

M. Kusma¹ · F. Bachelier¹ · G. Schneider² · M. Dienst¹

¹ Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie,
 Universitätskliniken des Saarlands, Homburg/Saar

² Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie,
 Universitätskliniken des Saarlands, Homburg/Saar

Femoroazetabuläres Impingement

Klinische und radiologische Diagnostik

Das femoroazetabuläre Impingement (FAI) stellt wahrscheinlich eine der wichtigsten Ursachen für eine mechanisch bedingte Arthrose der Hüfte dar. Sowohl die FAI-Deformität als auch eine vermehrte Belastung des Hüftgelenks können zu einer frühzeitigen sekundärdegenerativen Schädigung führen. Eine Kenntnis der entsprechenden Symptome, klinischen und radiologischen Untersuchungsbefunde ist damit entscheidend, um rechtzeitig prophylaktische oder therapeutische Maßnahmen ergreifen zu können.

Die Diagnose eines FAI ist nicht immer leicht und eindeutig zu stellen, da es sich oft um unspezifische Beschwerden bei häufig nur subtilen und unerkannten radiologischen Veränderungen handelt. Zudem besteht aufgrund der aktuellen Popularität und dem großen Interesse an dieser Diagnose die Gefahr, das FAI zu überdiagnostizieren. Zur korrekten Diagnosestellung und Therapieentscheidung müssen die typische Anamnese, klinischen Symptome, Untersuchungstests und klassischen radiologischen Veränderungen bekannt sein.

Im vorliegenden Beitrag folgen eine detaillierte Darstellung der klinischen Untersuchung einschließlich der gängigen Funktionstests, eine Beschreibung und Bewertung der wichtigen Röntgenprojektionen und der entscheidenden weiterführenden radiologischen Unter-

suchungsverfahren, der Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT) und -arthrographie (MRA). Zur Bestätigung oder Ausschlussdiagnostik einer arthrogenen Symptomatik hat die diagnostische Infiltration des Hüftgelenks ihren festen Stellenwert, auf deren Technik zuletzt eingegangen wird.

Anamnese und Symptome

Patienten mit FAI sind meist junge aktive Erwachsene. Der Beschwerdebeginn ist oft langsam, zu Beginn werden eher intermittierende Beschwerden in Form von Leistenschmerzen angegeben. Häufig verstärken sich die Symptome durch sportliche Aktivität, Rotation im Hüftgelenk oder langes Sitzen (Flexion). Zum Teil werden ausstrahlende Schmerzen in den Oberschenkel oder Schmerzen im Bereich des Trochanter majors angegeben. Typischerweise bestand schon eine dem Patienten bewusste Bewegungseinschränkung vor dem Schmerzbeginn.

Meist fehlen Angaben zu einem Unfall. Neben hoher sportlicher oder beruflicher Belastung ist der Patient nach angeborenen und entwicklungsbedingten Vorschäden und Vorerkrankungen zu befragen. Nicht selten findet sich ein symptomatisches FAI bei hochaktiven Sportlern in Sportarten, bei denen es zu Extrembewegungen unter Schnelligkeit und Belastung kommt. Typische Sportarten sind Kampfsport mit Beinarbeit in Flexion und Rotation, Kontaktballsportarten mit häufigen

Richtungswechseln wie Fuß- und Handball, aber auch Ballett- und Turnsport.

— **Sportarten mit Extrembewegungen unter Schnelligkeit und Belastung führen häufig zu frühzeitigen Beschwerden aufgrund eines FAI.**

Die Epiphyseolysis capitis femoris führt häufig zu einer ausgeprägten Deformierung des Femurkopf-Schenkelhals-Übergangs und damit zu einem klassischen Cam-FAI mit nicht selten frühzeitigen Folgeschäden [9]. Wegen der manchmal nur geringen nativradiologischen Veränderungen haben die Patienten oft schon eine lange Vorgeschichte mit ausgiebiger Diagnostik und z. T. unnötigen Eingriffen z. B. wegen vermeintlicher Leistenhernien hinter sich [8].

Körperliche Untersuchung

Eine systematische körperliche Untersuchung ist notwendig, um pathologische Veränderungen zu erkennen und seltene Ursachen und Differentialdiagnosen nicht zu übersehen. Der klassische Untersuchungsgang beinhaltet wie bei anderen Körperregionen die Inspektion, Palpation, Funktionsuntersuchung und insbesondere im Hüft- und Leistenbereich eine kurze neurologische Untersuchung. Letztere ist wichtig, um die nicht selten vorkommenden, von der lumbalen Wirbelsäule ausstrahlenden Schmerzen oder Nervenengpasssyndrome von Verände-

rungen der Hüft- und Leistenregion abzugrenzen.

Die Funktionsuntersuchung erfolgt in Rücken-, Seit- und Bauchlage des Patienten. Bei jedem Test muss der Patient befragt werden, ob der Test die beklagten Beschwerden reproduziert oder andere Schmerzen verursacht werden. Beim FAI besteht häufig eine eingeschränkte Innenrotation und Adduktion in Flexion [8]. Der Impingementtest (■ **Abb. 1**) mit dynamischer Flexion, Innenrotation und Adduktion ist bei FAI-Patienten fast immer positiv [18]. Der Apprehensionstest mit Extension und Außenrotation (■ **Abb. 2**) ist bei dorsalem Impingement, aber auch häufiger bei bereits vorhandenen Knorpelschäden am ventrolateralen Pfannenrand beim klassischen ventrolateralen Impingement positiv [8].

— Bei Durchführung eines Funktionstests wie dem Impingement- oder Apprehensionstest muss der Patient befragt werden, ob der Test die beklagten Beschwerden reproduziert.

■ **Tab. 1** zeigt die detaillierte Beschreibung wichtiger klinischer Tests.

Röntgenuntersuchung

Die Röntgendiagnostik der Hüfte ist nach Anamneseerhebung und klinischer Untersuchung die bildgebende Diagnostik der ersten Wahl (■ **Tab. 2, 3**). Zu den Standardprojektionen gehören die a.-p.-Beckenübersichtsaufnahme und eine zweite seitliche oder schräge Aufnahme, hier kommen v. a. die Lauenstein-Projektionen, die Dunn-Aufnahme, die Faux-profile-Projektion nach Lequesne u. De Seze oder die seitliche Projektion (cross table) zur Anwendung.

