

Redaktion

S. Delorme, Heidelberg (Leitung)
P. Reimer, Karlsruhe
W. Reith, Homburg/Saar
C. Schäfer-Prokop, Amersfoort
C. Schüller-Weidekamm, Wien
M. Uhl, Freiburg



CrossMark



3 Punkte sammeln auf ...

[springermedizin.de/
eAkademie](http://springermedizin.de/eAkademie)

Teilnahmemöglichkeiten

Diese Fortbildungseinheit steht Ihnen als e.CME und e.Tutorial in der Springer Medizin e.Akademie zur Verfügung.

- e.CME: kostenfreie Teilnahme im Rahmen des jeweiligen Zeitschriftenabonnements
- e.Tutorial: Teilnahme im Rahmen des e.Med-Abonnements

Zertifizierung

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Hinweis für Leser aus Österreich

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die in der e.Akademie erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH
Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
E-Mail: kundenservice@springermedizin.de

CME Zertifizierte Fortbildung

F. Schmaranzer^{1,2} · M. Hanke¹ · T. Lerch¹ · S. Steppacher¹ · K. Siebenrock¹ · M. Tannast¹

¹ Universitätsklinik für Orthopädische Chirurgie und Traumatologie, Bern, Schweiz

² Universitätsklinik für Radiologie, Innsbruck, Österreich

Impingement der Hüfte

Zusammenfassung

Das Konzept des femoroazetabulären Impingements (FAI) beschreibt den schmerzhaften repetitiven ossären Anschlag zwischen Azetabulum respektive Becken und proximalem Femur. Es kann zu einer charakteristischen Schädigung an den Gelenkbinnenstrukturen führen und stellt somit eine Hauptursache für die Entstehung der juvenilen Coxarthrose dar. Der vorliegende Artikel beinhaltet neben der Beschreibung des aktuellen Behandlungskonzepts beim FAI die entsprechende radiologische Abklärung inklusive einer Übersicht über Standardmessmethoden und coxometrische Grenzwerte und legt den Fokus auf das Verständnis der Gesamtmorphologie bei dieser komplexen Fragestellung.

Schlüsselwörter

Hüftgelenk · Coxarthrose · Femoroazetabuläres Impingement · Magnetresonanztomographie · Arthrographie

Lernziele

Nach Absolvieren dieser Fortbildungseinheit kennen Sie ...

- die verschiedenen Impingementtypen und deren Pathomechanismus.
- das Spektrum der hüftgelenkerhaltenden Chirurgie.
- das radiologische Assessment beim femoroazetabulären Impingement.
- den Stellenwert der jeweiligen Modalitäten für die Therapieplanung.

Einleitung

Die Etablierung des femoroazetabulären Impingements (FAI) hat zu einem sprunghaften Anstieg an gelenkerhaltenden Eingriffen geführt und bedarf eines speziellen radiologischen Assessments. Zwei grundlegend verschiedene FAI-Pathomechanismen werden unterschieden:

- Inklusions-/„Cam“-Impingement,
- Impaktions-/„Pincer“-Impingement.

Von entscheidender Bedeutung für die Therapieplanung sind die Beschreibung und Klassifikation von Azetabulum, Femursphärizität und Femurtorsion sowie des Status der Gelenksdegeneration.

Mit der Einführung der **chirurgischen Hüftgelenkluxation**, einer Operationstechnik, die die direkte Einsicht in das Gelenk und die dynamische Visualisierung des Kontakts zwischen Femur und Azetabulum ermöglicht, konnte das Konzept des FAI zum ersten Mal explizit beschrieben und schließlich etabliert werden. Es beschreibt den verfrühten bewegungsabhängigen, repetitiven ossären Kontakt zwischen proximalem Femur und Azetabulum. Dieser Kontakt wird durch primäre knöchernen Veränderungen an den korrespondierenden Gelenkteilen begünstigt. Das wiederkehrende Anschlagen induziert Scherkräfte, welche in Abhängigkeit von der prädominanten Pathomorphologie in unterschiedlichem Ausmaß und unterschiedlicher Lokalisation zu Labrum- und Knorpelschäden führen und letztendlich in der Gelenkdestruktion enden können [1]. Prinzipiell wird zwischen einem **Inklusions-** („Nockenwellen“- , „Cam“-) und einem **Impaktionstyp** („Beißzangen“- , „Pincer“-)-FAI unterschieden. Beim Inklusionstyp findet der Anschlag derart statt, dass der Femurkopf noch in das Azetabulum hineingleiten kann. Beim Impaktionstyp kommt es zu einem harten Anschlag am Azetabulum ähnlich dem einer Tür. Während bei ersterem eine Asphärizität am anterosuperioren Schenkelhals-Femurkopf-Übergang den Bewegungsspielraum einschränkt, liegt beim „Pincer“-/Impaktionsimpingement eine vermehrte Überdachung oder eine Fehlorientierung des Azetabulums vor. In der Mehrzahl der Fälle treten gemischte FAI-Formen auf (■ **Abb. 1 und 2**; [1, 2]). Einen weiteren wichtigen Einflussfaktor stellen Femurfehlstellungen (z. B. Torsionsstörungen) dar, welche das intraartikuläre Impingement kompensieren bzw. verstärken und Ursache für ein extraartikuläres Impingement sein können [3].

