestellt wurden, allerdings wurde hiervon nur selten Gebrauch gemacht.

Die Studienpopulation wurde aus ethischen, praktischen und finanziellen Gründen ausschließlich anamnestiziert und klinisch am Hüftgelenk untersucht. Es wurden keine Röntgenbilder oder MRT's angefertigt. Einige Spieler hielten schriftliche medizinische Befunde vor, die Eingang in die Studie fanden. Es kann dadurch bei den Spielern, die in dieser Studie als FAI-Erkrankte eingeordnet wurden nur von einer Verdachtsdiagnose gesprochen werden, da die als Goldstandard geltende bildgebende Diagnosesicherung (Röntgen, ggf. MRT-Bilder) fehlte. Trotz standardisierter Untersuchung muss berücksichtigt werden, dass klinische Befunde abhängig vom Untersucher sind. In dieser Studie erfolgte die Untersuchung ausschließlich von zwei Personen, der Autorin und der betreuenden Ärztin, sodass dieser Störfaktor relativiert wurden, zumal im Vorfeld eine Detailabspache erfolgte. Die Dokumentation der erhobenen Daten war vollständig, sodass alle Daten ausgewertet werden konnten. Eine noch höhere Probandenzahl hätte die Aussagekraft der Studie weiter erhöht, war aber nicht praktikabel und anhand der im Vorfeld der Studie durchgeführten statistischen Berechnungen wäre bereits eine Teilnehmerzahl von 200 ausreichend gewesen, um die Studienfrage beantworten zu können.

Es muss berücksichtigt werden, dass an der Studie nur Spieler teilnahmen, die aktuell in der Lage waren Hockey zu spielen und damit am Trainingsbetrieb teilnahmen, unabhängig vom Alter der Spieler. Daher wurden z.B. Spieler, die den Hockeysport aufgrund von Hüftgelenkbeschwerden aufgegeben haben, gar nicht untersucht, da sie über die Hockeyvereine oder den Deutschen Hockeybund nicht identifizierbar und erreichbar waren. Außerdem werden einige Jugendspieler aufgrund von Hüftbeschwerden frühzeitig ihre Karriere beendet haben, ohne den Sprung in die (Jugend-) Nationalmannschaft oder in obere Ligen geschafft zu haben. Auch diese Spieler entgingen der Studie. Daher ist in unserer Studie ein Selektionsbias vorhanden, wodurch die von uns ermittelte Prävalenz des FAI die echte Prävalenz im Hockeysport unterschätzen könnte.

6.3 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Prävalenz an FAI-Erkrankungen im leistungssportlich betriebenen Hockey mit 38,7% höher zu sein scheint als in der Allgemeinbevölkerung. Die 1. Bundesligisten (48,1%) zusammen mit den U18-Nationalspielern

(52,4%) lagen mit einer Prävalenz von 49,6% höchst signifikant ($p \leq 0,001$) über der gemeinsamen Prävalenz von Zweitbundesligisten (33,9%), von Spielern der Master-Nationalmannschaft (25,9%) und von Ex-Bundesligaspielern (15,4%), die zusammen eine Prävalenz von 28,3% aufwiesen. Daher ist davon auszugehen, dass im leistungssportlich betriebenen Hockey mit steigendem Niveau die Häufigkeit an FAI-Erkrankungen steigt. Dies wird bestätigt durch eine erhöhte Prävalenz bei einem höheren Trainingsumfang, der in der ersten Liga höher ist als in den niedrigeren Ligen. Spieler über 35 Jahren sind mit 26% signifikant ($p \leq 0,01$) seltener erkrankt als Spieler unter 35 Jahren (46%). Das lässt einen Wandel im Hockeysport vermuten, der unter anderem eine Professionalisierung des Trainings beinhaltet mit einem im Verlauf steigenden Trainingsumfang und/oder -intensität, was allerdings in der Studie nicht explizit erfasst wurde. Zusätzlich änderte sich der Spielbelag von Natur- auf heute überwiegend bewässerten Kunstrasen, was das Hockeyspiel zusätzlich stark beeinflusst hat, durch ein deutlich höheres Spieltempo, einer besseren Ballkontrolle und daraus resultierend einer deutlichen Zunahme an Richtungswechseln und Abstoppbewegungen. Bei der Analyse der FAI-Prävalenz bezogen auf die Spielposition und Spielfeldseite war auffällig, dass vor allem Spieler, die im Mittelfeld und auf mehreren Positionen gleichzeitig spielen, häufiger betroffen sind. Vermuten könnte man eine höhere Belastung für die Mittelfeldspieler, die als Bindeglied zwischen Sturm und Abwehr fungieren und deswegen entsprechend viele Richtungswechsel und Ballkontakte aufweisen. Bei auf mehreren Positionen einsetzbaren Spielern sind häufigere und längere Einsatzzeiten denkbar. Im Hockey wird „fliegend“ gewechselt. Im Training finden positionsspezifische Übungen statt. Am Ende des Trainings wird meistens ein Trainingsspiel absolviert, bei dem die Spieler ihre üblichen Positionen besetzen. Spieler, die auf der linken Seite des Spielfeldes agieren sind seltener von der FAI- Erkrankung betroffen, was mit der beim vermehrten Spielen mit der „Rückhand“ veränderten Schlägerhaltung und der damit verbundenen aufrechteren Körperposition zu tun haben könnte. Die erhöhte Prävalenz des rechten Hüftgelenkes könnte seine Ursache auch in der generell häufiger verwendeten „Vorhand“ und der damit das rechte Hüftgelenk belastenden Schlägerhaltung haben, da der Spieler spielaktionsbedingt die rechte Hüfte häufiger in extreme Flexions- und Extensionsbewegungen bringt, als die linke Hüfte.

Diese Studie unterstützt die Annahme bereits veröffentlichter Literatur zu FAI-Erkrankungen im Sport, dass die Entstehung des FAI's mit einer erhöhten sportlichen Aktivität zusammenhängen könnte. Der Hockeysport zählt zu den High-Impact-Sportarten. Er enthält viele Richtungswechsel und Abstoppbewegungen, wird mit hohem Tempo absolviert und beinhaltet eine hüftgelenkbelastende Körper- und Schlägerhaltung. Somit war eine höhere Prävalenz zu erwarten als in der Allgemeinbevölkerung. Die in dieser Studie festgestellte Prävalenz fiel mit 38,7% geringer aus, verglichen zu anderen High-Impact-Sportarten (Eishockey 68-93,8% [12, 13, 15, 23], Fußball 72% [25], American Football 90-94,3% [27, 28] und Capoeira 91,7% [32]), was durch den

Selektionsbias und die heterogene Studienkohorte verursacht sein könnte. Da die Studie die erste zum FAI im Hockeysport ist, fehlen sportartspezifische Vergleichswerte. Es sind weitere Studien nötig, um die Häufigkeit und die Risikofaktoren für das Auftreten einer FAI-Erkrankung im Sport und speziell im Hockeysport, aber auch in der Allgemeinbevölkerung, bestimmen zu können.

7 Literaturverzeichnis

1. Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Nötzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;112–20. doi:10.1097/01.blo.0000096804.78689.c2.
2. Agricola R, Bessems JHJM, Ginai AZ, Heijboer MP, van der Heijden RA, Verhaar JAN, Weinans H, Waarsing JH. The development of Cam-type deformity in adolescent and young male soccer players. *Am J Sports Med.* 2012;40:1099–106. doi:10.1177/0363546512438381.
3. Siebenrock KA, Behning A, Mamisch TC, Schwab, JM. Growth plate alteration precedes cam-type deformity in elite basketball players. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471:1084–91. doi:10.1007/s11999-012-2740-6.
4. Murray RO DC. Athletic activity in adolescence as an etiological factor in degenerative hip disease. *J Bone Joint Surg Br.* 1971;53:406–19.
5. Agnvall C, Swärd Aminoff A, Todd C, Jonasson P, Thoreson O, Swärd L, Karlsson J, Baranto A. Range of Hip Joint Motion Is Correlated With MRI-Verified Cam Deformity in Adolescent Elite Skiers. *Orthop J Sports Med.* 2017;5:2325967117711890. doi:10.1177/2325967117711890.
6. Philippon MJ, Maxwell RB, Johnston TL, Schenker M, Briggs KK. Clinical presentation of femoroacetabular impingement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15:1041–7. doi:10.1007/s00167-007-0348-2.
7. Spiraldynamik® Med Center Schweiz AG. Hüftimpingement: Mechanischer Konflikt im Hüftgelenk. 09.04.2013 11.30 Uhr. <https://www.presetext.com/nfs/179/935/photos/photo1.jpg>. Accessed 27 Nov 2019.
8. Feldhockey. 2008. <https://www.hockey.de/VVI-web/default.asp?lokal=DHB&innen=/VVI-web/Faszination/Hockey-Feld.asp>.
9. Aufmerksamkeit für die Sportart Hockey Der DHB: Dachverband für knapp 400 Vereine und 15 Landesverbände. 02.04.2019. <http://www.hockey.de/VVI-web/>.
10. Matches Season 2018/19. 02.04.2019. <https://ehlhockey.tv/season/201819/#>.
11. Jahreskalender: Länderspiele 2019 - Herren. 02.04.2019. <http://www.hockey.de/VVI-web/default.asp?lokal=DHB&menue=/VVI-web/menue-teams.asp&innen=/VVI-web/Kalender/Kalender-Jahr.asp&Jahr=2019&Team=1>.
12. Brunner R, Maffiuletti NA, Casartelli NC, Bizzini M, Sutter R, Pfirrmann, Christian CW, Leunig M. Prevalence and Functional Consequences of Femoroacetabular Impingement in Young Male Ice Hockey Players. *Am J Sports Med.* 2016;44:46–53. doi:10.1177/0363546515607000.
13. Larson CM, Ross JR, Kuhn AW, Fuller D, Rowley DM, Giveans MR, Stone RM, Bedi A. Radiographic Hip Anatomy Correlates With Range of Motion and Symptoms in National Hockey League Players. *Am J Sports Med.* 2017;45:1633–9. doi:10.1177/0363546517692542.
14. Sing DC, Feeley BT, Tay B, Vail TP, Zhang AL. Age-Related Trends in Hip Arthroscopy: A Large Cross-Sectional Analysis. *Arthroscopy.* 2015;31:2307–12.

15. Philippon MJ, Ho CP, Briggs KK, Stull J, LaPrade RF. Prevalence of increased alpha angles as a measure of cam-type femoroacetabular impingement in youth ice hockey players. *Am J Sports Med.* 2013;41:1357–1362 Figure 1. doi:10.1177/0363546513483448.
16. Downs SH BN. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health.* 1998;52:377–84.
17. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG (The PRISMA Group). PRISMA 2009 Checklist. 2009. <http://prisma-statement.org/prismastatement/Checklist.aspx>.
18. Levy DM, Hellman MD, Harris JD, Haughom B, Frank RM, Nho SJ. Prevalence of Cam Morphology in Females with Femoroacetabular Impingement. *Front Surg.* 2015;2:61. doi:10.3389/fsurg.2015.00061.
19. Raveendran R, Stiller JL, Alvarez C, Renner JB, Schwartz TA, Arden NK, Jordan JM, Nelson AE. Population-based prevalence of multiple radiographically-defined hip morphologies: the Johnston County Osteoarthritis Project. *Osteoarthr Cartil.* 2018;26:54–61. doi:10.1016/j.joca.2017.10.002.
20. Hack K, Di Primio G, Rakhra K, Beaulé PE. Prevalence of cam-type femoroacetabular impingement morphology in asymptomatic volunteers. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:2436–44. doi:10.2106/JBJS.J.01280.
21. Agricola R, Heijboer MP, Ginai AZ, Roels P, Zadpoor AA, Verhaar JAN, Weinans H, Waarsing JH. 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.* 2014;42:798–806. doi:10.1177/0363546514524364.
22. Monckeberg J, Amenabar T, Rafols C, Garcia N, Yañez R. Prevalence of FAI radiographic hip abnormalities in elite soccer players: are there differences related to skeletal maturity? *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2016;2:e000162. doi:10.1136/bmjsem-2016-000162.
23. Lerebours F, Robertson W, Neri B, Schulz B, Youm T, Limpisvasti O. Prevalence of Cam-Type Morphology in Elite Ice Hockey Players. *Am J Sports Med.* 2016;44:1024–30. doi:10.1177/0363546515624671.
24. Siebenrock KA, Kaschka I, Frauchiger L, Werlen S, Schwab JM. Prevalence of cam-type deformity and hip pain in elite ice hockey players before and after the end of growth. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;41:2308–13. doi:10.1177/0363546513497564.
25. Gerhardt MB, Romero AA, Silvers HJ, Harris DJ, Watanabe D, Mandelbaum BR. The prevalence of radiographic hip abnormalities in elite soccer players. *Am J Sports Med.* 2012;40:584–8. doi:10.1177/0363546511432711.
26. Harris JD, Gerrie BJ, Varner KE, Lintner DM, McCulloch PC. Radiographic Prevalence of Dysplasia, Cam, and Pincer Deformities in Elite Ballet. *Am J Sports Med.* 2016;44:20–7. doi:10.1177/0363546515601996.
27. Larson CM, Sikka RS, Sardelli MC, Byrd JWT, Kelly BT, Jain RK, Giveans MR. Increasing alpha angle is predictive of athletic-related "hip" and "groin" pain in collegiate National Football League prospects. *Arthroscopy.* 2013;29:405–10. doi:10.1016/j.arthro.2012.10.024.
28. Nepple JJ, Brophy RH, Matava MJ, Wright RW, Clohisy JC. Radiographic findings of femoroacetabular impingement in National Football League Combine athletes undergoing