Beckenübersicht

Um Fehlinterpretationen insbesondere bei der Beurteilung der Ausrichtung der Pfanne zu vermeiden, ist eine exakte und reproduzierbare Aufnahmetechnik unverzichtbar. Entscheidend ist die orthograde Ausrichtung des Zentralstrahls (■ **Abb. 3**). Er sollte senkrecht durch die

Zusammenfassung · Abstract

Orthopäde 2009 · 38:402–411 DOI 10.1007/s00132-008-1384-4
© Springer Medizin Verlag 2009

M. Kusma · F. Bachelier · G. Schneider · M. Dienst
**Femoroacetabuläres Impingement.
Klinische und radiologische Diagnostik**

Zusammenfassung

Ein systematischer Untersuchungsablauf ist entscheidend, um das femoroacetabuläre Impingement (FAI) korrekt zu diagnostizieren. Bereits das Patientenalter, die Anamneseerhebung und körperliche Untersuchung können richtungweisend sein. Hinweise über Unfallhergang, Belastungen im Sport und kindliche Hüfterkrankungen sind in die Anamneseerhebung mit einzubeziehen. Die gezielte körperliche Untersuchung, die neben Inspektion, Palpation und Überprüfung der Bewegungsausmaße auch spezielle Tests wie den Impingement- oder Apprehensionstest umfasst, kann die Differenzialdiagnosen weiter eingrenzen. Die Röntgendiagnostik stellt die radiologische Basisuntersuchung dar. Hierbei müssen die zunächst oft wenig auffälligen Veränderungen des Offsetverlusts des Femur-

kopf-Hals-Übergangs und die Retroversion der Hüftpfanne beachtet werden. Die Kenntnis der Aufnahmetechnik und Qualitätssicherung der vorliegenden Aufnahmen spielen dabei eine wichtige Rolle. Mit der Computertomographie lassen sich dank dreidimensionaler Rekonstruktionen der Kopf-Hals-Offsetverlust und die Torsion der Pfanne darstellen. Die Magnetresonanztomographie ermöglicht neben der genauen Beurteilbarkeit des Kopf-Hals-Übergangs die Möglichkeit, Begleitpathologien wie Knorpel- und Labrumläsionen nachzuweisen.

Schlüsselwörter

Hüfte · Femoroacetabuläres Impingement (FAI) · Klinische Untersuchung · Röntgen · Magnetresonanztomographie

Femoroacetabular impingement. Clinical and radiological diagnostics

Abstract

A systematic approach to the examination of the hip region is mandatory to identify patients with femoroacetabular impingement. The patients' age, history, and physical examination may lead to the correct diagnosis. Plain radiographs are the imaging modality of first choice. In addition to obvious findings, more subtle changes such as loss of offset at the head-neck transition or acetabular retroversion have to be assessed. For correct analysis, a high quality of the images must be ensured. Therefore, knowledge of the technique used to take the pictures seems essential. With three-dimensional reconstructed com-

puted tomography, asphericities of the head-neck junction or retroversion of the acetabulum may be visualized. In addition to the accurate demonstration of the head-neck junction, magnetic resonance imaging is particularly suitable to reveal pathological conditions of soft tissues such as articular cartilage or labral lesions.

Keywords

Hip · Femoroacetabular impingement (FAI) · Clinical examination · Radiographs · Magnetic resonance imaging



Abb. 1 ▲ Impingementtest: Schmerzreproduktion in der Leiste bei dynamischer Flexion, Innenrotation und Adduktion



Abb. 2 ▲ Apprehensionstest: Abduktion, Überstreckung und Außenrotation

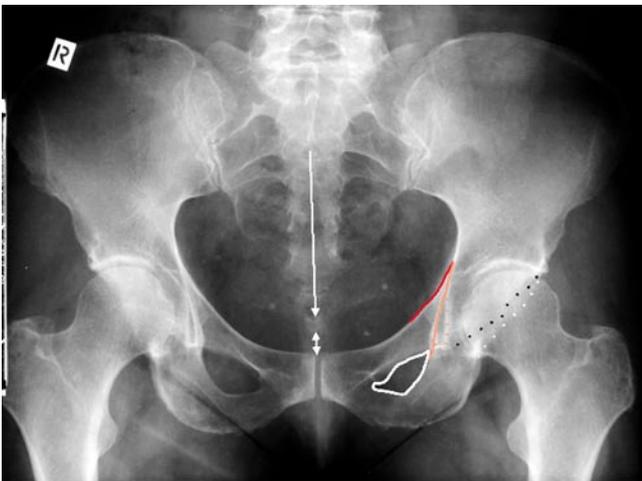


Abb. 3 ◀ Korrektur eingestellte a.-p.-Beckenübersichtsaufnahme mit symmetrischen Foramina obturatoria, Steißbein zentriert über der Symphyse, Abstand Steißbein-Symphyse 1–2 cm [Linea iliopubica (dunkelrot), Linea ilioischiadic (hellrot) Köhler-Tränenfigur (hellrote Punkte), vorderer Pfannenrand (schwarze Punkte), hinterer Pfannenrand (weiße Punkte)]

— Eine korrekte Technik insbesondere bei der Anfertigung der Beckenübersichtsaufnahme ist Voraussetzung, um Rückschlüsse auf Fehlstellungen des Acetabulums beurteilen zu können.

Mitte der Symphyse ausgerichtet werden, seine Neigung zur Horizontalen sollte so eingestellt sein, dass auf dem Röntgenbild zwischen der Symphyse und der Spitze des Os coccygeum ein Abstand von 1–2 cm besteht [27]. Bei zu großem Abstand hatte der Zentralstrahl zu viel „Inlet-Ausrichtung“ bzw. das Becken war inkliniert, bei Projektion der Os-coccygeum-Spitze auf oder unter die Symphyse zu viel „Outlet-Ausrichtung“ bzw. Reklination des Beckens (■ **Abb. 4**).