Ziel der gelenkerhaltenden Hüftchirurgie ist die Korrektur der knöchernen Pathomorphologien, um die fortschreitende Schädigung des Gelenkknorpels zu verhindern. Unentbehrliche

In der Mehrzahl der Fälle treten gemischte FAI-Formen auf

Impingement of the hip

Abstract

Femoroacetabular impingement (FAI) describes the repetitive painful contact between the acetabulum, the pelvis and the proximal femur. This bony abutment can lead to a characteristic pattern of chondrolabral damage and is one of the main etiological factors in the development of juvenile osteoarthritis of the hip joint. This article describes the current treatment concepts of FAI and the radiological assessment including an overview of standard measurement methods, coxometric parameters and cut-off values. Furthermore, the authors stress the importance of a profound understanding of the entire configuration of the pelvis and the dynamic interplay of its components.

Keywords

Hip joint · Hip osteoarthritis · Femoroacetabular impingement · Magnetic resonance imaging · Arthrography

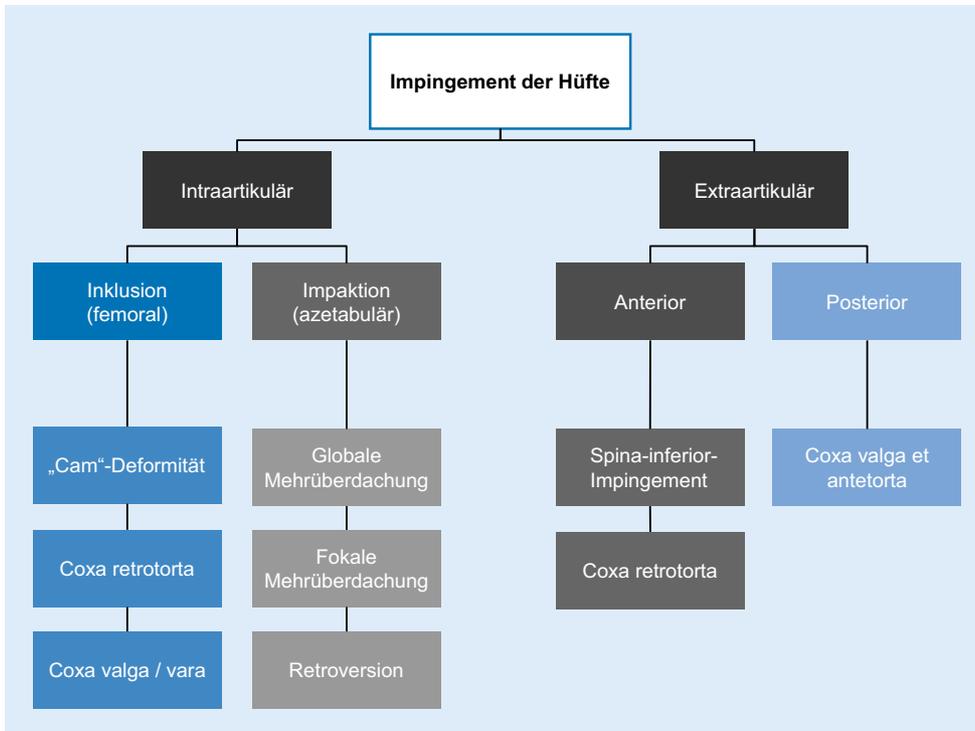


Abb. 1 ▲ Überblick über das femoroazetabuläre Impingement (FAI)