- radiographs for previous hip or groin pain. *Arthroscopy*. 2012;28:1396–403. doi:10.1016/j.arthro.2012.03.005.
29. Kapron AL, Peters CL, Aoki SK, Beckmann JT, Erickson, JA, Anderson MB, Pelt CM. The prevalence of radiographic findings of structural hip deformities in female collegiate athletes. *Am J Sports Med*. 2015;43:1324–30. doi:10.1177/0363546515576908.
30. Lee WY, Kang C, Hwang DS, Jeon JH, Zheng L. Descriptive Epidemiology of Symptomatic Femoroacetabular Impingement in Young Athlete: Single Center Study. *Hip Pelvis*. 2016;28:29–34. doi:10.5371/hp.2016.28.1.29.
31. Bedi A, Ira Zaltz I, De La Torre K, Kelly BT. Radiographic comparison of surgical hip dislocation and hip arthroscopy for treatment of cam deformity in femoroacetabular impingement. *Am J Sports Med*. 2011;39:20S–28S. doi:10.1177/0363546511412734.
32. Mariconda M, Cozzolino A, Di Pietto F, Ribas M, Bellotti V, Soldati A. Radiographic findings of femoroacetabular impingement in capoeira players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;22:874–81. doi:10.1007/s00167-014-2850-7.
33. Lahner M, Bader S, Walter PA, Duif C, von Schulze PC, Lukas C, Ficklscherer A, Fickert S, Hagen M. Prevalence of femoro-acetabular impingement in international competitive track and field athletes. *Int Orthop*. 2014;38:2571–6. doi:10.1007/s00264-014-2486-8.
34. Li AE, Jawetz ST, Greditzer HG, Burge AJ, Nawabi DH, Potter HG. MRI for the preoperative evaluation of femoroacetabular impingement. *Insights imaging*. 2016;7:187–98. doi:10.1007/s13244-015-0459-0.
35. Siebenrock KA, Ferner F, Noble PC, Santore RF, Werlen S, Mamisch TC. The cam-type deformity of the proximal femur arises in childhood in response to vigorous sporting activity. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:3229–40. doi:10.1007/s11999-011-1945-4.
36. Tak I, Weir A, Langhout R, Waarsing JH, Stubbe J, Kerkhoffs J, Agricola R. The relationship between the frequency of football practice during skeletal growth and the presence of a cam deformity in adult elite football players. *Br J Sports Med*. 2015;49:630–4. doi:10.1136/bjsports-2014-094130.
37. Geoffrey KC, Mantovani G, Lamontagne M, Labrosse MR, Beaulé PE. Increased Hip Stresses Resulting From a Cam Deformity and Decreased Femoral Neck-Shaft Angle During Level Walking. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475:998–1008. doi:10.1007/s11999-016-5038-2.
38. Sobau C, Möckel G, Gollwitzer H. Hüftarthroskopie: Praxisbuch für die gelenkerhaltende Chirurgie. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2018.
39. Charbonnier C, Kolo FC, Duthon VB, Magnenat-Thalmann N, Becker CD, Hoffmeyer P, Menetrey J. Assessment of congruence and impingement of the hip joint in professional ballet dancers: a motion capture study. *Am J Sports Med*. 2011;39:557–66. doi:10.1177/0363546510386002.
40. Fraser JL, Sugimoto D, Beng YM, D'Hemecourt P, Stracciolini A. Bony Morphology of Femoroacetabular Impingement in Young Female Dancers and Single-Sport Athletes. *Orthop J Sports Med*. 2017;5:2325967117723108. doi:10.1177/2325967117723108.
41. Dickenson E, O'Connor P, Robinson P, Campbell R, Ahmed I, Fernandez M, Hawkes R, Charles H, Griffin D. Hip morphology in elite golfers: asymmetry between lead and trail hips. *Br J Sports Med*. 2016;50:1081–6.

42. Nawabi DH, Bedi, Asheesh T, Lisa LM, Magennis E, Kelly BT. The demographic characteristics of high-level and recreational athletes undergoing hip arthroscopy for femoroacetabular impingement: a sports-specific analysis. *Arthroscopy*. 2014;30:398–405. doi:10.1016/j.arthro.2013.12.010.
43. Gebhart JJ, Streit JJ, Bedi A, Bush-Joseph CA, Nho SJ, Salata MJ. Correlation of pelvic incidence with cam and pincer lesions. *Am J Sports Med*. 2014;42:2649–53. doi:10.1177/0363546514548019.
44. Ross JR, Nepple JJ, Philippon MJ, Kelly BT, Larson CM, Bedi A. Effect of changes in pelvic tilt on range of motion to impingement and radiographic parameters of acetabular morphologic characteristics. *Am J Sports Med*. 2014;42:2402–9. doi:10.1177/0363546514541229.
45. Zhang K, de Sa D, Yu H, Choudur HN, Simunovic N, Ayeni OR. Hip capsular thickness correlates with range of motion limitations in femoroacetabular impingement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26:3178–87. doi:10.1007/s00167-018-4915-5.
46. Birmingham PM, Kelly BT, Jacobs R, McGrady L, Wang M. The effect of dynamic femoroacetabular impingement on pubic symphysis motion: a cadaveric study. *Am J Sports Med*. 2012;40:1113–8. doi:10.1177/0363546512437723.
47. Beck M, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:1012–8. doi:10.1302/0301-620X.87B7.15203.
48. LaFrance R, Williams R, Madsen W, Maloney M, Drinkwater C, Giordano B. The prevalence of radiographic criteria of femoral acetabular impingement in patients undergoing hip arthroplasty surgery. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2014;5:21–6. doi:10.1177/2151458514522262.
49. Nelson AE, Stiller JL, Shi XA, Leyland KM, Renner JB, Schwartz TA, Arden NK, Jordan JM. Measures of hip morphology are related to development of worsening radiographic hip osteoarthritis over 6 to 13 year follow-up: the Johnston County Osteoarthritis Project. *Osteoarthr Cartil*. 2016;24:443–50. doi:10.1016/j.joca.2015.10.007.
50. Wyles CC, Norambuena GA, Howe BM, Larson DR, Levy BA, Yuan BJ, Trousdale RT, Sierra RJ. Cam Deformities and Limited Hip Range of Motion Are Associated With Early Osteoarthritic Changes in Adolescent Athletes: A Prospective Matched Cohort Study. *Am J Sports Med*. 2017;45:3036–43. doi:10.1177/0363546517719460.
51. Holmich P DM. Differentialdiagnose von Hüft- und Leistenschmerzen. Symptome und körperliche Untersuchungstechnik. *Orthopade*. 2006;35:8, 10-5. doi:10.1007/s00132-005-0888-4.
52. Economopoulo KJ, Milewski MD, Hanks JB, MD, Hart JM, Diduch DR. Radiographic evidence of femoroacetabular impingement in athletes with athletic pubalgia. *Sports Health*. 2014;6:171–7. doi:10.1177/1941738113510857.
53. Clohisy JC, Knaus ER, Hunt DM, Leshner JM, Harris-Hayes M, Prather H. Clinical presentation of patients with symptomatic anterior hip impingement. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:638–44. doi:10.1007/s11999-008-0680-y.
54. Leunig M GR. Femoroacetabuläres Impingement. Häufige Ursache von zur Arthrose führenden Hüftbeschwerden. *Unfallchirurg*. 2005;108:9-10, 12-7. doi:10.1007/s00113-004-0902-z.
55. Kapron AL, Anderson AE, Peters CL, Phillips LG, Stoddard GJ, Petron DJ, Toth R, Aoki SK. Hip internal rotation is correlated to radiographic findings of cam femoroacetabular

impingement in collegiate football players. *Arthroscopy*. 2012;28:1661–70. doi:10.1016/j.arthro.2012.04.153.

56. Freke MD, Kemp J, Svege I, Risberg MA, Semciw A, Crossle KM. Physical impairments in symptomatic femoroacetabular impingement: a systematic review of the evidence. *Br J Sports Med*. 2016;50:1180. doi:10.1136/bjsports-2016-096152.

57. Tak I, Iasgow P, Langhout R, Weir A, Kerkhoffs G, Agricola R. Hip Range of Motion Is Lower in Professional Soccer Players With Hip and Groin Symptoms or Previous Injuries, Independent of Cam Deformities. *Am J Sports Med*. 2016;44:682–8. doi:10.1177/0363546515617747.

58. Cheatham SW, Enseki KR, Kolber MJ. The clinical presentation of individuals with femoral acetabular impingement and labral tears: A narrative review of the evidence. *J Bodyw Mov Ther*. 2016;20:346–55. doi:10.1016/j.jbmt.2015.10.006.

59. Nepple JJ, Goljan P, Briggs KK, Garvey SE, Ryan M, Philippon MJ. Hip Strength Deficits in Patients With Symptomatic Femoroacetabular Impingement and Labral Tears. *Arthroscopy*. 2015;31:2106–11. doi:10.1016/j.arthro.2015.04.095.

60. Diamond LE, Wrigley TV, Hinman RS, Hodges PW, O'Donnell J, Takla A, Bennell KL. Isometric and isokinetic hip strength and agonist/antagonist ratios in symptomatic femoroacetabular impingement. *J Sci Med Sport*. 2016;19:696–701. doi:10.1016/j.jsams.2015.10.002.

61. Kierkegaard S, Mechlenburg I, Lund B, Søballe K, Dalgas U. Impaired hip muscle strength in patients with femoroacetabular impingement syndrome. *J Sci Med Sport*. 2017;20:1062–7. doi:10.1016/j.jsams.2017.05.008.

62. Lahner M, von Schulze Pellengahr C, Walter PA, Lukas C, Falarzik A, Daniilidis K, von Engelhardt LV, Abraham C, Hennig EM, Hagen M. Biomechanical and functional indicators in male semiprofessional soccer players with increased hip alpha angles vs. amateur soccer players. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:88. doi:10.1186/1471-2474-15-88.

63. Reiman MP, Goode AP, Cook CE, Hölmich P, Thorborg K. Diagnostic accuracy of clinical tests for the diagnosis of hip femoroacetabular impingement/labral tear: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015;49:811. doi:10.1136/bjsports-2014-094302.

64. Hananouchi T, Yasui Y, Yamamoto K, Toritsuka Y, Ohzono K. Anterior impingement test for labral lesions has high positive predictive value. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470:3524–9. doi:10.1007/s11999-012-2450-0.

65. Saito M, Tsukada S, Yoshida K, Okada Y, Tasaki A. Correlation of alpha angle between various radiographic projections and radial magnetic resonance imaging for cam deformity in femoral head-neck junction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25:77–83. doi:10.1007/s00167-016-4046-9.

66. Smith KM, Gerrie BJ, McCulloch PC, Lintner DM, Harris JD. Comparison of MRI, CT, Dunn 45° and Dunn 90° alpha angle measurements in femoroacetabular impingement. *Hip Int*. 2017;28:450–5. doi:10.1016/j.physio.2016.02.004.

67. Nepple JJ, Prather H, Trousdale RT, Clohisy JC, Beaulé PE, Glyn-Jones S, Rakhra K, Kim YJ. Diagnostic imaging of femoroacetabular impingement. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21:S20–26.