Ein weiteres Kriterium, die richtige Ausrichtung der Aufnahme zu prüfen, ist die Beurteilung der Foramina obturatoria. Katada u. Ando [12] beschrieben 1984 den „pelvic tilt index“, der sich aus Höhe und Breite des Foramen obturatorium zusammensetzt. Mit zunehmender Outlet-Projektion wird dieser Quotient größer, die Foramina obturatoria bilden sich also

mehr vertikal oval dar. Bei zunehmender Inlet-Projektion wirken die Foramina dagegen „schlitzförmig“. Eine orientierend korrekte Inklination besteht zudem, wenn sich der Kreuz-Steißbein-Übergang etwa in der Mitte zwischen der Verbindungslinie beider Spinae iliacae anterior superior und der Symphyse projiziert [12]. Eine korrekte Rotation lässt sich durch eine exakte Ausrichtung des Os coccygeum auf die Symphyse und durch symmetrisch erscheinende Foramina obturatoria kontrollieren. Bei unpräziser Einstellung der Inklination und Fehlrotation können keine verlässlichen Aussagen über Formabweichungen getroffen werden – hier ist bei entsprechender Verdachtsdiagnose im Einzelfall zu prüfen, ob neue Aufnahmen angefertigt werden müssen.

Die sagittale Torsion des Acetabulums lässt sich durch das Verhältnis des vorderen zum hinteren Pfannenrand bestimmen [27]. Bei physiologischer Anteversion der Pfanne liegt der hintere Pfannenrand lateral des vorderen Pfannenrands und des Hüftkopfzentrums (■ **Abb. 3**). Bei Retroversion des Acetabulums schneiden sich beide Linien (sog. „cross-over sign“) und der hintere Pfannenrand projiziert sich medial des Hüftkopfzentrums (sog. „posterior wall sign“; ■ **Abb. 5**, [24]). Je weiter medial-inferior der Kreuzungspunkt liegt, desto ausgeprägter ist die Retroversion: Das superior des Kreuzungspunkts gelegene Pfannenareal ist retrovertiert. Ein weiterer Anhaltspunkt für eine Pfannenretroversion ist die Projektion der Spina ischiadica in das kleine Becken (■ **Abb. 5**, [11]).

Nicht selten finden sich bei einer Coxa profunda (aber auch bei Retroversionen) eine Doppelkontur des Pfannenrands, häufig im Bereich des Hinterrands. Es handelt sich dabei um Knochenappositionen, die bis zur vollständigen Verknöcherung des Labrum acetabulare führen können. Ventrolaterale Pfannenranddossikel (Os acetabuli) können eine beträchtliche Größe aufweisen. Sie finden sich nicht selten bei einer Hüftdysplasie

als Zeichen der Überlastung des ventrolateralen Labrums. Beim FAI sind diese als Stressfrakturen der ventralen Über-Überdachung durch den chronischen Impingementmechanismus unter Flexion und Innenrotation zu werten (■ **Abb. 6**, [16]). Insbesondere bei Vorliegen eines FAI finden sich häufig Zysten im Bereich des Pfannenerkers, die auf einen höhergradigen Knorpelschaden des ventrolateralen Knorpel-Labrum-Übergangs hinweisen. Der Nachweis zentraler Osteophyten bis hin zur doppelten Bodenbildung in der Fossa acetabuli und Kopflateralisierung weisen auf ein fortgeschrittenes Krankheitsbild hin.

Für femorale Formabweichungen ist die Beckenübersichtaufnahme meistens weniger ergiebig. Zur exakten Bestimmung des Center-Collum-Diaphysen-Winkels (CCD-Winkels) sind beide Rippstein-Projektionen [25] notwendig, eine Abschätzung kann jedoch durch Anlegen einer Verbindungslinie zwischen beiden Trochanter-major-Spitzen erfolgen. Bei

physiologischer Ausrichtung des proximalen Femurs liegen die Hüftkopffzentren etwa auf dieser Linie, liegen sie darüber, besteht eine Coxa valga, darunter eine Coxa vara. Einen indirekten Hinweis auf eine Varus- oder Valgusorientierung des proximalen Femurs liefert auch die Ausrichtung der Druck- und Zugtrajektorien zwischen Kopf und Femurschaft.

Wichtig ist die Untersuchung der Form und knöchernen Struktur des Femurkopf-Schenkelhals-Übergangs. Gelegentlich findet sich eine sog. Pistolengriffdeformität mit einer nach lateral ausgezogenen Femurkopfkontur und lateral reduziertem Kopf-Hals-Offset [20], wenn gleich diese häufiger ventrolateral deutlicher ausgeprägt und damit besser auf der zweiten Projektion zu sehen ist. Einen deutlichen Hinweis auf ein FAI liefert der Nachweis von zystischen Veränderungen am ventrolateralen Femurkopf-Schenkelhals-Übergang mit deutlicher Randsklerose. Diese als „herniation pits“ [23] bezeichneten Zysten werden als maxima-

ler Stresspunkt des femoroacetabulären Anschlagmechanismus interpretiert und dürfen nicht mit Osteoidosteomen verwechselt werden (■ **Abb. 6**).

Laterale und axiale Aufnahmen

Zur Darstellung einer 2. lateralen Ebene stehen verschiedene Aufnahmetechniken zur Verfügung:

- Dunn-Aufnahme,
- laterale Projektion nach Lauenstein,
- Cross-table-Aufnahme und die
- Faux-profile-Aufnahme nach Lequesne u. De Seze [15].

Die Entscheidung, welche dieser Aufnahmen angeordnet werden sollte, ist in Abhängigkeit von der Verdachtsdiagnose zu treffen. Meyer et al. [19] zeigten, dass die Dunn-Aufnahme mit 45°-Flexion die höchste Sensitivität aufweist, um Asphäritäten am Kopf-Hals-Übergang nachzuweisen. Eine ähnliche Sensitivität konnte in den Cross-table-Aufnahmen mit 15

Hier steht eine Anzeige.