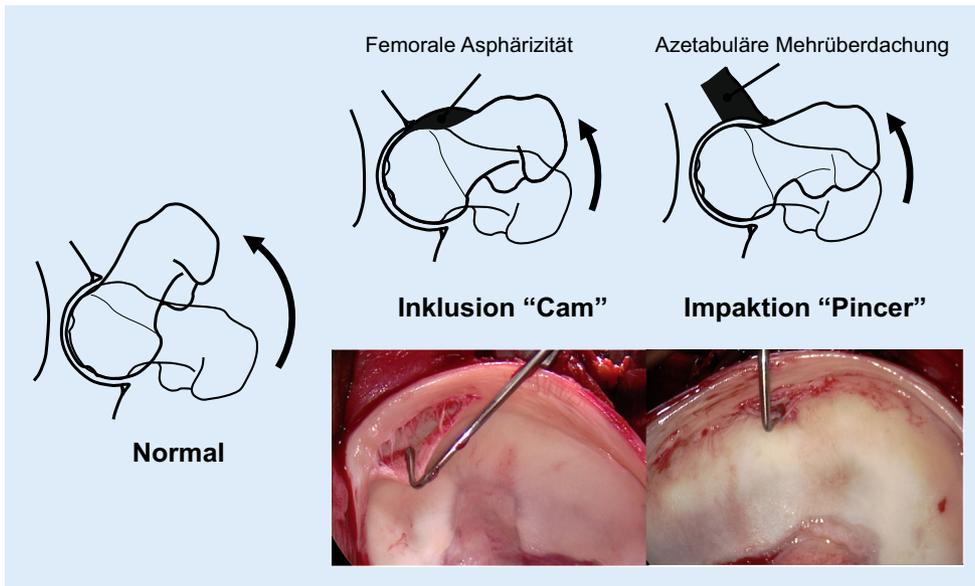


Abb. 2 ▲ Inklusionsimpingement versus Impaktionsimpingement: Die dynamische Inklusion der Asphärizität am Schenkelhals in die Gelenkpfanne induziert Scherkräfte in der chondrolabralen Übergangszone und führt im Verlauf zur typischen Delaminierung des Knorpels und Ablösung des Labrums vom Azetabulum. Hingegen verhindert die azetabuläre Mehrüberdachung die Inklusion des proximalen Schenkelhalses und zieht eine Impaktion desselben gegen den Azetabulumerker nach sich. Diese Impaktion führt zu linearen chondrolabralen Schädigungen

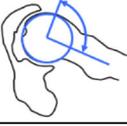
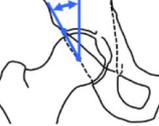
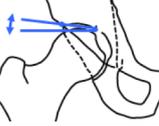
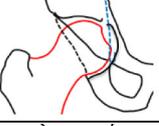
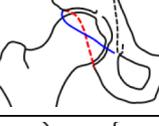
Parameter	Schema	Grenzwerte	Modalität
Alphawinkel (°)		< 60: normal > 60: „Cam“-Morphologie	MRT/CT, axiales Röntgen
Corpus-Collum-Diaphysen-Winkel (CCD) (°)		125 – 139: normal < 125: Coxa vara > 139: Coxa valga	Beckenübersicht
Femurtorsion (°)	s. Abb. 7	10 – 25: normal < 0: Retrotorsion > 35: exzessive Antetorsion	MRT/CT
LCE („lateral center edge“)-Winkel (°)		23 – 33: normal < 23: Dysplasie > 33: Mehrüberdachung > 40: schwere Mehrüberdachung	Beckenübersicht
Azetabularindex (°)		3 – 13: normal > 14: Dysplasie < 3: Mehrüberdachung ≤ 8: schwere Mehrüberdachung	Beckenübersicht
Protrusio acetabuli		negativ: normal positiv: globale Mehrüberdachung	Beckenübersicht
„Cross-over sign“		negativ: normal positiv: Retroversion	Beckenübersicht
„Posterior wall sign“		negativ: normal positiv: Retroversion	Beckenübersicht
„Ischial spine sign“		negativ: normal positiv: Retroversion	Beckenübersicht