68. Kusma M, Bachelier F, Schneider G, Dienst M. Femoroacetabular impingement. Clinical and radiological diagnostics. *Der Orthopäde*. 2009;38:402–11.

69. Lerch S, Kasperczyk A, Berndt T, Rühmann O. Ultrasound is as reliable as plain radiographs in the diagnosis of cam-type femoroacetabular impingement. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016;136:1437–43. doi:10.1007/s00402-016-2509-6.
70. Lerch S, Kasperczyk A, Warnecke J, Berndt T, Rühmann O. Evaluation of Cam-type femoroacetabular impingement by ultrasound. *Int Orthop.* 2013;37:783–8. doi:10.1007/s00264-013-1844-2.
71. Lerch S, Kasperczyk A, Berndt T, Rühmann O. Ultrasonography can quantify the extent of osteochondroplasty after treatment of Cam-type femoroacetabular impingement. *Int Orthop.* 2015;39:853–8. doi:10.1007/s00264-014-2588-3.
72. Krych AJ, Griffith TB, Hudgens Kuzma SA, Sierra RJ, Levy BA. Limited therapeutic benefits of intra-articular cortisone injection for patients with femoro-acetabular impingement and labral tear. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22:750–5. doi:10.1007/s00167-014-2862-3.
73. Nötzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH, Schmid MR, Treiber K, Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84:556–60.
74. Fraitzl CR, Kappe T, Pennekamp F, Reichel H, Billich C. Femoral head-neck offset measurements in 339 subjects: distribution and implications for femoroacetabular impingement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21:1212–7. doi:10.1007/s00167-012-2042-2.
75. Khanna V, Caragianis A, Diprimio G, Rakhra K, Beaulé PE. Incidence of hip pain in a prospective cohort of asymptomatic volunteers: is the cam deformity a risk factor for hip pain? *Am J Sports Med.* 2014;42:793–7. doi:10.1177/0363546513518417.
76. Gollwitzer H, Suren C, Strüwind C, Gottschling H, Schröder M, Gerdemeyer L, Prodingler PM, Burgkart R. The natural alpha angle of the femoral head-neck junction. *Bone Joint J.* 2018;100-B:570–8. doi:10.1302/0301-620X.100B5.BJJ-2017-0249.R3.
77. de Sa D, Urquhart N, Philippon M, Ye JE, Simunovic N, Ayeni OR. Alpha angle correction in femoroacetabular impingement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22:812–21. doi:10.1007/s00167-013-2678-6.
78. Wright AA, Naze GS, Kavchak AE, Paul D, Kenison B, Hegedus EJ. Radiological variables associated with progression of femoroacetabular impingement of the hip: a systematic review. *J Sci Med Sport.* 2015;18:122–7. doi:10.1016/j.jsams.2014.03.004.
79. Rhee C, Le Francois T, Byrd JWT, Glazebrook M, Wong I. Radiographic Diagnosis of Pincer-Type Femoroacetabular Impingement: A Systematic Review. *Orthop J Sports Med.* 2017;5:2325967117708307. doi:10.1177/2325967117708307.
80. Taunton M. Femoroacetabular Impingement. 2014. <https://www.orthopaedicsone.com/display/Main/Femoroacetabular+impingement>.
81. Wall PDH, Fernandez M, Griffin DR, Foster NE. Nonoperative treatment for femoroacetabular impingement: a systematic review of the literature. *PM R.* 2013;5:418–26. doi:10.1016/j.pmrj.2013.02.005.
82. Wright AA, Hegedus EJ, Taylor JB, Dischiavi SL, Stubbs AJ. Non-operative management of femoroacetabular impingement: A prospective, randomized controlled clinical trial pilot study. *J Sci Med Sport.* 2016;19:716–21. doi:10.1016/j.jsams.2015.11.008.

83. Mansell NS, Rhon DI, Meyer J, Slevin JM, Marchant BG. Arthroscopic Surgery or Physical Therapy for Patients With Femoroacetabular Impingement Syndrome: A Randomized Controlled Trial With 2-Year Follow-up. *Am J Sports Med.* 2018;46:1306–14. doi:10.1177/0363546517751912.
84. Khan W, Khan M, Alradwan H, Williams R, Simunovic N, Ayeni OR. Utility of Intra-articular Hip Injections for Femoroacetabular Impingement: A Systematic Review. *Orthop J Sports Med* 2015. doi:10.1177/2325967115601030.
85. Krych AJ, Sousa PL, King AH, Engasser WM, Levy BA. Intra-articular Diagnostic Injection Exhibits Poor Predictive Value for Outcome After Hip Arthroscopy. *Arthroscopy.* 2016;32:1592–600. doi:10.1016/j.arthro.2016.02.005.
86. Cogan CJ, Knesek M, Tjong VK, Nair R, Kahlenberg C, Dunne KF, Kendall MC, Terry MA. Assessment of Intraoperative Intra-articular Morphine and Clonidine Injection in the Acute Postoperative Period After Hip Arthroscopy. *Orthop J Sports Med.* 2016;4:2325967116631335. doi:10.1177/2325967116631335.
87. Peters S, Laing A, Emerson C, Mutchler K, Joyce T, Thorborg K, Hölmich P, Reiman M. Surgical criteria for femoroacetabular impingement syndrome: a scoping review. *Br J Sports Med.* 2017;51:1605–10. doi:10.1136/bjsports-2016-096936.
88. Harris JD, Erickson BJ, Bush-Joseph CA, Nho SJ. Treatment of femoroacetabular impingement: a systematic review. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2013;6:207–18. doi:10.1007/s12178-013-9172-0.
89. Dienst M, Kusma M, Steimer O, Holzhofer P, Kohn D. Arthroskopische Behandlung des femoroacetabulären Cam-Impingements der Hüfte. *Oper Orthop Traumatol.* 2010;22:29–43. doi:10.1007/s00064-010-3003-5.
90. Marin-Peña O, Tey-Pons M, Perez-Carro L, Said HG, Sierra P, Dantas P, Villar RN. The current situation in hip arthroscopy. *EFORT Open Rev.* 2017;2:58–65. doi:10.1302/2058-5241.2.150041.
91. Büchler L, Neumann M, Schwab JM, Iselin L, Tannast M, Beck M. Arthroscopic versus open cam resection in the treatment of femoroacetabular impingement. *Arthroscopy.* 2013;29:653–60. doi:10.1016/j.arthro.2012.12.009.
92. Möckel G LK. Komplikationen bei der Arthroskopie des Hüftgelenks und deren Therapie. Analyse eines Fünfjahreszeitraums mit insgesamt 13.000 Fällen. *Orthopade.* 2014;43:6–15. doi:10.1007/s00132-013-2119-8.
93. Kuhns BD, Frank RM, Pulido L. Open and Arthroscopic Surgical Treatment of Femoroacetabular Impingement. *Front Surg.* 2015;2:63. doi:10.3389/fsurg.2015.00063.
94. Kirschbaum SM, Sitterlee F, Perka C, Müller M. Mini-open-Verfahren zeigt gute Ergebnisse in der Therapie des femoroacetabulären Impingements. *Z Orthop Unfall.* 2017;155:209–19. doi:10.1055/s-0042-118886.
95. Nogler M, Krismer M, Mayr, E. Femoroacetabuläres Impingement (FAI): Mini-open direkt anteriorer Zugang bei Impingement der Hüfte. 04.04.2019. professor-nogler.at/media/files/Femoroacetabul-res-Impingement.pdf.
96. Alonso-Rasgado T, Jimenez-Cruz D, Bailey CG, Mandal P, Board T. Changes in the stress in the femoral head neck junction after osteochondroplasty for hip impingement: a finite element study. *J Orthop Res.* 2012;30:1999–2006. doi:10.1002/jor.22164.

97. Rothenfluh E, Zingg P, Dora C, Snedeker JG, Favre P. Influence of resection geometry on fracture risk in the treatment of femoroacetabular impingement: a finite element study. *Am J Sports Med.* 2012;40:2002–8. doi:10.1177/0363546512456011.
98. Sitterlee F, Kirschbaum S, Perka C, Müller M. Die chirurgische Hüftluxation : Derzeitiger Stellenwert in der Therapie des femoroacetabulären Impingements. *Der Orthopäde.* 2017;46:744–54. doi:10.1007/s00132-017-3394-6.
99. Lund B, Nielsen TG, Lind M. Cartilage status in FAI patients - results from the Danish Hip Arthroscopy Registry (DHAR). *SICOT J.* 2017;3:44. doi:10.1051/sicotj/2017023.
100. Munegato D, Bigoni M, Gridavilla G, Olmi S, Cesana G, Zatti G. Sports hernia and femoroacetabular impingement in athletes: A systematic review. *World J Clin Cases.* 2015;3:823–30. doi:10.12998/wjcc.v3.i9.823.
101. Kuhns, BD, Weber AE, Batko B, Nho SJ, Stegemann C. A FOUR-PHASE PHYSICAL THERAPY REGIMEN FOR RETURNING ATHLETES TO SPORT FOLLOWING HIP ARTHROSCOPY FOR FEMOROACETABULAR IMPINGEMENT WITH ROUTINE CAPSULAR CLOSURE. *Int J Sports Phys Ther.* 2017;12:683–96.
102. Spencer-Gardner L, Eischen JJ, Levy BA, Sierra RJ, Engasser WM, Krych AJ. A comprehensive five-phase rehabilitation programme after hip arthroscopy for femoroacetabular impingement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22:848–59. doi:10.1007/s00167-013-2664-z.
103. Elias-Jones CJ, Farrow L, Reilly JH, Kerr S, Meek RMD, Kelly MP, Campton, JL, Millar NL. Inflammation and Neovascularization in Hip Impingement: Not Just Wear and Tear. *Am J Sports Med.* 2015;43:1875–81. doi:10.1177/0363546515588176.
104. Bedi A, Lynch EB, Sibilsky Enselman ER, Davis ME, Dewolf PD, Makki TA, Kelly BT, Larson CM, Henning PT, Mendias CL. Elevation in circulating biomarkers of cartilage damage and inflammation in athletes with femoroacetabular impingement. *Am J Sports Med.* 2013;41:2585–90. doi:10.1177/0363546513499308.
105. Larson CM, Clohisy JC, Beaulé PE, Kelly BT, Giveans MR, Stone RM, Samuelson KM. Intraoperative and Early Postoperative Complications After Hip Arthroscopic Surgery: A Prospective Multicenter Trial Utilizing a Validated Grading Scheme. *Am J Sports Med.* 2016;44:2292–8. doi:10.1177/0363546516650885.
106. Beckmann JT, Wylie JD, Kapron AL, Hanson JA, Maak, TG, Aoki SK. The Effect of NSAID Prophylaxis and Operative Variables on Heterotopic Ossification After Hip Arthroscopy. *Am J Sports Med.* 2014;42:1359–64. doi:10.1177/0363546514526361.
107. Rath E, Warschawski Y, Maman E, Dolkart O, Sharfman ZT, Salai M, Amar E. Selective COX-2 Inhibitors Significantly Reduce the Occurrence of Heterotopic Ossification After Hip Arthroscopic Surgery. *Am J Sports Med.* 2016;44:677–81. doi:10.1177/0363546515618623.
108. Diemer F, Volker Sutor V, Goreta N. Harris Hip Score – deutsche Version. 17.09.2018, 18.55 Uhr. <https://www.fomt.info/downloads.php>.
109. Tijssen M, van Cingel R, van Melick N, de Visser E. Patient-Reported Outcome questionnaires for hip arthroscopy: a systematic review of the psychometric evidence. *BMC Musculoskelet Disord.* 2011;12:117. doi:10.1186/1471-2474-12-117.