Tab. 1 Klinische Tests zur Differenzierung von Hüftbeschwerden. (Nach [13])

Test	Pathologie	Durchführung
Impingementtest [16]	Sensitiver, aber recht unspezifischer Test; häufig positiv bei Vorliegen eines FAI, einer Hüftdysplasie mit Schäden des ventrosuperioren Labrums oder Knorpels, einer Ruptur des Lig. capitis femoris, aber nicht selten auch bei Psoas- und Inguinalproblemen	In Rückenlage wird das betroffene Hüftgelenk 90° flektiert, adduziert und innenrotiert (s. Abb. 1)
Drehmann-Zeichen	Weist im Wachstumsalter sensitiv auf das Vorliegen einer Epiphyseolysis capitis femoris hin	Spontane Außenrotation bei zunehmender Beugung im Hüftgelenk
Apprehensionstest [16]	Es entsteht ein Scherstress auf den ventrosuperioren Pfannrand. Positiv beim dorsalen FAI, sensitiv und spezifischer für Knorpel- und Labrumschäden in diesem Bereich, was häufig beim Cam-FAI und der Hüftdysplasie vorkommt	Hyperextension, Außenrotation und Abduktion der Hüfte (s. Abb. 2)
Patrick-Test (Viererzeichen)	Ventrale Leistenschmerzen weisen auf eine Hüft- oder Leistenproblematik hin, Schmerzen im Bereich des lumbosakralen Übergangs auf eine Affektion des Iliosakralgelenks	Beugung, Abduktion und Außenrotation
Adduktoren [9]	Mediale Leistenschmerzen, Adduktorenkontraktur, schmerzhafte Verspannung oder Kontraktur bei Abspreizasymmetrie; Minderung der Adduktorenkraft durch Ruptur oder Atrophie	In Rückenlage Anziehen beider Beine zur Beugung der Hüften von etwa 60° und der Kniegelenke von etwa 120°; Adduktion gegen Widerstand: Schmerz/Kraftminderung/Asymmetrien? Palpation vom Ansatz des M. adductor longus und/oder M. gracilis am unteren Schambeinast
Iliopsoas [10]	Schmerzen/Schwäche bei Anheben des gestreckten Beins in den ersten 10–20° der Hüftbeugung. Eine seitenunterschiedliche Druckempfindlichkeit in Kombination mit einer schmerzhaften Dehnung oder Verkürzung weisen auf psoasassoziierte Schmerzen hin	Palpation in Rückenlage des Patienten bei entspannter Bauchmuskulatur durch die Abdomenwand; Dehnung in Thomas-Test-Position, Heben des gestreckten Beins
Schnappende Psoassehne [9]	Bei vielen Patienten auslösbar, ist in der Regel nicht schmerzhaft und nicht pathologisch; pathologisch nur bei gleichzeitigem Schmerz	Schnappen beim Übergang von der gebeugten, abduziert innenrotierten Stellung in die Streckung und Außenrotation
Piriformissyndrom	Ischialgiforme Schmerzen dorsaler Oberschenkel nach distal ziehend	Passive Beugung und Außenrotation im Hüftgelenk
Traktusschnappen	Positiv bei der Coxa saltans	Untersuchung im Stand und am liegenden Patienten
Inguinalkanal	Differenzierung einer weichen Leiste bzw. Leistenhernie von einer Schmerzhaftigkeit der Conjoint-Sehnen am oberen Schambeinastansatz	Bei der weichen Leiste findet sich häufig eine Dilatation des äußeren Leistenrings, der sich bei Husten oder Niesen zusätzlich nach außen vorwölbt und schmerzverstärkt ist
Ely-Test	Bei Kontraktur des M. rectus femoris hebt sich dabei das Becken von der Liegefläche	Beugung des Kniegelenks in Bauchlage

Innenrotation nachgewiesen werden, so dass diese beiden Aufnahmen in Kombination mit einer Beckenübersichtsaufnahme von den Autoren zur Diagnosestellung des FAI empfohlen werden. Wir bevorzugen die Cross-table- oder Lauenstein-Aufnahme bei Vorliegen eines FAI, die Faux-profile-Aufnahme bei der Dysplasie und die Lauenstein-Projektion für die meisten anderen Verdachtsdiagnosen.

Die Cross-table- und Lauenstein-Aufnahme (in unserer Aufnahmetechnik) zeigt besonders gut den für das Cam-FAI wichtigen ventrolateralen Femurkopf-Schenkelhals-Übergang. Bei der Cross-table-Aufnahme kann zusätzlich, zumindest eingeschränkt, die Version des Acetabulums beurteilt werden. Die Faux-profile-Aufnahme erlaubt eine gute Beurteilung der ventralen Überdachung, was bei

der Dysplasie eine wichtige Information auch zur Operationsplanung liefert. Die Lauenstein-Aufnahme liefert – im Gegensatz zur oftmals durch die Weichteildicke qualitativ etwas schlechteren Cross-table-Projektion – eine gute, überlagerungsfreie Darstellung des proximalen Femurs in seiner axialen Ebene [14]. Hier lassen sich neben dem Cam-FAI auch gut avaskuläre Nekrosen (crescent sign [22]) oder eine Epiphyseolysis capitis femoris beurteilen ([Abb. 7](#)).

Der Offsetverlust des Femurkopf-Schenkelhals-Übergang beim FAI liegt v. a. ventrolateral, was gut in der Cross-table-, aber auch in der Lauenstein-Aufnahme dargestellt werden kann ([Abb. 7](#)). Beim Cam-FAI findet sich eine typische „stumpfe Wulstbildung“ im Kopf-Hals-Übergangsbereich, die „perfekte“ Run-

nung des Kopfes wird hier häufig bereits wenige Millimeter distal des Kopfäquators unterbrochen. Der Übergang des „Wulstes“ zum Schenkelhals ist eher „weich“ und ohne Stufenbildung. Abzugrenzen sind osteophytäre Anbauten, die häufig weiter distal liegen und typischerweise „zackenförmig“ abstehen. Im MRT sind letztere im Gegensatz zum Cam-Wulst mit Schleimhautgewebe unterminiert. Beim Pincer-FAI findet sich häufig eine Sattelbildung, die weiter distal bereits auf Schenkelhalsniveau liegt.