Abb. 3 ▲ Standardmessungen und Parameter in der Abklärung eines femoroazetabulären Impingements (gestrichelte Linie Hinterwand, Linie Vorderwand; [7, 9, 10])

Grundlage für die Therapieplanung sind neben der Klinik des Patienten die anteroposteriore (ap.-) Beckenübersicht, ein axiale Röntgenaufnahme und die Magnetresonanz (MR)-Bildgebung, v. a. die direkte MR-Arthrographie. Aufgrund der hohen Prävalenz von FAI-Morphologien sowie von chondrolabralen Läsionen auf Röntgen- bzw. MR-Bildern von asymptomatischen Probanden müssen die radiologischen Befunde immer im klinischen Kontext interpretiert werden [4].

Die Wahl des chirurgischen Verfahrens richtet sich nach der prädominanten Pathomorphologie sowie nach deren Lokalisation unter Einbeziehung der gesamten Gelenkconfiguration. Einfache, hauptsächlich anterior lokalisierte Deformitäten können arthroskopisch behandelt werden [5]. Die chirurgische Hüftluxation erlaubt die sichere und muskelschonende Luxation des Gelenks und ist durch die direkte 360°-Übersicht in das Gelenk und die dynamische Visualisierung des

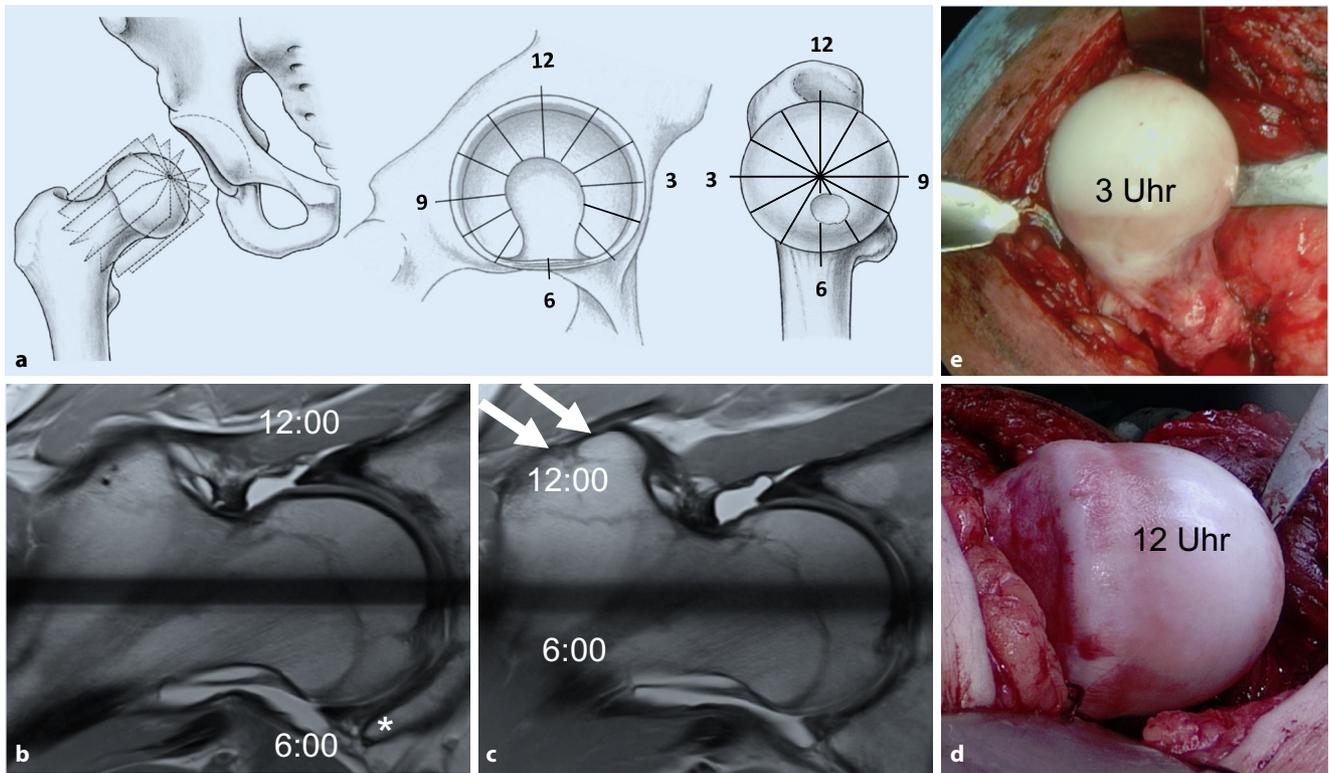


Abb. 4 ▲ **a** Radiäre Schichten um die Schenkelhalsachse; **b** Tränenfigur = azetabuläre 6/12-Uhr-Position (Stern); **c** Trochanter major = femorale 12-Uhr-Position (Pfeile), **d** posteriore „Cam“-Deformität; **e** anteriosuperiore „Cam“-Deformität. (a Mit freundl. Genehmigung von Steppacher et al. [12])

Impingementkonflikts unverändert der Goldstandard der FAI-Chirurgie [6]. Die chirurgische Hüftluxation ermöglicht die Korrektur kombinierter und zirkumferenzieller Läsionen und kann bei komplexen Femurfehlstellungen um proximale Femurosteotomien erweitert werden.