110. Joseph R, Pan X, Cenkus K, Brown L, Ellis T, Di Stasi S. Sex Differences in Self-Reported Hip Function Up to 2 Years After Arthroscopic Surgery for Femoroacetabular Impingement. *Am J Sports Med.* 2016;44:54–9. doi:10.1177/0363546515610535.
111. Lund Mygind-Klavsen B, Grønbech Nielsen T, Maagaard N, Kraemer O, Hölmich P, Winge S, Lind M. Danish Hip Arthroscopy Registry (DHAR): the outcome of patients with femoroacetabular impingement (FAI). *J Hip Preserv Surg.* 2017;4:170–7. doi:10.1093/jhps/hnx009.
112. Hufeland M, Krüger D, Haas NP, Perka C, Schröder JH. Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement shows persistent clinical improvement in the mid-term. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016;136:687–91. doi:10.1007/s00402-016-2427-7.
113. Byrd JWT, Jones KS, Gwathmey FW. Arthroscopic Management of Femoroacetabular Impingement in Adolescents. *Arthroscopy.* 2016;32:1800–6. doi:10.1016/j.arthro.2016.02.019.
114. Byrd JWT, Jones KS, Gwathmey FW. Femoroacetabular Impingement in Adolescent Athletes: Outcomes of Arthroscopic Management. *Am J Sports Med.* 2016;44:2106–11. doi:10.1177/0363546516648325.
115. Bryan AJ, Krych AJ, Pareek A, Reardon PJ, Berardelli R, Levy BA. Are Short-term Outcomes of Hip Arthroscopy in Patients 55 Years and Older Inferior to Those in Younger Patients? *Am J Sports Med.* 2016;44:2526–30. doi:10.1177/0363546516652114.
116. Domb BG, Chaharbakhshi EO, Rybalko D, Close MR, Litrenta J, Perets I. Outcomes of Hip Arthroscopic Surgery in Patients With Tönnis Grade 1 Osteoarthritis at a Minimum 5-Year Follow-up: A Matched-Pair Comparison With a Tönnis Grade 0 Control Group. *Am J Sports Med.* 2017;45:2294–302. doi:10.1177/0363546517706957.
117. Larson CM, Giveans MR, Taylor M. Does arthroscopic FAI correction improve function with radiographic arthritis? *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469:1667–76. doi:10.1007/s11999-010-1741-6.
118. Skendzel JG, Philippon MJ, Briggs KK, Goljan P. The effect of joint space on midterm outcomes after arthroscopic hip surgery for femoroacetabular impingement. *Am J Sports Med.* 2014;42:1127–33. doi:10.1177/0363546514526357.
119. Malviya A, Stafford GH, Villar RN. Is hip arthroscopy for femoroacetabular impingement only for athletes? *Br J Sports Med.* 2012;46:1016–8. doi:10.1136/bjsports-2012-091184.
120. Byrd JWT JKS. Arthroscopic management of femoroacetabular impingement in athletes. *Am J Sports Med.* 2011;39 Suppl:7S-13S. doi:10.1177/0363546511404144.
121. McDonald JE, Herzog MM, Philippon MJ. Performance outcomes in professional hockey players following arthroscopic treatment of FAI and microfracture of the hip. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22:915–9. doi:10.1007/s00167-013-2691-9.
122. Menge TJ, Briggs KK, Philippon MJ. Predictors of Length of Career After Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement in Professional Hockey Players. *Am J Sports Med.* 2016;44:2286–91. doi:10.1177/0363546516650649.
123. Sansone M, Ahldén M, Jonasson P, Thomeé C, Swärd L, Baranto A, Karlsson J, Thomeé R. Good Results After Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement in Top-Level Athletes. *Orthop J Sports Med.* 2015;3:2325967115569691. doi:10.1177/2325967115569691.

124. Cohen SB, Huang R, Ciccotti MG, Dodson CC, Parvizi J. Treatment of femoroacetabular impingement in athletes using a mini-direct anterior approach. *Am J Sports Med.* 2012;40:1620–7. doi:10.1177/0363546512445883.
125. Domb BG, Stake CE, Botser IB, Jackson TJ. Surgical dislocation of the hip versus arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement: a prospective matched-pair study with average 2-year follow-up. *Arthroscopy.* 2013;29:1506–13. doi:10.1016/j.arthro.2013.06.010.
126. Sanders TL, Reardon P, Levy BA, Krych AJ. Arthroscopic treatment of global pincer-type femoroacetabular impingement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25:31–5. doi:10.1007/s00167-016-4266-z.
127. Haviv B, Singh PJ, Takla A, O'Donnell J. Arthroscopic femoral osteochondroplasty for cam lesions with isolated acetabular chondral damage. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92:629–33. doi:10.1302/0301-620X.92B5.23667.
128. Minkara AA, Westermann RW, Rosneck J, Lynch TS. Systematic Review and Meta-analysis of Outcomes After Hip Arthroscopy in Femoroacetabular Impingement. *Am J Sports Med.* 2019;47:488-500. doi:10.1177/0363546517749475.
129. Nwachukwu BU, Fields K, Chang B, Nawabi DH, Kelly BT, Ranawat AS. Preoperative Outcome Scores Are Predictive of Achieving the Minimal Clinically Important Difference After Arthroscopic Treatment of Femoroacetabular Impingement. *Am J Sports Med.* 2017;45:612–9. doi:10.1177/0363546516669325.
130. Domb BG, El Bitar YF, Stake CE, Trenga AP, Jackson TJ, Lindner D. Arthroscopic labral reconstruction is superior to segmental resection for irreparable labral tears in the hip: a matched-pair controlled study with minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2014;42:122–30. doi:10.1177/0363546513508256.
131. Matsuda DK BRJ. Arthroscopic hip labral reconstruction with a gracilis autograft versus labral refixation: 2-year minimum outcomes. *Am J Sports Med.* 2013;41:980–7. doi:10.1177/0363546513482884.
132. Krych AJ, Thompson M, Knutson Z, Scoon J, Coleman SH. Arthroscopic labral repair versus selective labral debridement in female patients with femoroacetabular impingement: a prospective randomized study. *Arthroscopy.* 2013;29:46–53. doi:10.1016/j.arthro.2012.07.011.
133. Larson CM GRM. Arthroscopic debridement versus refixation of the acetabular labrum associated with femoroacetabular impingement. *Arthroscopy.* 2009;25:369–76. doi:10.1016/j.arthro.2008.12.014.
134. Redmond JM, El Bitar YF, Gupta A, Stake CE, Vemula SP, Domb BG. Arthroscopic acetabuloplasty and labral refixation without labral detachment. *Am J Sports Med.* 2015;43:105–12. doi:10.1177/0363546514555330.
135. Karthikeyan S, Roberts S, Griffin D. Microfracture for acetabular chondral defects in patients with femoroacetabular impingement: results at second-look arthroscopic surgery. *Am J Sports Med.* 2012;40:2725–30. doi:10.1177/0363546512465400.
136. Körsmeier K, Claßen T, Kamminga M, Rekowski J, Jäger M, Landgraeber S. Arthroscopic three-dimensional autologous chondrocyte transplantation using spheroids for the treatment of full-thickness cartilage defects of the hip joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24:2032–7. doi:10.1007/s00167-014-3293-x.

137. Kemp JL, Risberg MA, Schache AG, Makdissi M, Pritchard MG, Crossley KM. Patients With Chondrolabral Pathology Have Bilateral Functional Impairments 12 to 24 Months After Unilateral Hip Arthroscopy: A Cross-sectional Study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016;46:947–56. doi:10.2519/jospt.2016.6577.
138. Parry JA, Swann RP, Erickson JA, Peters CL, Trousdale RT, Sierra RJ. Midterm Outcomes of Reverse (Anteverting) Periacetabular Osteotomy in Patients With Hip Impingement Secondary to Acetabular Retroversion. *Am J Sports Med.* 2016;44:672–6. doi:10.1177/0363546515620382.
139. Chandrasekaran S, Darwish N, Chaharbakhshi EO, Suarez-Ahedo C, Lodhia P, Domb BG. Minimum 2-Year Outcomes of Hip Arthroscopic Surgery in Patients With Acetabular Overcoverage and Profunda Acetabulae Compared With Matched Controls With Normal Acetabular Coverage. *Am J Sports Med.* 2017;45:2483–92. doi:10.1177/0363546517708769.
140. Hartigan DE, Perets I, Walsh JP, Close MR, Domb BG. Clinical Outcomes of Hip Arthroscopy in Radiographically Diagnosed Retroverted Acetabula. *Am J Sports Med.* 2016;44:2531–6. doi:10.1177/0363546516652615.
141. Rafols C, Monckeberg JE, Numair J, Botello J, Rosales J. Platelet-Rich Plasma Augmentation of Arthroscopic Hip Surgery for Femoroacetabular Impingement: A Prospective Study With 24-Month Follow-up. *Arthroscopy.* 2015;31:1886–92. doi:10.1016/j.arthro.2015.03.025.
142. Perets I, Gupta A, Chaharbakhshi EO, Ashberg L, Hartigan DE, Close MR, Domb BG. Does Bony Regrowth Occur After Arthroscopic Femoroplasty in a Group of Young Adolescents? *Arthroscopy.* 2017;33:988–95. doi:10.1016/j.arthro.2017.01.023.
143. Mei-Dan O, McConkey MO, Knudsen JS, Brick MJ. Bilateral hip arthroscopy under the same anesthetic for patients with symptomatic bilateral femoroacetabular impingement: 1-year outcomes. *Arthroscopy.* 2014;30:47–54. doi:10.1016/j.arthro.2013.09.079.
144. Frank RM, Lee S, Bush-Joseph CA, Kelly BT, Salata MJ, Nho SJ. Improved outcomes after hip arthroscopic surgery in patients undergoing T-capsulotomy with complete repair versus partial repair for femoroacetabular impingement: a comparative matched-pair analysis. *Am J Sports Med.* 2014;42:2634–42. doi:10.1177/0363546514548017.
145. Zhuo H, Wang X, Liu X, Song GY, Li Y, Feng H. Quantitative evaluation of residual bony impingement lesions after arthroscopic treatment for isolated pincer-type femoroacetabular impingement using three-dimensional CT. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135:1123–30. doi:10.1007/s00402-015-2245-3.
146. Cvetanovich GL, Harris JD, Erickson BJ, Bach BR, Bush-Joseph CA, Nho SJ. Revision Hip Arthroscopy: A Systematic Review of Diagnoses, Operative Findings, and Outcomes. *Arthroscopy.* 2015;31:1382–90. doi:10.1016/j.arthro.2014.12.027.
147. Nwachukwu BU, Chang B, Rotter BZ, Kelly BT, Ranawat AS, Nawabi DH. Minimal Clinically Important Difference and Substantial Clinical Benefit After Revision Hip Arthroscopy. *Arthroscopy.* 2018;34:1862–8. doi:10.1016/j.arthro.2018.01.050.
148. Larson CM, Giveans MR, Samuelson KM, Stone RM, Bedi A. Arthroscopic Hip Revision Surgery for Residual Femoroacetabular Impingement (FAI): Surgical Outcomes Compared With a Matched Cohort After Primary Arthroscopic FAI Correction. *Am J Sports Med.* 2014;42:1785–90. doi:10.1177/0363546514534181.
149. Bennell KL, Spiers L, Takla A, O'Donnell J, Kasza J, Hunter DJ, Hinman RS. Efficacy of adding a physiotherapy rehabilitation programme to arthroscopic management of femoroacetabular

impingement syndrome: a randomised controlled trial (FAIR). *BMJ Open*. 2017;7:e014658. doi:10.1136/bmjopen-2016-014658.

150. Smeatham A, Powell R, Moore S, Chauhan R, Wilson M. Does treatment by a specialist physiotherapist change pain and function in young adults with symptoms from femoroacetabular impingement? A pilot project for a randomised controlled trial. *Hip international : the journal of clinical and experimental research on hip pathology and therapy*Physiotherapy. 2017;103:201–7. doi:10.5301/hipint.5000602.

151. O'Connor M, Minkara AA, Westermann RW, Rosneck J, Lynch TS. Return to Play After Hip Arthroscopy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2018;363546518759731. doi:10.1177/0363546518759731.

152. Memon M, Kay J, Hache P, Simunovic N, Harris JD, O'Donnell J, Ayeni OR. Athletes experience a high rate of return to sport following hip arthroscopy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018. doi:10.1007/s00167-018-4929-z.

153. Weber AE, Kuhns BD, Cvetanovich GL, Grzybowski JS, Salata MJ, Nho SJ. Amateur and Recreational Athletes Return to Sport at a High Rate Following Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement. *Arthroscopy*. 2017;33:748–55. doi:10.1016/j.arthro.2016.10.015.

154. Shibata KR, Matsuda S, Safran MR. Arthroscopic Hip Surgery in the Elite Athlete: Comparison of Female and Male Competitive Athletes. *Am J Sports Med*. 2017;45:1730–9. doi:10.1177/0363546517697296.

155. Alradwan H, Philippon MJ, Farrokhyar F, Chu R, Whelan D, Bhandari M, Ayeni OR. Return to preinjury activity levels after surgical management of femoroacetabular impingement in athletes. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery*. 2012;28:1567–76. doi:10.1016/j.arthro.2012.03.016.