— Auf der axialen Projektion muss der ventrolaterale Hüftkopf-Schenkelhals-Übergang auf eine typische Cam-Deformierung und die Schenkelhalskontur auf eine Pincer-Sattelbildung analysiert werden.

Offset und Offset-Verlust können nach Eijer et al. [5] oder Nötzli et al. [21] vermessen werden. Nach Eijer wird der Abstand zwischen 2 Parallelen zur Schenkelhalsachse bestimmt. Eine Parallele liegt hierbei der ventralen Kontur des Hüftkopfs an, die andere der tiefsten Kontur des Schenkelhalses. Normalerweise beträgt das ventrale Offset $11,6 \pm 0,7$ mm, bei vorliegendem Cam-FAI ist dieser Wert auf $7,2 \pm 0,7$ mm reduziert [5]. Nach Nötzli wird der Winkel α zwischen der Schenkelhalsachse und einer Linie durch das Hüftkopffzentrum an den Punkt am Kopf-Hals-Übergang, bei dem die Asphärität beginnt, bestimmt (■ **Abb. 7**). Bei Werten $>50^\circ$ besteht ein pathologischer Kopf-Hals-Übergang [21]. Das Offset-Verhältnis (Offset-Ratio) ist definiert als das Verhältnis zwischen Kopf-Hals-Offset und Kopfdurchmesser. Während es bei Gesunden $0,21 \pm 0,03$ beträgt, ist es bei Vorliegen eines Cam-FAI auf $0,13 \pm 0,05$ reduziert [29].

Magnetresonanztomographie

Die MRT kann die Röntgendiagnostik des Hüftgelenks nicht ersetzen. Räumliche Lagebeziehungen und knöcherne Feinstrukturen wie Sklerosierungen und Trabekel sind im MRT wesentlich schlechter zu beurteilen. Dennoch steht mit der hochauflösenden MRT heute eine sehr sensitive und spezifische Untersuchungsmethode zur Verfügung, die im Gegensatz zur konventionellen Röntgendiagnostik eine Vielzahl pathologischer Veränderungen in einem noch therapierbaren Stadium abzubilden vermag. Ist in einer vorgeschalteten konventionellen MRT des Hüftgelenks nativ und nach i. v.-Kontrastmittelinjektion kein eindeutiger Nachweis pathologischer Veränderungen möglich, kann zusätzlich die Indikation zur direkten MRA nach intraartikulärer Injektion einer $0,1\text{-mM}$ -Gadolinium-DTPA-Lösung gestellt werden.

Konventionelles MRT der Hüfte

Zur Erfassung und Vergleich beider Hüftgelenke, insbesondere auch bei der Verdachtsdiagnose oder zum Ausschluss der nicht selten beidseits auftretenden Hüftkopfnekrose, sollte zumindest in einer Se-

Tab. 2 Radiologische Zeichen eines Cam-FAI

Bildgebende Diagnostik	Aufnahme	Cam-FAI
Nativröntgen	Beckenübersicht	Pistolengriffdeformität Erkerzysten „Herniation pits“ am Kopf-Hals-Übergang Gelenkspaltverschmälerung am Erker
	Laterale Aufnahme	Kopf-Hals-Offsetverlust mit α -Winkel $> 50^\circ$
MRT		Kopf-Hals-Offsetverlust mit α -Winkel $> 50^\circ$ Ventrolaterale Knorpelläsion „Herniation pits“ am Kopf-Hals-Übergang

Tab. 3 Radiologische Zeichen eines Pincer-FAI

Bildgebende Diagnostik	Aufnahme	Pincer-FAI
Nativröntgen	Beckenübersicht	Labrumossifikation, Os acetabuli Pfannenretroversion (Cross-over-Zeichen, Posterior-wall-Zeichen, prominente Spina ischiadica) Coxa profunda/Protrusio acetabuli
	Laterale Aufnahme	Sattelbildung am ventrolateralen Schenkelhals
MRT		Pfannenretroversion Labrumdegeneration/-ossifikation Knorpelläsionen (auch dorsomedial)

quenz sowohl das rechte als auch das linke Hüftgelenk in koronarer Schnitfführung dargestellt werden. In zusätzlichen axialen und sagittalen Schichten kann sich dann die Größe des Sichtfelds (field of view, FOV) auf das jeweils klinisch auffällige Hüftgelenk beschränken. Die Matrix sollte mindestens 512×256 Bildpunkte bei einer Schichtdicke von 3–4 mm betragen.

Als Übersichtsdarstellung beider Hüftgelenke eignet sich eine sog. STIR-Sequenz, die das Fettsignal unterdrückt und sehr sensitiv Ergussbildungen, Ödeme sowohl des Knochens als auch der Weichteile und pathologische Veränderung im umgebenden Weichteilgewebe zeigt. Ergänzend sollte eine koronare T₁-gewichtete Sequenz erfolgen, um beispielsweise Veränderungen im Rahmen einer Osteonekrose nachzuweisen.

Je nach Gerätetyp beinhaltet das Protokoll Protonendichte und T₂-gewichtete Sequenzen in axialer und sagittaler Schnitfführung sowie T₁-gewichtete Sequenzen mit Fettsuppression nach Kontrastmittelgabe zur Detektion pathologischer Kontrastmittelanreicherungen z. B. im Bereich der Synovia, in Weichteil- und Knochentumoren und zum Nachweis avaskulärer Nekrosen. Bei Bildgebung mittels koronarer, axialer und streng sagit-

taler Bilder erfolgt die Einstellung parallel zur Körperhauptachse. Alternativ kann in schräg koronarer und schräg sagittaler Ebene untersucht werden. Die schräg koronaren Schichten werden senkrecht auf die Acetabulumöffnung und die schräg sagittalen Schichten parallel zum Femurhals ausgerichtet [26].

MRA der Hüfte

Die intraartikuläre Kontrastierung erfolgt in der für die diagnostische Infiltration des Hüftgelenks beschriebenen Technik. Bei 20 ml Volumen benutzen wir meist 15 ml einer $0,1\text{-mM}$ -Gadolinium-DTPA-Lösung in Kombination mit 2%igem Bupivacain. Das injizierte Gesamtvolumen des Cocktails beträgt je nach Gelenkgröße 15–25 ml. Je mehr Volumen appliziert werden kann, desto besser werden die intraartikulären Strukturen kontrastiert.