Stellenwert der Projektionsradiographie

Die standardisierte Beckenübersicht im Liegen in ap.-Projektion ist die Basis der radiologischen Impingementabklärung [7]. Das Röntgen muss ergänzend zu jeder Schnittbildbefundung mitbeurteilt werden, um einen Überblick über die Konfiguration des Hemipelvis zu erhalten. Die Projektionsradiographie ermöglicht nur eine grobe Einteilung des Arthrosegrades nach Tönnis (Gelenkspaltweite, subchondrale Sklerose, Zysten), jedoch ist die beginnende Coxarthrose (entsprechend eines Tönnis ≥ 1) ein negativer Prädiktor für die langfristige Prognose nach gelenkerhaltender Operation [8]. ■ **Abb. 3** gibt eine Übersicht über alle Standardmessungen der FAI-Abklärung [9].

Femorale Impingementmorphologien

Inklusions-FAI: „Cam“-Morphologie

Pathomechanismus

Beim Inklusions-/„Cam“-Impingement induziert die wiederholte Impression des konvex verformten Schenkelhals-Femurkopf-Übergangs Scherkräfte am Azetabulum, die zu einer Separation in der chondrolabralen Übergangzone führen. Im Unterschied zum Impaktions-FAI kann der pathologisch geformte Femurkopf in das Azetabulum eindringen, was zu ausgeprägteren initialen Schäden an Knorpel und Labrum führt. Mit zunehmender Dauer des mechanischen Konflikts kommt es zu einer Ablösung des Labrums vom Pfannenrand und der charakteristischen teppichartigen Abscherung des azetabulären Gelenkknorpels (■ **Abb. 1 und 2**). Die „Cam“-

Die standardisierte Beckenübersicht im Liegen in ap.-Projektion ist Basis der radiologischen Impingementabklärung