156. Malviya A, Paliobeis CP, Villar RN. Do professional athletes perform better than recreational athletes after arthroscopy for femoroacetabular impingement? *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471:2477–83. doi:10.1007/s11999-013-2787-z.

157. Casartelli NC, Leunig M, Maffiuletti NA, Bizzini M. Return to sport after hip surgery for femoroacetabular impingement: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2015;49:819–24. doi:10.1136/bjsports-2014-094414.

158. Nwachukwu BU, Bedi A, Premkumar A, Draovitch P, Kelly BT. Characteristics and Outcomes of Arthroscopic Femoroacetabular Impingement Surgery in the National Football League. *Am J Sports Med*. 2018;46:144–8. doi:10.1177/0363546517729163.

159. Amenabar T O'DJ. Return to sport in Australian football league footballers after hip arthroscopy and midterm outcome. *Arthroscopy*. 2013;29:1188–94. doi:10.1016/j.arthro.2013.05.001.

160. Menge TJ, Bhatia S, McNamara SC, Briggs KK, Philippon MJ. Femoroacetabular Impingement in Professional Football Players: Return to Play and Predictors of Career Length After Hip Arthroscopy. *Am J Sports Med*. 2017;45:1740–4. doi:10.1177/0363546517700118.

161. Frank RM, Ukwuani G, Chahla J, Batko B, Bush-Joseph CA, Nho SJ. High Rate of Return to Swimming After Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement. *Arthroscopy*. 2018;34:1471–7. doi:10.1016/j.arthro.2017.11.030.

162. Newman JT, Saroki AJ, Briggs KK, Philippon MJ. Return to Elite Level of Play and Performance in Professional Golfers After Arthroscopic Hip Surgery. *Orthop J Sports Med.* 2016;4:2325967116643532. doi:10.1177/2325967116643532.
163. Frank RM, Ukwuani G, Allison B, Clapp I, Nho SJ. High Rate of Return to Yoga for Athletes After Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement Syndrome. *Sports Health.* 2018;10:434-440. doi:10.1177/1941738118757406.
164. Frank RM, Ukwuani G, Clapp I, Chahla J, Nho SJ. High Rate of Return to Cycling After Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement Syndrome. *Sports Health.* 2018;10:259–65. doi:10.1177/1941738117747851.
165. Levy DM, Kuhns BD, Frank RM, Grzybowski JS, Campbell KA, Brown S, Nho SJ. High Rate of Return to Running for Athletes After Hip Arthroscopy for the Treatment of Femoroacetabular Impingement and Capsular Plication. *Am J Sports Med.* 2017;45:127–34. doi:10.1177/0363546516664883.
166. Locks R, Utsunomiya H, Briggs KK, McNamara S, Chahla J, Philippon MJ. Return to Play After Hip Arthroscopic Surgery for Femoroacetabular Impingement in Professional Soccer Players. *Am J Sports Med.* 2018;46:273–9. doi:10.1177/0363546517738741.
167. Naal FD, Schär M, Miozzari HH, Nötzli HP. Sports and Activity Levels After Open Surgical Treatment of Femoroacetabular Impingement. *Am J Sports Med.* 2014;42:1690–5. doi:10.1177/0363546514531552.
168. Naal FD, Miozzari HH, Wyss TF, Nötzli HP. Surgical hip dislocation for the treatment of femoroacetabular impingement in high-level athletes. *Am J Sports Med.* 2011;39:544–50. doi:10.1177/0363546510387263.
169. Schulz M. Einführung in die Epidemiologie: Teil 2: Studiendesign. Ernährungsumschau. 2006.
170. Tschauner C, Aigner RM. Orthopädie und orthopädische Chirurgie : das Standardwerk für Klinik und Praxis. Becken, Hüfte : 114 Tabellen: Thieme; 2004.
171. Grifka J, Keshmiri A, Maderbacher G, Craiovan B. Klinische Untersuchung des Hüftgelenkes des Erwachsenen. *Orthopade.* 2014;43:1115-1134. doi:10.1007/s00132-014-3044-1.
172. Ficklscherer A. BASICS Orthopädie und Traumatologie. 5th ed. München: Elsevier; 2017.
173. Kool J WH. Das ISG als Schmerzquelle ermitteln: Assessment: Schmerzprovokationstests am ISG. *physiopraxis.* 2007;5:36–7. doi:10.1055/s-0032-1308107.
174. Masoud M, Pietruska T, Dienst M. Klinische Untersuchung des Hüftgelenks. *Dtsch Z Sportmed.* 2015;2015:50–5. doi:10.5960/dzsm.2014.153.
175. Choi BR, Kang SY. Intra- and inter-examiner reliability of goniometer and inclinometer use in Craig's test. *J Phys Ther Sci.* 2015;27:1141–4. doi:10.1589/jpts.27.1141.
176. Meyer RP, Gächter A, Kappeler U. Hüftchirurgie in der Praxis. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag; 2005.
177. Weiß C. Basiswissen Medizinische Statistik. 6th ed. Berlin: Springer; 2013.
178. Untersteiner H. Statistik - Datenauswertung mit Excel und SPSS: UTB; 2007.

179. Audenaert EA, Peeters I, Vigneron L, Baelde N, Pattyn C. Hip morphological characteristics and range of internal rotation in femoroacetabular impingement. *Am J Sports Med.* 2012;40:1329–36. doi:10.1177/0363546512441328.
180. Frank Uijlenbroek / World Sport Pics. Denayer's Dragons looking to catch fire in Eindhoven. <https://ehlhockey.tv/news/denayers-dragons-looking-to-catch-fire-in-eindhoven/>. Accessed 18 Apr 2018.
181. Christopher Rühr. #tbt to my first World Cup in The Hague 2014. 15.11.2019. <https://www.facebook.com/christopherruehr/photos/a.1462846267269187/2197680990452374/?type=3>.
182. DHB. Kein Brettlegeverbot in der deutschen Hallenhockeysaison 2012/13. 08.10.2012. <http://tcbw-hockeynewsletter.blogspot.com/2012/10/>.
183. Carsten Behr. Brett legen sinnvoll? 05.12.2011. <http://www.hsb-hockey.de/word/2011/12/brett-legen-sinnvoll/>.
184. Die erste Runde beim HTHC. 11.03.2019, 15.08 Uhr. <https://www.hamburg.de/ballsport/4609320/hockey-ehl-hthac-hamburg/>.
185. HTC Uhlenhorst e.V. Argentinische Rückhand von Freddy Nyström. <http://www.htc-uhlenhorst.de/archives/16042/2014-06-14-b1-knaben-12>.
186. López-Fernández J, Sánchez-Sánchez J, García-Unanue J, Felipe JL, Colino E, Gallardo L. Physiological and Physical Responses According to the Game Surface in a Soccer Simulation Protocol. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018;13:612–9. doi:10.1123/ijsp.2017-0570.
187. Hessischer Hockey-Verband e.V. - Schiedsrichterausschuss -. Der Selbstpass (selfpass). 25.03.2010. www.hockeyplatz.de/VVI-Web/Hessen/.../HHV_Selfpass_Regelerklaerung.pdf.

8 Anhang

8.1 Teilnehmerinformation für Erwachsene



**Sportmedizin
Saarbrücken**

**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**



Institut für Sport- und Präventivmedizin
Bereich Klinische Medizin
Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer

Informationen für die Teilnehmer

„»Untersuchung der Häufigkeit von Hüftgelenkerkrankungen, speziell des femoroazetabulären Impingements, im leistungssportlich betriebenen Hockeysport“«

Vorwort

Bitte lesen Sie die folgenden Informationen aufmerksam durch, bevor Sie sich bereit erklären, an der Studie teilzunehmen. Falls Sie etwas nicht verstehen, fragen Sie bitte nach (Telefon 0681-30270400, E-Mail: vanEmmerich@outlook.de). Diese Teilnehmerinformation ist für Ihre Unterlagen bestimmt.

Ziel der Studie

In bestimmten Sportarten, darunter Eishockey, Fußball und Badminton, fällt eine Häufung einer Hüftgelenkerkrankung mit dem Namen „femoroazetabuläres Impingement“, kurz „FAI“, auf. Bei den Betroffenen findet sich eine Formveränderung am Hüftkopf und/oder an der Hüftpfanne: Es wird Knochen „angebaut“. Auf diese Weise wird ein mechanisches Problem ausgelöst. Mögliche Folgen sind Bewegungseinschränkungen, Schmerzen und ein frühzeitiger Gelenkverschleiß (Koxarthrose). Je höher das sportliche Niveau, desto ausgeprägter scheinen die Veränderungen zu sein. Verlässliche „Zahlen“ zu dieser Erkrankung fehlen im Hockeysport. Anhand dieser Studie soll das Ausmaß dieses Problem im Hockeyleistungssport untersucht werden.

Studienablauf

Einwilligungserklärung: Bevor Sie an der Studie teilnehmen, benötigen wir Ihre schriftliche Einwilligung. Ihre einmal gegebene Einwilligung können Sie im Verlauf der Studie jederzeit ohne Angabe von Gründen zurückziehen. Dies betrifft auch die Einwilligung zur Speicherung Ihrer Daten.

Die Studie basiert auf der Auswertung eines von Ihnen ausgefüllten Fragebogens, einer klinischen Untersuchung Ihrer Hüftgelenke und den von Ihnen zur Verfügung gestellten ärztlichen Befunden und Berichten. Letztere bringen Sie bitte, falls vorhanden, zur Untersuchung mit. Falls wir darüber hinaus medizinische Unterlagen benötigen, würden wir Sie bitten, dass wir Ihre Untersuchungsergebnisse vom behandelnden Arzt einholen dürfen. Hierfür ist eine von Ihnen unterzeichnete Entbindung von der (ärztlichen) Schweigepflicht erforderlich.

Welche Daten werden erfasst und wie werden diese gespeichert?

Es werden nur die für die Durchführung der Studie notwendigen Informationen erfasst. Außer Ihren persönlichen Daten (Name, Geburtsdatum) sind dies die Befunde und Angaben, die im Rahmen der Untersuchung selber oder anhand der (nachträglich) von Ihnen oder Ihrem behandelnden Arzt zur Verfügung gestellten Unterlagen erhoben werden. Hierunter fallen z.B. die Diagnose, angegebene Beschwerden, wie z.B. Schmerzen, Schwellungen, der Bewegungsumfang, oder Ergebnisse von orthopädischen Tests. Die Speicherung der medizinischen Daten erfolgt ausschließlich im Institut für Sport- und Präventivmedizin. Es werden keine externen Analysen durchgeführt.

Mögliche Risiken

Die Untersuchung des Hüftgelenkes kann unter Umständen schmerzhaft sein, insb. dann, wenn bei Ihnen bekanntermaßen eine Hüftgelenkerkrankung vorliegt. Die Untersuchung wird so schmerzarm wie möglich durchgeführt werden. Sie haben jederzeit das Recht, die Untersuchung abzubrechen.

Studienleitung (Dr. med. Karen aus der Fünten), Studiendurchführung (Jil van Emmerich)

Lieferanschrift: Universität des Saarlandes, Campus B8 2, 66123 Saarbrücken

 (0681) 302 - 70400

 sportmed@mx.uni-saarland.de

 (0681) 302 - 4296

www.Sportmedizin-Saarbruecken.de

8.2 Teilnehmerinformation für Minderjährige



**Sportmedizin
Saarbrücken**

**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**



Institut für Sport- und Präventivmedizin
Bereich Klinische Medizin
Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer

Informationen für die Teilnehmer

„Untersuchung der Häufigkeit von Hüftgelenkserkrankungen, speziell des femoroazetabulären Impingements, im leistungssportlich betriebenen Hockeysport“

Vorwort

Bitte lesen Sie die folgenden Informationen aufmerksam durch, bevor Sie sich bereit erklären, dass Ihr Kind an der Studie teilnimmt. Falls Sie etwas nicht verstehen, fragen Sie bitte nach (Telefon 0681-30270400, E-Mail: vanEmmerich@outlook.de). Diese Teilnehmerinformation ist für Ihre Unterlagen bestimmt.