Der Zusatz des Lokalanästhetikums ermöglicht durch die Beobachtung einer Schmerzfremheit oder Schmerzreduktion während der Füllung des Hüftgelenks Rückschlüsse auf das Vorliegen einer intraartikulären Pathologie (s. unten). Hierbei ist aber festzustellen, dass diese Art des Lokalanästhetikumtests nicht so effektiv ist wie die alleinige Injektion eines Lokal-

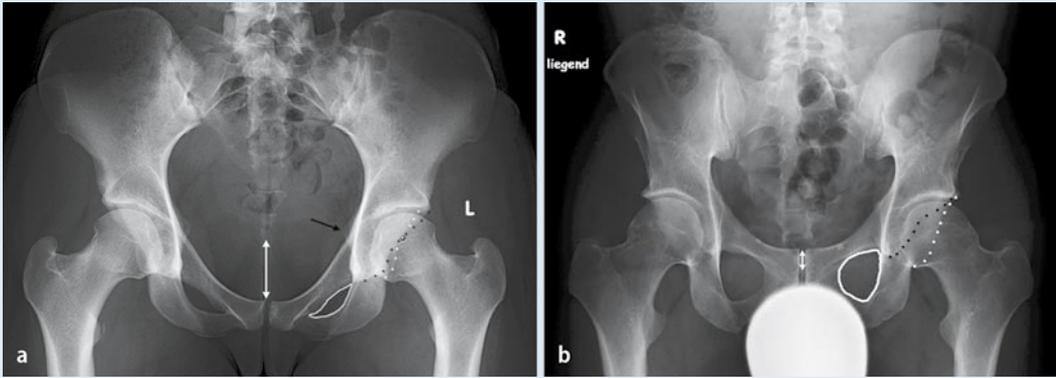


Abb. 4 ▲ Beckenübersichtsaufnahme in leichter Inlet- (a) und leichter Outlet-Projektion (b) (schwarze Punkte: vorderer Pfannenrand, weiße Punkte hinterer Pfannenrand). Der Abstand Steißbeinspitze-Symphyse (A) wird bei Inlet-Projektion größer (weißer Pfeil), die Foramina obturatoria werden schlitzförmig (weiße Linie); Vortäuschung einer Pfannenretroversion (a) bzw. zu starken Pfannenanteversion (b)



Abb. 5 ◀ Pfannenretroversion beidseits: Der hintere (weiße Punkte) überkreuzt den vorderen Pfannenrand (schwarze Punkte, positives Cross-over-Zeichen), das Hüftkopffzentrum liegt lateral des hinteren Pfannenrandes (Posterior-wall-Zeichen), die Spina ischiadica wird ins kleine Becken projiziert (Pfeil)



Abb. 6 ▲ Chronisches Kombinations-FAI mit ventrolateraler Labrumossifikation oder kleiner Pfannenrandstressfraktur (weiße Pfeile) und zystischen Veränderungen am ventrolateralen Kopf-Hals-Übergang („herniation pits“, schwarze Pfeile)

anästhetikums. Wir führen dies auf die eine mögliche Schmerzauslösung durch die Kombination mit Gadolinium und die Distension des Gelenks mit einem großen Flüssigkeitsvolumen zurück.

Die Zeit zwischen Injektion und Beginn der MRA sollte 30 min nicht überschreiten, um eine Resorption des Kontrastmittels aus dem Gelenk zu reduzieren. Es kommt selten vor, dass Kontrastmittel trotz korrekter intraartikulärer Injektion bei der MRA nicht mehr im Gelenk, sondern bereits im Retroperitoneum und in der Blase zu sehen ist. In diesen Fällen liegt wahrscheinlich eine Verbindung des Gelenks mit der Sehnenscheide der Sehne des M. psoas vor.

Bei der MRA werden entweder T1-gewichtete Spinechosequenzen mit oder ohne Fettunterdrückung oder T1-gewichtete 3D-Gradientenechosequenzen eingesetzt. Die Schichtorientierung ist vergleichbar mit der konventionellen MRT; es wird jedoch ein kleineres FOV mit Abbildung nur der interessierenden Hüfte verwendet. Auch bei der MRA kann die Schnittpositionierung entweder parallel zur Körperhauptachse oder angepasst an das Hüftgelenk in schräg koronaren Schichten senkrecht auf die Acetabulumöffnung oder schräg sagittalen Schichten parallel zum Femurhals erfolgen [4, 6, 28]. Radiäre Sequenzen erlauben einen senkrechten Anschnitt des Acetabulums und

erleichtern das Erkennen von Labrumrisissen. Abhängig vom Gerätetyp ist es jedoch sehr zeitaufwändig, diese Schichten zu akquirieren [17].

MRT bei FAI

Beim klinisch-röntgenologischem Verdacht auf ein FAI kommt der hochauflösenden MRA eine besondere Bedeutung zu (■ Tab. 2, 3). Im Rahmen der Erkrankung sind verschiedene Strukturen betroffen, die dargestellt werden müssen. Das Labrum acetabulare bzw. der Labrum-Knorpel-Übergang zeigt insbesondere beim Cam-FAI ventrolaterale Läsionen, bis hin zu ausgedehnten angren-

Hier steht eine Anzeige.