Die „Cam“-Deformität befindet sich typischerweise anteriosuperior

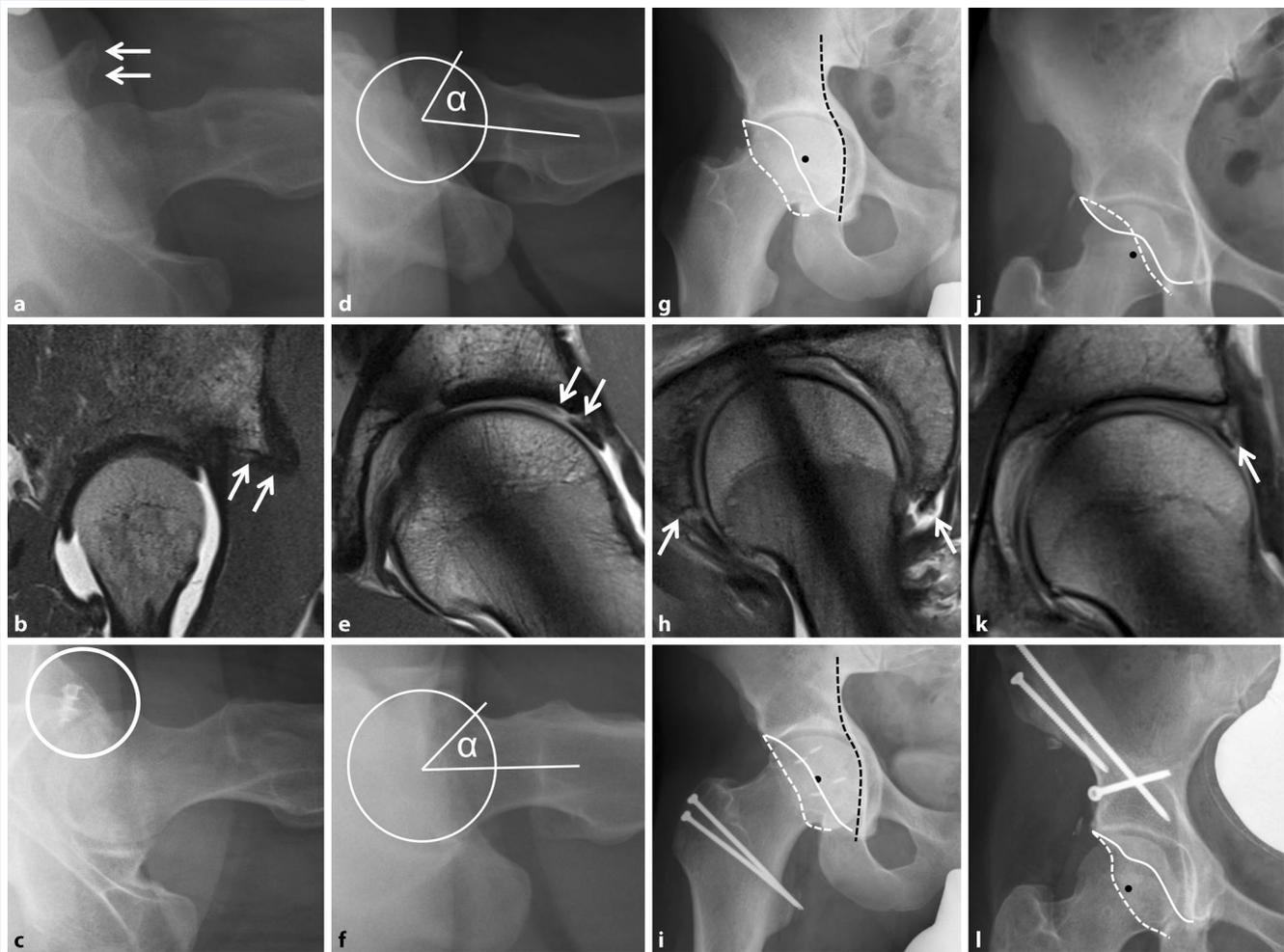


Abb. 5 ▲ Prä- und postoperative Bildgebung: **a** und **b** hypertrophe Ausziehung der Spina iliaca anterior inferior (Pfeile), **c** nach Korrektur; **d** anterosuperiore „Cam“-Deformität ($\alpha > 60^\circ$) mit Knorpel delamination und Labrumriss (**e**, Pfeile), **f** nach arthroskopischer Korrektur; (Linie Vorderwand, gestrichelte Linie Hinterwand); **g** und **h** Protrusio acetabuli mit zirkumferenzieller Labrumdegeneration (Pfeile), **i** nach chirurgischer Hüftluxation mit Pfannenrandtrimmung und Labrumrefixation mit Knochenankern; **j** ausgeprägte azetabuläre Retroversion mit Labrumläsion (**k**, Pfeil), **l** nach antevertierender periazetabulärer Osteotomie

Ziel der gelenkerhaltenden Therapie ist die Rekonturierung des physiologischerweise konkaven Schenkelhalses

Deformität befindet sich typischerweise anterosuperior. Demensprechend lässt sich der Konflikt als schmerzhafte Bewegungsrestriktion mittels kombinierter Flexion, Innenrotation und Adduktion reproduzieren (**anterioren Impingementtest**; [1]). Viel seltener sind die Asphäritäten posterior oder zirkumferenziell gelegen (Abb. 4). Neben sekundären Ursachen (z. B.: M. Perthes, Epiphysiolysis capitis femoris) wird das Auftreten der meisten „primären“ „Cam“-Deformitäten auf stressadaptive, aktivitätsinduzierte Prozesse der Femurepiphyse während der Adoleszenz und auf subklinische Verläufe der Epiphysiolyse zurückgeführt [11]. Ziel der gelenkerhaltenden Therapie ist die Rekonturierung des physiologischerweise konkaven Schenkelhalses (Abb. 5d-f; [1, 5, 7, 8]).