Ziel der Studie

In bestimmten Sportarten, darunter Eishockey, Fußball und Badminton, fällt eine Häufung einer Hüftgelenkserkrankung mit dem Namen „femoroazetabuläres Impingement“, kurz „FAI“, auf. Bei den Betroffenen findet sich eine Formveränderung am Hüftkopf und/oder an der Hüftpfanne: Es wird Knochen „angebaut“. Auf diese Weise wird ein mechanisches Problem ausgelöst. Mögliche Folgen sind Bewegungseinschränkungen, Schmerzen und ein frühzeitiger Gelenkverschleiß (Koxarthrose). Je höher das sportliche Niveau, desto ausgeprägter scheinen die Veränderungen zu sein. Verlässliche „Zahlen“ zu dieser Erkrankung fehlen im Hockeysport. Anhand dieser Studie soll das Ausmaß dieses Problem im Hockeyleistungssport untersucht werden.

Studienablauf

Einwilligungserklärung: Bevor Ihr Kind an der Studie teilnimmt, benötigen wir Ihre schriftliche Einwilligung als Erziehungsberechtigte. Ihre einmal gegebene Einwilligung können Sie im Verlauf der Studie jederzeit ohne Angabe von Gründen zurückziehen. Dies betrifft auch die Einwilligung zur Speicherung der Daten Ihres Kindes.

Die Studie basiert auf der Auswertung eines von Ihrem Kind ausgefüllten Fragebogens, einer klinischen Untersuchung der Hüftgelenke Ihres Kindes und den von Ihnen zur Verfügung gestellten ärztlichen Befunden und Berichten. Letztere bringen Sie bitte, falls vorhanden, zur Untersuchung mit. Falls wir darüber hinaus medizinische Unterlagen benötigen, würden wir Sie bitten, dass wir die Untersuchungsergebnisse Ihres Kindes vom behandelnden Arzt einholen dürfen. Hierfür ist eine von Ihnen als Erziehungsberechtigte unterzeichnete Entbindung von der (ärztlichen) Schweigepflicht erforderlich.

Welche Daten werden erfasst und wie werden diese gespeichert?

Es werden nur die für die Durchführung der Studie notwendigen Informationen erfasst. Außer den persönlichen Daten Ihres Kindes (Name, Geburtsdatum) sind dies die Befunde und Angaben, die im Rahmen der Untersuchung selber oder anhand der (nachträglich) von Ihnen oder dem behandelnden Arzt Ihres Kindes zur Verfügung gestellten Unterlagen erhoben werden. Hierunter fallen z.B. die Diagnose, angegebene Beschwerden, wie z.B. Schmerzen, Schwellungen, der Bewegungsumfang oder Ergebnisse von orthopädischen Tests. Die Speicherung der medizinischen Daten erfolgt ausschließlich im Institut für Sport- und Präventivmedizin. Es werden keine externen Analysen durchgeführt.

Mögliche Risiken

Die Untersuchung des Hüftgelenkes kann unter Umständen schmerzhaft sein, insb. dann, wenn bei Ihrem Kind bekanntermaßen eine Hüftgelenkserkrankung vorliegt. Die Untersuchung wird so schmerzarm wie möglich durchgeführt werden. Ihr Kind bzw. Sie haben jederzeit das Recht, die Untersuchung abzubrechen.

Studienleitung (Dr. med. Karen aus der Fünten), Studiendurchführung (Jil van Emmerich)

Lieferanschrift: Universität des Saarlandes, Campus B8 2, 66123 Saarbrücken

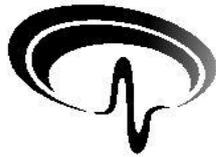
☎ (0681) 302 - 70400

✉ sportmed@mx.uni-saarland.de

☎ (0681) 302 - 4296

www.Sportmedizin-Saarbrücken.de

8.3 Datenschutzerklärung für Erwachsene



**Sportmedizin
Saarbrücken**

**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**



Institut für Sport- und Präventivmedizin
Bereich Klinische Medizin
Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer

Datenschutzerklärung

„Untersuchung der Häufigkeit von Hüftgelenkserkrankungen, speziell des femoroazetabulären Impingements, im leistungssportlich betriebenen Hockeysport“

Name: _____ Vorname: _____

Alle Daten der oben genannten Studie werden ausschließlich im Sportmedizinischen Institut der Universität des Saarlandes gespeichert und für keine anderen Zwecke als die der Studie Verwendung finden. Die Einhaltung sämtlicher Datenschutzbestimmungen wird gewährleistet. Insbesondere ist eine Weitergabe von personenbezogenen Daten an Dritte ausgeschlossen.

Die Einwilligung zur Speicherung meiner Daten kann ebenso wie die Einwilligung zur Teilnahme an der Studie jederzeit zurückgezogen werden. In diesem Fall sind alle personenbezogenen Daten zu löschen.

Eine Veröffentlichung der Studienresultate in wissenschaftlichen Fachzeitschriften ist vorgesehen, wobei die Erkennung einzelner Probandendaten unmöglich sein wird.

Ich bin damit einverstanden, dass im Rahmen des Forschungsvorhabens meine hierfür notwendigen Daten aufgezeichnet werden.

Ort, Datum

Unterschrift Studienteilnehmer

Unterschrift Studienleitung (Dr. med. Karen aus der Fünten), Studiendurchführung (Jil van Emmerich)

Lieferanschrift: Universität des Saarlandes, Campus B8 2, 66123 Saarbrücken

☎ (0681) 302 - 70400

✉ sportmed@mx.uni-saarland.de

☎ (0681) 302 - 4296

www.Sportmedizin-Saarbrücken.de

8.4 Datenschutzerklärung für Minderjährige



**Sportmedizin
Saarbrücken**

**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**



Institut für Sport- und Präventivmedizin
Bereich Klinische Medizin
Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer

Datenschutzerklärung

„Untersuchung der Häufigkeit von Hüftgelenkerkrankungen, speziell des femoroazetabulären Impingements, im leistungssportlich betriebenen Hockeysport“

Name: _____ Vorname: _____

Alle Daten der oben genannten Studie werden ausschließlich im Sportmedizinischen Institut der Universität des Saarlandes gespeichert und für keine anderen Zwecke als die der Studie Verwendung finden. Die Einhaltung sämtlicher Datenschutzbestimmungen wird gewährleistet. Insbesondere ist eine Weitergabe personenbezogener Daten an Dritte ausgeschlossen.

Die Einwilligung zur Speicherung meiner Daten / der Daten unseres Kindes kann ebenso wie die Einwilligung zur Teilnahme an der Studie jederzeit zurückgezogen werden. In diesem Fall sind alle personenbezogenen Daten zu löschen.

Eine Veröffentlichung der Studienresultate in wissenschaftlichen Fachzeitschriften ist vorgesehen, wobei die Erkennung einzelner Probandendaten durch Anonymisierung unmöglich sein wird.

Ich/wir als Erziehungsberechtigte bin/sind damit einverstanden, dass im Rahmen des Forschungsvorhabens meine hierfür notwendigen Daten / die hierfür nötigen Daten unseres Kindes aufgezeichnet werden.

Ort, Datum

Unterschrift Studienteilnehmer

Ggf. Unterschrift Erziehungsberechtigte

Unterschrift Studienleitung (Dr. med. Karen aus der Fünten), Studiendurchführung (Jil van Emmerich)

Lieferanschrift: Universität des Saarlandes, Campus B8 2, 66123 Saarbrücken

☎ (0681) 302 - 70400

✉ sportmed@mx.uni-saarland.de

☎ (0681) 302 - 4296

www.Sportmedizin-Saarbrücken.de

8.5 Einwilligungserklärung für Erwachsene



**Sportmedizin
Saarbrücken**

**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**



Institut für Sport- und Präventivmedizin
Bereich Klinische Medizin
Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer

Einwilligungserklärung

„Untersuchung der Häufigkeit von Hüftgelenkserkrankungen, speziell des femoroazetabulären Impingements, im leistungssportlich betriebenen Hockeysport“

Name: _____ Vorname: _____

Geburtsdatum: _____

Ich wurde ausführlich über Fragestellung und Ablauf der Studie informiert und hatte Gelegenheit, Fragen jeglicher Art zu stellen und habe ggf. entsprechende Auskünfte erhalten. Ich habe die aufklärenden Informationen verstanden.

Meine Teilnahme ist freiwillig und kann jederzeit ohne Angabe von Gründen und ohne sonstige Nachteile für mich abgebrochen werden.

Ort, Datum

Unterschrift Studienteilnehmer

Unterschrift Studienleitung (Dr. med. Karen aus der Fünften), Studiendurchführung (Jil van Emmerich)

Lieferanschrift: Universität des Saarlandes, Campus B8 2, 66123 Saarbrücken

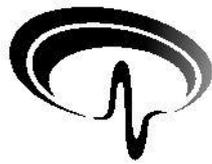
☎ (0681) 302 - 70400

✉ sportmed@mx.uni-saarland.de

☎ (0681) 302 - 4296

www.Sportmedizin-Saarbrücken.de

8.6 Einwilligungserklärung für Minderjährige



**Sportmedizin
Saarbrücken**

**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**



Institut für Sport- und Präventivmedizin
Bereich Klinische Medizin
Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer

Einwilligungserklärung

„Untersuchung der Häufigkeit von Hüftgelenkerkrankungen, speziell des femoroazetabulären Impingements, im leistungssportlich betriebenen Hockeysport“

Name: _____ Vorname: _____

Geburtsdatum: _____

Ich/wir als Erziehungsberechtigte wurde(n) ausführlich über Fragestellung und Ablauf der Studie informiert und hatte(n) Gelegenheit, Fragen jeglicher Art zu stellen und habe(n) ggf. entsprechende Auskünfte erhalten. Ich/wir habe(n) die aufklärenden Informationen verstanden. Meine Teilnahme/die Teilnahme unseres Kindes ist freiwillig und kann jederzeit ohne Angabe von Gründen und ohne sonstige Nachteile für mich/unser Kind abgebrochen werden.

Ort, Datum

Unterschrift Studienteilnehmer

Ggf. Unterschrift Erziehungsberechtigte

Unterschrift Studienleitung (Dr. med. Karen aus der Fünten), Studiendurchführung (Jil van Emmerich)

Lieferanschrift: Universität des Saarlandes, Campus B8 2, 66123 Saarbrücken

(0681) 302 - 70400

sportmed@mx.uni-saarland.de

(0681) 302 - 4296

www.Sportmedizin-Saarbruecken.de

8.7 Deutsche Version des Fragebogens zur Anamnese



**Sportmedizin
Saarbrücken**

**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**



Institut für Sport- und Präventivmedizin
Bereich Klinische Medizin
Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer

Fragebogen zur Studie „Untersuchung der Häufigkeit von Hüftgelenkerkrankungen, speziell des femoroazetabulären Impingements, im leistungssportlich betriebenen Hockeysport“

Name: _____

Anschrift: _____

Telefon: _____

Email: _____

Geburtsdatum: _____

Gewicht: _____

Größe: _____

1) Mit wie viel Jahren haben Sie angefangen Hockey zu spielen? _____

2) Seit wann spielen Sie Leistungshockey bzw. von wann bis wann haben Sie Leistungshockey gespielt?

Seit: _____

Von: _____ bis: _____

3) Auf welcher Position haben Sie vornehmlich gespielt (Mehrfachantworten möglich)?

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Sturm | <input type="checkbox"/> rechts |
| <input type="checkbox"/> Mittelfeld | <input type="checkbox"/> links |
| <input type="checkbox"/> Abwehr | <input type="checkbox"/> Mitte |
| <input type="checkbox"/> Torwart | |

4) Haben Sie 1. oder 2. Bundesliga (Halle oder Feld) gespielt und wenn ja, wie lange?

1. Bundesliga Feld Ja Nein Von: _____ bis: _____

1. Bundesliga Halle Ja Nein Von: _____ bis: _____

2. Bundesliga Feld Ja Nein Von: _____ bis: _____

2. Bundesliga Halle Ja Nein Von: _____ bis: _____

5) Haben Sie Nationalmannschaft gespielt?