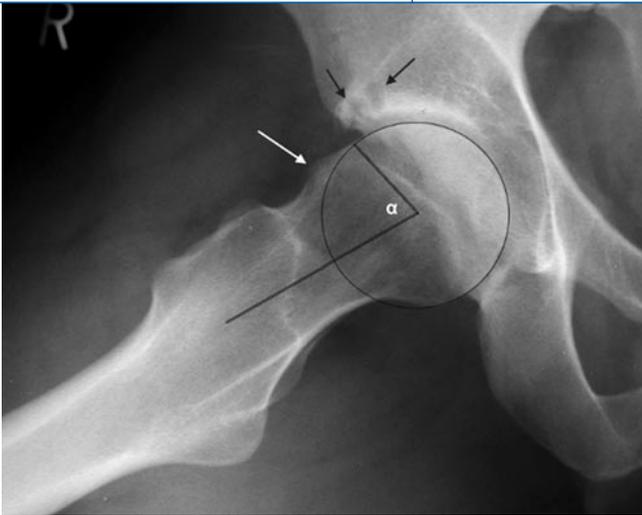


Abb. 7 ◀ Lauenstein-Aufnahme: Cam-FAI mit Offset-Verlust des Kopf-Hals-Übergangs (weißer Pfeil); Sekundärschäden mit Geröllzysten des Pfannenerkers (schwarzer Pfeil), α -Winkel=78

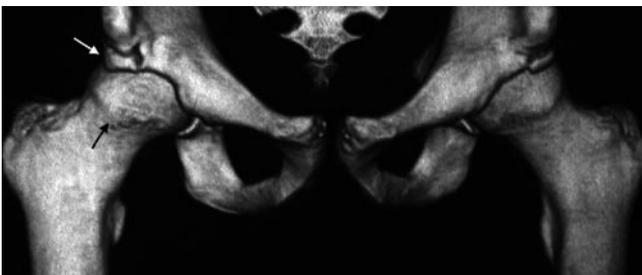


Abb. 9 ◀ 3D-CT-Rekonstruktion eines Kombinations-FAI mit beidseitiger ventral betonter Cam-Deformität (schwarzer Pfeil) und ventrolateraler Pincer-Komponente (weißer Pfeil) mit Stressfraktur



Abb. 8 ▲ FAI im T2-gewichteten koronaren Bild: Im Bereich der Labrumbasis (weißer Pfeil) findet sich bereits eine Knochenapposition an den Pfannenrand, im Bereich des ventrolateralen Kopf-Hals-Übergangs (schwarzer Pfeil) zeigen sich Ödematisierungen und eine angedeutete „herniation pit“



Abb. 10 ▲ Punktion des Hüftgelenks unter Durchleuchtungskontrolle: die Kanüle liegt dem ventralen Schenkelhals auf

zenden Knorpelschäden und darunter liegenden Pfannenerkerzysten (■ **Abb. 8**). Beim Pincer-FAI ist das Labrum degeneriert, z. T. bereits verknöchert, angrenzende Knorpelschäden und Zysten finden sich hier seltener.

Bei der Coxa profunda oder Protusio acetabuli beim Pincer-FAI sind insbesondere auch die zentralen Gelenkanteile auf Knorpelschäden hin zu analysieren, zusätzlich die dorsoinferioren Anteile als Contre-coup-Effekt der veränderten biomechanischen Situation. Hinweise auf höhergradige Knorpelschäden liefern darunter liegende subchondrale Ödeme und Pfannenerkerzysten. In der sagittalen Schichtung ist beim Pincer-FAI insbesondere auf eine Pfannenretroversion zu achten, die hier gut vermessen werden kann.

Der Kopf-Hals-Übergang ist auf ein vermindertes Offset zu analysieren, das typischerweise ventral und ventrolateral zu finden ist. Hilfreich sind hier sagittale und radiäre Sequenzen um die Schenkelhalsachse. Nötzli et al. [21] beschrieben in ihrer Originalarbeit den α -Winkel zur Messung der Asphärizität am Kopf-Hals-Übergang im MRT. Werte >50 sind als pathologisch zu werten. Beim Cam-

FAI finden sich häufig synoviale Einstülpungen und Ödeme am Kopf-Hals-Übergang (sog. „herniation pits“), die nicht als Osteoidosteome fehlgedeutet werden dürfen (■ **Abb. 8**, [2]).

Computertomographie

Durch die CT lassen sich knöcherne Strukturen gut beurteilen. Entsprechend können die Asphärizität am Kopf-Hals-Übergang und die Messung des α -Winkels auch in der CT erfolgen [1]. Zudem ermöglicht sie eine dreidimensionale (3D-) Rekonstruktion und damit die genaue Darstellung der Asphärizität, was zur Planung und während der Durchführung einer operativen Maßnahme hilfreich sein kann (■ **Abb. 9**). Ein Vorteil ist die gute Verfügbarkeit der CT, nachteilig sind im Gegensatz zur MRT die Strahlenbelastung und eine fehlende Aussage über Begleitpathologien wie Labrumläsionen [1].

Diagnostische Infiltration des Hüftgelenks

Die diagnostische Infiltration des Hüftgelenks hat einen hohen Stellenwert, insbesondere auch zur Differenzialdiagnose ei-

ner extraartikulären Schmerzgenese. Die intraartikuläre Lage der Nadel sollte unter Durchleuchtung oder Ultraschallkontrolle bestätigt werden. Hierzu liegt der Patient auf dem Rücken. Nach Desinfektion und steriler Abdeckung wird das Gelenk unter Bildwandler- oder Ultraschallkontrolle von ventrolateral punktiert. Die Nadel rutscht dabei auf dem ventralen Schenkelhals-Kopf-Übergang sicher ins Gelenk (■ **Abb. 10**).

Bei direkter Punktion von ventral besteht das Risiko einer periartikulären Injektion, da die Nadel die Kapsel auf den Schenkelhals drücken kann, ohne diese zu perforieren. Zur Bestätigung der intraartikulären Lage der Punktionsnadel kann dem Lokalanästhetikum eine ge-

ringe Menge jodhaltigen Röntgenkontrastmittels (Bildwandlertechnik) zugefügt werden. Ein Injektionsvolumen von 5 ml ist ausreichend. Der Patient bleibt für wenige Minuten auf dem Rücken bei angebeugtem Hüftgelenk liegen, was eine Diffusion auch in den zentralen Gelenkbereich erleichtert. Je nach verwendetem Lokalanästhetikum stellt sich bereits nach 10–15 min der analgetische Effekt ein.