Nationalmannschaft Ja Nein Von: _____ bis: _____

Hockeymasters Ja Nein Von: _____ bis: _____

6) Wie viele Trainingseinheiten haben pro Woche durchschnittlich stattgefunden? Wie lange haben diese gedauert? Wie häufig fand/ findet zusätzliches Training statt?

a) Training als aktiver Bundesligaspieler

Trainingseinheiten pro Woche: _____

Durchschnittliche Dauer der Trainingseinheit (in Stunden): _____

Gab/Gibt es ergänzende Trainingseinheiten? Ja Nein

- Falls ja: 1) Wie viele ergänzende Trainingseinheiten pro Woche: _____
 2) Durchschnittliche Dauer der Trainingseinheit: _____
 3) Bitte spezifizieren (Kraft-/Athletiktraining etc.): _____
-

b) Training als Teilnehmer an den Hockeymasters (bei keiner Teilnahme gehen Sie bitte weiter zu Frage 7)

- Trainingseinheiten pro Woche: _____
 Durchschnittliche Dauer der Trainingseinheit (in Stunden): _____
 Gab/Gibt es ergänzende Trainingseinheiten? Ja Nein
 Falls ja: 1) Wie viele ergänzende Trainingseinheiten pro Woche: _____
 2) Durchschnittliche Dauer der Trainingseinheit: _____
 3) Bitte spezifizieren (Kraft-/Athletiktraining etc.): _____
-

7) Haben Sie eine andere Sportart leistungsmäßig betrieben?

Ja Nein

- Falls Ja: a) Welche Sportart: _____
 b) Welches Niveau wurde maximal erreicht? _____
 c) Von wann: _____ bis wann: _____

8) Auf was für einer Rasenart haben Sie vornehmlich Feldhockey gespielt?

- Naturrasen: Ja Nein ; Immer oder von: _____ bis: _____
 Kunstrasen mit Sandfüllung: Ja Nein ; Immer oder von: _____ bis: _____
 Bewässerter Kunstrasen: Ja Nein ; Immer oder von: _____ bis: _____

9) Haben Sie aktuell oder hatten Sie jemals Schmerzen im Bereich der Hüfte?

Rechts: Ja Nein seit/von-bis: _____

Links: Ja Nein seit/von-bis: _____

a) Haben Sie aktuell Schmerzen?

Ja Nein Wenn Nein, gehen Sie weiter zu e)

Leiste: Rechts Links

Gesäß: Rechts Links

Oberschenkel: Rechts Links

b) Schränken Sie die Beschwerden ein?

Ja Nein

Falls ja: Rechts Links

- Sport Alltag in Ruhe bei längerem Sitzen beim Bergaufgehen
 bei welcher Sportart: _____

c) Wie stark sind die Schmerzen? 0= keine Schmerzen, 10= maximale SchmerzenSchmerzstärke Leiste: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Schmerzstärke Gesäß: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Schmerzstärke Oberschenkel: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **d) Haben die Beschwerden zur Aufgabe des (leistungssportlich) betriebenen Hockeysports geführt?**Ja Nein **e) Waren oder sind Sie in ärztlicher Behandlung aufgrund von Hüftschmerzen?**Ja Nein Falls ja: aktuell oder wann (Jahr): _____

Diagnose: _____

Wie wurde die Diagnose gesichert? (Mehrfachantwort möglich)

MRT Röntgen CT Sonstige: _____

Haben Sie schriftliche Befunde von Ihrer Operation, Röntgen-, MRT- und/oder CT-Aufnahme?

Ja Nein Falls ja, bringen Sie diese bitte mit oder reichen Sie uns diese bitte nach.**10) Hatten Sie bereits eine Hüftoperation?**Ja Nein Rechts Links wann: _____

Diagnose: _____

Durchgeführte Operation(en): _____

8.8 Englische Version des Fragebogens zur Anamnese



**Sportmedizin
Saarbrücken**

**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**



Institut für Sport- und Präventivmedizin
Bereich Klinische Medizin
Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer

Questionnaire about the study on „frequency of hip joint diseases, especially the femoroacetabular impingement, in high-performance/elite field hockey“
name: _____

address: _____

phone: _____

email: _____

date of birth: _____

weight: _____

height: _____

1) When did you start playing hockey? _____

2) When did you start playing hockey ambitiously/provide years it you stopped playing hockey?

since: _____

from (year): _____ to: _____

3) Which is/was your main position? (multiple answers possible)

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> offense | <input type="checkbox"/> right |
| <input type="checkbox"/> midfield | <input type="checkbox"/> left |
| <input type="checkbox"/> defense | <input type="checkbox"/> central |
| <input type="checkbox"/> goalkeeper | |

4) Have you ever played premier or second league? It so → provide years

premier league outdoor yes no from: _____ to: _____

premier league indoor yes no from: _____ to: _____

second league outdoor yes no from: _____ to: _____

second league indoor yes no from: _____ to: _____

5) Have you played/did you play for the national team? It so/when → provide date

national team yes no from: _____ to: _____

masters national team yes no from: _____ to: _____

6) On average how many training sessions did you/do you attend per week? How long did/do they last? Did you/do you attend additional training sessions?

a) training sessions as premier/second league player

training sessions/week: _____

average duration of the training sessions (hours): _____

are/were there additional training sessions? yes no

- if yes: 1) How many add. training sessions take place/took per week: _____
 2) Average duration of training session: _____
 3) Please specify (strength, conditioning, athletic.): _____
-

b) Training as a hockey master (if that does not apply to you, go to Q7)

- training sessions/week: _____
 average duration of the training sessions (hours): _____
 Are/were there additional training sessions? yes no
 If yes: 1) How many add. training sessions take place/took per week: _____
 2) Average duration of training session: _____
 3) Please specify (strength, conditioning, athletic.): _____
-

7) Did you perform other sports on a high perf. Level?

- yes no
 If yes: a) Which sports: _____
 b) Maximum level you reach(ed)? _____
 c) from (year): _____ to (year): _____

8) Which surface do you/did you mainly play on?

- natural grass: yes no ; always or from: _____ to: _____
 artificial turf with sand filling: yes no ; always or from: _____ to: _____
 watered artificial turf: yes no ; always or from: _____ to: _____

9) Do you have or have you ever had pain at your hip region?

- right: yes no since/from-to: _____
 left: yes no since/from-to: _____

a) Do you experience currently pain?

- yes no if no, go to e)
 groin: right left
 buttocks: right left
 thigh: right left

b) Does your pain limited you?

- yes no
 if yes: right left
 sport daily living at rest after long sitting periods walking uphill
 sports: _____

c) Please rate your pain? 0= no pain, 10= maximum painpain intensity groin: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 pain intensity buttocks: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 pain intensity thigh: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 **d) Did the pain force you to stop playing elite hockey?**yes no **e) Are you/have you ever been to see a medical doctor about your hip pain?**yes no if yes: currently or earlier (when, provide year): _____

diagnosis: _____

How did the doctor reach the diagnosis? (multiple answers possible)

MRI X-ray CT other modality (please specify): _____

Do you have a written report/written reports of you MRI/CT or X-ray?

yes no if yes, please bring them to the examination or provide them in the aftermaths**10) Have you ever had a hip operation?**yes no right left when: _____

diagnosis: _____

surgical procedure: _____

8.9 Untersuchungsbogen



**Sportmedizin
Saarbrücken**

**UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES**



Institut für Sport- und Präventivmedizin
Bereich Klinische Medizin
Ärztlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer

Untersuchungsbogen Hüftgelenk

Name: _____ Geburtsdatum: _____

Bewegung	rechts	links	Schmerzlokalisierung	Norm
Flexion/Extension	____/____/____	____/____/____		120/0/10°
Abduktion/Adduktion	____/____/____	____/____/____		45/0/30°
ARO/IRO				
RL Hüfttext	____/____/____	____/____/____		45/0/30°
RL 90° Hüftflex	____/____/____	____/____/____		50/0/35°
BL 90° Hüftflex	____/____/____	____/____/____		50/0/35°

Untersuchungsmethode	rechts positiv	rechts negativ	links positiv	links negativ	Bemerkung(en)
Trendelenburg-Hinken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Duchennehinken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Trendelenburgzeichen sofort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
mit Verzögerung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vorlaufphänomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Trochanter major- Druckschmerz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ISG-Kompressionsschmerz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Leistendruckschmerz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Patrickzeichen (4er Zeichen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Thomas-Handgriff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Drehmann-Zeichen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Impingement-Test anterolateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
posterolateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Apprehension-Test	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Adduktorenstresstest					
Bein gestreckt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bein aufgestellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Craig's Test	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mennell-Zeichen					
LWS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ISG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hüftgelenk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Beinlängendifferenz: Ja Nein Differenz: _____ [cm]

Hüftendoprothese: Ja Nein Rechts Links

Lieferanschrift: Universität des Saarlandes, Campus B8 2, 66123 Saarbrücken

(0681) 302 - 70400

(0681) 302 - 4296

sportmed@mx.uni-saarland.de

www.Sportmedizin-Saarbrücken.de

8.10 Fragen der Downs and Black Checkliste

382

Downs, Black

Appendix

Checklist for measuring study quality

Reporting

1. *Is the hypothesis/aim/objective of the study clearly described?*

yes	1
no	0

2. *Are the main outcomes to be measured clearly described in the Introduction or Methods section?*

If the main outcomes are first mentioned in the Results section, the question should be answered no.

yes	1
no	0

3. *Are the characteristics of the patients included in the study clearly described?*

In cohort studies and trials, inclusion and/or exclusion criteria should be given. In case-control studies, a case-definition and the source for controls should be given.

yes	1
no	0

4. *Are the interventions of interest clearly described?*

Treatments and placebo (where relevant) that are to be compared should be clearly described.

yes	1
no	0

5. *Are the distributions of principal confounders in each group of subjects to be compared clearly described?*

A list of principal confounders is provided.

yes	2
partially	1
no	0

6. *Are the main findings of the study clearly described?*

Simple outcome data (including denominators and numerators) should be reported for all major findings so that the reader can check the major analyses and conclusions. (This question does not cover statistical tests which are considered below).

yes	1
no	0

7. *Does the study provide estimates of the random variability in the data for the main outcomes?*

In non normally distributed data the inter-quartile range of results should be reported. In normally distributed data the standard error, standard deviation or confidence intervals should be reported. If the distribution of the data is not described, it must be assumed that the estimates used were appropriate and the question should be answered yes.

yes	1
no	0

8. *Have all important adverse events that may be a consequence of the intervention been reported?*

This should be answered yes if the study demonstrates that there was a comprehensive attempt to measure adverse events. (A list of possible adverse events is provided).

yes	1
no	0

9. *Have the characteristics of patients lost to follow-up been described?*

This should be answered yes where there were no losses to follow-up or where losses to follow-up were so small that findings would be unaffected by their inclusion. This should be answered no where a study does not report the number of patients lost to follow-up.

yes	1
no	0

10. *Have actual probability values been reported (e.g. 0.035 rather than <0.05) for the main outcomes except where the probability value is less than 0.001?*

yes	1
no	0

External validity

All the following criteria attempt to address the representativeness of the findings of the study and whether they may be generalised to the population from which the study subjects were derived.

11. *Were the subjects asked to participate in the study representative of the entire population from which they were recruited?*

The study must identify the source population for patients and describe how the patients were selected. Patients would be representative if they comprised the entire source population, an unselected sample of consecutive patients, or a random sample. Random sampling is only feasible where a list of all members of the relevant

population exists. Where a study does not report the proportion of the source population from which the patients are derived, the question should be answered as unable to determine.

yes	1
no	0
unable to determine	0

12. *Were those subjects who were prepared to participate representative of the entire population from which they were recruited?*

The proportion of those asked who agreed should be stated. Validation that the sample was representative would include demonstrating that the distribution of the main confounding factors was the same in the study sample and the source population.

yes	1
no	0
unable to determine	0

13. *Were the staff, places, and facilities where the patients were treated, representative of the treatment the majority of patients receive?*

For the question to be answered yes the study should demonstrate that the intervention was representative of that in use in the source population. The question should be answered no if, for example, the intervention was undertaken in a specialist centre unrepresentative of the hospitals most of the source population would attend.

yes	1
no	0
unable to determine	0

Internal validity - bias

14. *Was an attempt made to blind study subjects to the intervention they have received?*

For studies where the patients would have no way of knowing which intervention they received, this should be answered yes.

yes	1
no	0
unable to determine	0

15. *Was an attempt made to blind those measuring the main outcomes of the intervention?*

yes	1
no	0
unable to determine	0

16. *If any of the results of the study were based on "data dredging", was this made clear?*

Any analyses that had not been planned at the outset of the study should be clearly indicated. If no retrospective unplanned subgroup analyses were reported, then answer yes.

yes	1
no	0
unable to determine	0

17. *In trials and cohort studies, do the analyses adjust for different lengths of follow-up of patients, or in case-control studies, is the time period between the intervention and outcome the same for cases and controls?*

Where follow-up was the same for all study patients the answer should yes. If different lengths of follow-up were adjusted for by, for example, survival analysis the answer should be yes. Studies where differences in follow-up are ignored should be answered no.

yes	1
no	0
unable to determine	0

18. *Were the statistical tests used to assess the main outcomes appropriate?*

The statistical techniques used must be appropriate to the data. For example non-parametric methods should be used for small sample sizes. Where little statistical analysis has been undertaken but where there is no evidence of bias, the question should be answered yes. If the distribution of the data (normal or not) is not described it must be assumed that the estimates used were appropriate and the question should be answered yes.

yes	1
no	0
unable to determine	0

19. *Was compliance with the intervention/s reliable?*

Where there was non compliance with the allocated treatment or where there was contamination of one group, the question should be answered no. For studies where the effect of any misclassification was likely to bias any association to the null, the question should be answered yes.

yes	1
no	0
unable to determine	0

20. *Were the main outcome measures used accurate (valid and reliable)?*

For studies where the outcome measures are clearly described, the question should be answered yes. For studies which refer to other work or that demonstrates the outcome measures are accurate, the question should be answered as yes.

yes	1
no	0
unable to determine	0

Internal validity - confounding (selection bias)

21. *Were the patients in different intervention groups (trials and cohort studies) or were the cases and controls (case-control studies) recruited from the same population?*

For example, patients for all comparison groups should be selected from the same hospital. The question should be answered unable to determine for cohort and case-control studies where there is no information concerning the source of patients included in the study.

yes	1
no	0
unable to determine	0

22. *Were study subjects in different intervention groups (trials and cohort studies) or were the cases and controls (case-control studies) recruited over the same period of time?*

For a study which does not specify the time period over which patients were recruited, the question should be answered as unable to determine.

yes	1
no	0
unable to determine	0

23. *Were study subjects randomised to intervention groups?*

Studies which state that subjects were randomised should be answered yes except where method of randomisation would not ensure random allocation. For example alternate allocation would score no because it is predictable.

yes	1
no	0
unable to determine	0

24. *Was the randomised intervention assignment concealed from both patients and health care staff until recruitment was complete and irrevocable?*

All non-randomised studies should be answered no. If assignment was concealed from patients but not from staff, it should be answered no.

yes	1
no	0
unable to determine	0

25. *Was there adequate adjustment for confounding in the analyses from which the main findings were drawn?*

This question should be answered no for trials if: the main conclusions of the study were based on analyses of treatment rather than intention to treat; the distribution of known confounders in the different treatment groups was not described; or the distribution of known confounders differed between the treatment groups but was not taken into account in the analyses. In non-randomised studies if the effect of the main confounders was not investigated or confounding was demonstrated but no adjustment was made in the final analyses the question should be answered as no.

yes	1
no	0
unable to determine	0

26. *Were losses of patients to follow-up taken into account?*

If the numbers of patients lost to follow-up are not reported, the question should be answered as unable to determine. If the proportion lost to follow-up was too small to affect the main findings, the question should be answered yes.

yes	1
no	0
unable to determine	0

Power

27. *Did the study have sufficient power to detect a clinically important effect where the probability value for a difference being due to chance is less than 5%?*

Sample sizes have been calculated to detect a difference of x% and y%.

	Size of <i>smallest</i> intervention group	
A	<n ₁	0
B	n ₁ -n ₂	1
C	n ₁ -n ₄	2
D	n ₁ -n ₆	3
E	n ₁ -n ₈	4
F	n ₁ +	5

8.11 Fragen der Prisma Checkliste


PRISMA 2009 Checklist

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both.	
ABSTRACT			
Structured summary	2	Provide a structured summary including, as applicable: background; objectives; data sources; study eligibility criteria, participants, and interventions; study appraisal and synthesis methods; results; limitations; conclusions and implications of key findings; systematic review registration number.	
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of questions being addressed with reference to participants, interventions, comparisons, outcomes, and study design (PICOS).	
METHODS			
Protocol and registration	5	Indicate if a review protocol exists, if and where it can be accessed (e.g., Web address), and, if available, provide registration information including registration number.	
Eligibility criteria	6	Specify study characteristics (e.g., PICOS, length of follow-up) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) used as criteria for eligibility, giving rationale.	
Information sources	7	Describe all information sources (e.g., databases with dates of coverage, contact with study authors to identify additional studies) in the search and date last searched.	
Search	8	Present full electronic search strategy for at least one database, including any limits used, such that it could be repeated.	
Study selection	9	State the process for selecting studies (i.e., screening, eligibility, included in systematic review, and, if applicable, included in the meta-analysis).	
Data collection process	10	Describe method of data extraction from reports (e.g., piloted forms, independently, in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.	
Data items	11	List and define all variables for which data were sought (e.g., PICOS, funding sources) and any assumptions and simplifications made.	
Risk of bias in individual studies	12	Describe methods used for assessing risk of bias of individual studies (including specification of whether this was done at the study or outcome level), and how this information is to be used in any data synthesis.	
Summary measures	13	State the principal summary measures (e.g., risk ratio, difference in means).	
Synthesis of results	14	Describe the methods of handling data and combining results of studies, if done, including measures of consistency (e.g., I^2) for each meta-analysis.	



PRISMA 2009 Checklist

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
Risk of bias across studies	15	Specify any assessment of risk of bias that may affect the cumulative evidence (e.g., publication bias, selective reporting within studies).	
Additional analyses	16	Describe methods of additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression), if done, indicating which were pre-specified.	
RESULTS			
Study selection	17	Give numbers of studies screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally with a flow diagram.	
Study characteristics	18	For each study, present characteristics for which data were extracted (e.g., study size, PICOS, follow-up period) and provide the citations.	
Risk of bias within studies	19	Present data on risk of bias of each study and, if available, any outcome level assessment (see item 12).	
Results of individual studies	20	For all outcomes considered (benefits or harms), present, for each study: (a) simple summary data for each intervention group (b) effect estimates and confidence intervals, ideally with a forest plot.	
Synthesis of results	21	Present results of each meta-analysis done, including confidence intervals and measures of consistency.	
Risk of bias across studies	22	Present results of any assessment of risk of bias across studies (see item 15).	
Additional analysis	23	Give results of additional analyses, if done (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression [see item 16]).	
DISCUSSION			
Summary of evidence	24	Summarize the main findings including the strength of evidence for each main outcome; consider their relevance to key groups (e.g., healthcare providers, users, and policy makers).	
Limitations	25	Discuss limitations at study and outcome level (e.g., risk of bias), and at review-level (e.g., incomplete retrieval of identified research, reporting bias).	
Conclusions	26	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence, and implications for future research.	
FUNDING			
Funding	27	Describe sources of funding for the systematic review and other support (e.g., supply of data); role of funders for the systematic review.	

From: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

For more information, visit: www.prisma-statement.org.

Page 2 of 2

8.12 Bewertung der Studienartikel mit der Downs and Black Checkliste

Fragen Downs and Black Checkliste/ Studienartikel (Quelle)	Evidenzlevel																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			
[1]	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	14	4
[2]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	20	3
[3]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	23	2
[4]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	20	4
[5]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	23	3
[6]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	4
[12]	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	19	3
[13]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	21	3
[15]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	20	4
[18]	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	21	4
[19]	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	19	4
[21]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	2
[22]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	21	3
[23]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	23	3
[24]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	3
[25]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	16	4
[26]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	21	3
[27]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	4
[28]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	4
[29]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	21	3
[30]	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	16	4
[31]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	3
[32]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	19	3

Fragen Downs and Black Checkliste/ Studienartikel (Quelle)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Ergebnis (0-28 P.)	Evidenzlevel
	[33]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22
[35]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	23	2
[36]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	23	4
[37]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	19	4
[39]	1	0	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	18	4
[40]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	19	3
[41]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	23	4
[42]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	20	4
[43]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	3
[44]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	4
[45]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	23	4
[46]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	16	3
[47]	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	17	4
[48]	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	19	4
[49]	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	20	3
[51]	1	0	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	23	2
[52]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	21	4
[53]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	2
[55]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	23	4
[57]	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	3
[59]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	4
[60]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	20	3
[61]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	23	3

Fragen Downs and Black Checkliste/ Studienartikel (Quelle)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Ergebnis (0-28 P.)	Evidenzlevel	
	[62]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	23
[64]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	3
[65]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	23	2	
[69]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	20	4	
[70]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	21	4	
[71]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	20	4	
[72]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	22	4	
[74]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	22	3	
[75]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	23	3	
[76]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	22	4	
[82]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22	1	
[83]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	25	1	
[85]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	23	4	
[86]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	22	3	
[89]	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	17	4	
[91]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	23	3	
[92]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	20	4	
[94]	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	21	4	
[96]	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	14	4	
[97]	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	14	4	
[98]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	22	4	
[99]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	22	4	
[101]	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	12	5	

Fragen Downs and Black Checkliste/ Studienartikel (Quelle)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Ergebnis (0-28 P.)	Evidenzlevel	
	[102]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	21
[103]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	18	3
[104]	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	14	3	
[105]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	4
[106]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	3
[107]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	23	3
[110]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	23	2
[111]	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	4
[112]	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	19	4
[113]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	3
[114]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	21	4
[115]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	3
[116]	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	3
[117]	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	20	4
[118]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	3
[119]	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	3
[120]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	4
[121]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	20	3
[122]	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	20	4
[123]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	4
[124]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	20	4
[125]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	2
[126]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	4

Fragen Downs and Black Checkliste/ Studienartikel (Quelle)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Ergebnis (0-28 P.)	Evidenzlevel	
	[127]	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1			1
[129]	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	20	2
[130]	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	18	3
[131]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	3
[132]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	24	1
[133]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	3
[134]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	3
[135]	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	16	4
[136]	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	18	3
[137]	1	0	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	3
[138]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	21	3
[139]	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	21	3
[140]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	4
[141]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	21	2
[142]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	19	4
[143]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	20	3
[144]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	3
[145]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	22	3
[147]	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	19	4
[148]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	21	3
[149]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	21	1b
[150]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	21	2
[153]	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	21	3

Fragen Downs and Black Checkliste/ Studienartikel (Quelle)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Ergebnis (0-28 P.)	Evidenzlevel
	[154]	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	23
[156]	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	4
[158]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	3
[159]	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	20	4
[160]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	4
[161]	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	20	4
[162]	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	18	4
[163]	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	20	4
[164]	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	20	4
[165]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	22	4
[166]	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	19	4
[167]	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	4
[168]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	21	4
[179]	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	20	3

8.13 Bewertung der Reviews/Metaanalysen mit der Prisma Checkliste

Fragen Prisma Checkliste/ Reviews (Quelle)	Evidenzlevel																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
[34]	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
[56]	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	19
[58]	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	7	
[63]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	24
[77]	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	23
[78]	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	20
[79]	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	21
[84]	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	19
[87]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	18
[93]	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	7	
[100]	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	18
[128]	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	19
[146]	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	21
[151]	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	18
[152]	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	21
[155]	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	19
[157]	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	18

9 Danksagung

Mein erster Dank gilt zunächst meinem Doktorvater Univ.-Prof. Dr. med. Tim Meyer, Direktor des Instituts für Sport und Präventivmedizin, für die Überlassung dieses interessanten Dissertationsthemas und für die sehr gute Betreuung der Arbeit, freundliche Hilfe und Unterstützung.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. med. Karen aus der Fünten für die hervorragende Betreuung und Unterstützung während der gesamten Doktorarbeit. Insbesondere der konstruktive Austausch und die regelmäßigen Gespräche auf fachlicher und persönlicher Ebene waren mir eine große Hilfe und haben mich positiv beeinflusst und ermutigt.

Des Weiteren danke ich herzlich Dipl.-Stat. Gudrun Wagenpfeil für die Ratschläge und Hilfestellung bei der statistischen Auswertung.

Ein großer Dank geht selbstverständlich an alle teilnehmenden Sportler, an ihre Betreuer und Trainer, sowie an allen Personen der Vereine und des Deutschen Hockey-Bundes (DHB), ohne deren Teilnahme, Vertrauen und Unterstützung diese Studie nicht möglich gewesen wäre.

Zum Schluss bedanke ich mich noch bei meiner Familie und Freunden, besonders meinem Bruder Tyl, für ihre ständige Motivation, Hilfsbereitschaft und anregende Unterstützung.

10 Lebenslauf

Der Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version nicht veröffentlicht.