Fazit für die Praxis

Eine systematische Untersuchung des Hüft- und Leistenbereichs ist entscheidend, um zur korrekten Diagnose eines FAI zu gelangen. Neben der Anamneseerhebung und körperlichen Untersuchung ist eine standardisierte Röntgenuntersuchung entscheidend. Eine möglichst hochauflösende MRT oder besser MRA liefert wichtige Zusatzinformationen über sekundär degenerative Folgeschäden, anhand derer eine Differenzierung zwischen der FAI-Form und häufig auch eine Entscheidung zwischen gelenkerhaltendem oder -ersetzendem Vorgehen getroffen werden kann. Sie kann die Röntgendiagnostik aber nicht ersetzen. Zur differentialdiagnostischen Abklärung einer extraartikulären Genese der Schmerzen gehört der LA-Test zum wichtigen Baustein der präoperativen Diagnostik. Es ist zu hoffen, dass eine frühere und verbesserte Diagnostik des FAI sowohl zum besseren Verständnis seiner Ätiopathogenese als auch zur Früherkennung und Einleitung einer entsprechenden Sportkarenz oder operativen Behandlung führt.

Korrespondenzadresse

Dr. M. Kusma

Klinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie, Universitätskliniken des Saarlands Kirrberger Straße, 66421 Homburg/Saar matthias.kusma@uks.eu

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Beaulieu PE, Zaragoza E, Motamedi K et al (2005) Three-dimensional computed tomography of the hip in the assessment of femoroacetabular impingement. *J Orthop Res* 23: 1286–1292
2. Beck M, Kalhor M, Leunig M, Ganz R (2005) Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage: Femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 87(7): 1012–1018
3. Clohisy JC, Carlisle JC, Beaulieu PE et al (2008) A systematic approach to the Plain Radiographic evaluation of the young adult hip. *J Bone Joint Surg Am* 90: 47–66
4. Czerny C, Oschatz E, Neuhold A et al (2002) MR-Arthrographie des Hüftgelenkes. *Radiologe* 42: 451–456
5. Eijer H, Leunig M, Mahomed MN, Ganz R (2001) Anterior femoral head-neck offset: A method for measurement. *Hip Int* 11: 37–41
6. Elentuck D, Palmer WE (2004) Direct magnetic resonance arthrography. *Eur Radiol* 14(11): 1956–1967
7. Ganz R, Leunig M, Leunig-Ganz K, Harris WH (2008) The etiology of osteoarthritis of the hip: An integrated mechanical concept. *Clin Orthop Relat Res* 466: 264–272
8. Ganz R, Parvizi J, Beck M et al (2003) Femoroacetabular impingement: A cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 417: 112–120
9. Hölmich P, Dienst M (2006) Differentialdiagnose von Hüft- und Leistenschmerzen – Symptome und körperliche Untersuchungstechnik. *Orthopäde* 35: 8–15
10. Hölmich P, Uhrskou P, Ulnits L et al (1999) Effectiveness of active physical training as treatment for longstanding adductor-related groin pain in athletes: A randomized trial. *Lancet* 353: 439–443
11. Kalberer F, Sierra RJ, Madan SS et al (2008) Ischial spine projection into the pelvis: A new sign for acetabular retroversion. *Clin Orthop Relat Res* 466: 677–683
12. Katada S, Ando K (1984) A roentgenographic evaluation of the indices for hip dysplasia in children influenced by pelvic tilt. In: Ueno R, Akamatsu N, Itami Y (eds) *The Hip. Clinical Studies and Basic Research*. Elsevier Science, Amsterdam, S 137–140
13. Kusma M, Schneider G, Bachelier F, Dienst M (2006) Klinische und bildgebende Diagnostik des Hüftgelenkes. *Arthroscopie* 19: 6–15
14. Lauenstein C (1901) Nachweis der „Kocherschen Verbiegung“ des Schenkelhalses bei der Coxa vara durch Röntgenstrahlen. *Fortschr Röntgenstr* 4: 61
15. Lequesne N, de Seze S (1961) Le fraux profil du bassin. Nouvelle incidence radiographique pour l'étude de la hanche. *Rev Rheum Mal Osteoartic* 28: 643–652
16. Leunig M, Ganz R (2005) Femoroacetabular impingement. Häufige Ursache von zur Arthrose führenden Hüftbeschwerden. *Unfallchirurg* 108: 9–17
17. Locher S, Werlen S, Leunig M, Ganz R (2002) MR-Arthrographie with radial sequences for visualization of early hip pathology not visible on plain radiographs. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 140: 52–57
18. MacDonald SJ, Garbus D, Ganz R (1997) Clinical evaluation of the symptomatic young adult hip. *Semin Arthroplasty* 8: 3–9
19. Meyer DC, Beck M, Ellis T et al (2006) Comparison of six radiographic projections to assess femoral head/neck asphericity. *Clin Orthop Relat Res* 445: 181–185
20. Murray RO (1965) The etiology of primary osteoarthritis of the hip. *Br J Radiol* 38: 810–824
21. Nötzli HP, Wyss TF, Stöcklin CH et al (2002) The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br* 84: 556–560
22. Pappas JN (2000) The musculoskeletal crescent sign. *Radiology* 217: 213–214
23. Pitt MJ, Graham AR, Shipman JH, Birkby W (1982) Herniation pit of the femoral neck. *Am J Roentgenol* 138: 1115
24. Reynolds D, Lucas J, Klauke K (1999) Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br* 81: 281–288
25. Rippstein J (1955) Zur Bestimmung der Antetorsion des Schenkelhalses mittels zweier Röntgenaufnahmen. *Z Orthop* 86: 345–360
26. Sadro C (2000) Current concepts in magnetic resonance imaging of the adult hip and pelvis. *Semin Roentgenol* 35(3): 231–248
27. Siebenrock KA, Kalbermatten DF, Ganz R (2003) Effect of pelvic tilt on acetabular retroversion: A study of pelvis from cadavers. *Clin Orthop* 407: 241–248
28. Steinbach LS, Palmer WE, Schweitzer ME (2002) Special focus session. MR arthrography. *Radiographics* 22(5): 1223–1246
29. Tannast M, Murphy SB, Langlotz F et al (2006) Estimation of the pelvic tilt on anteroposterior X-rays: A comparison of six parameters. *Skeletal Radiol* 35: 149–155