Bildgebung der „Cam“-Deformität

Im Gegensatz zur „pistol-grip deformity“, welche auf der Beckenübersicht superolateral zur Darstellung kommt, erlauben axiale Röntgenaufnahmen (modifizierte „Dunn“-, axiale „cross-table“-, „Lauenstein“-Aufnahme) eine bessere Visualisierung der anterosuperioren Asphärität [13]. Der Alphawinkel quantifiziert den Beginn der Taillierungsstörung des Schenkelhalses. Vom Femurkopfzentrum aus wird eine Linie zu dem Punkt gezogen, an dem der konkav verformte Schenkelhals-Kopf-Übergang den Radius des Femurkopfs überschreitet. Die zweite Linie entspricht der Schenkelhalsachse, welche als Referenzlinie dient. Trotz einer standardisierten

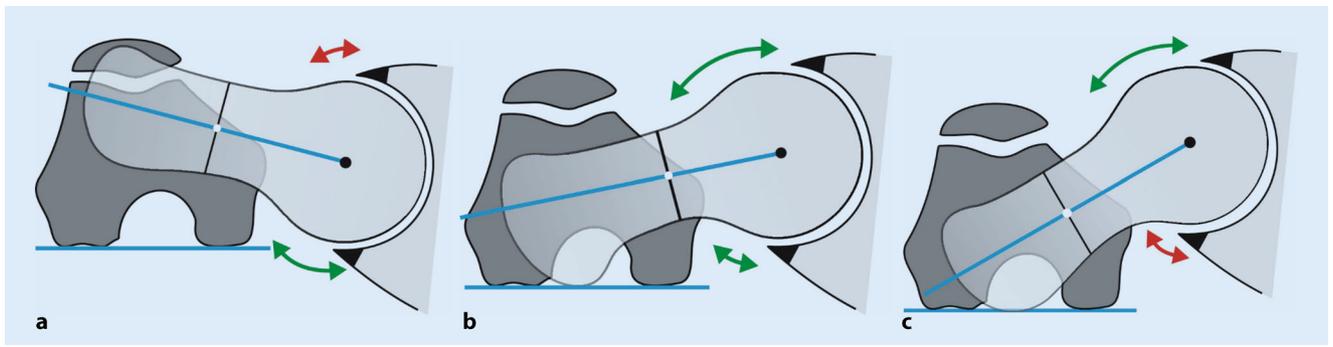


Abb. 6 ▲ Effekt der Femurtorsion auf Innen- und Außenrotation: **a** Retrotorsion, **b** normal, **c** exzessive Antetorsion. (Mit freundl. Genehmigung von Schmaranzer und Kogler [17])

Messtechnik unterliegt die Bestimmung des Alphawinkels einer gewissen Inter- und Intra-variabilität, welche bei der Beurteilung berücksichtigt werden sollte. Traditionellerweise werden Winkel von mehr als 55° als Diagnosekriterium für das Vorliegen einer „Cam“-Morphologie verwendet, jedoch wird zunehmend ein Winkel von 60° als Grenzwert vorgeschlagen (▣ **Abb. 3** und **5d-f**; [13]). In der Magnetresonanztomographie (MRT) sind radiäre Schichten, die um die Schenkelhalsachse rotieren, der Goldstandard in der Bildgebung der „Cam“-Deformität, da sie eine zirkumferenzielle, orthogonale Darstellung des proximalen Femurs ermöglichen (▣ **Abb. 4**; [13, 14]). Die genaue Lokalisierung der „Cam“-Deformität ist wichtig, da Taillierungsstörungen, welche nach posterosuperior reichen, aufgrund der Nähe zu den retinakulären Gefäßen einfacher und sicherer mit der offenen Luxation als mit der Gelenkspiegelung entfernt werden können [5]. Zur Orientierung auf dem typischerweise verwendeten Ziffernblatt dient der größte Durchmesser des Trochanter major als Fixpunkt für die femorale 12-Uhr-Position und die Tränenfigur als Fixpunkt für die azetabuläre 6-Uhr- bzw. 12-Uhr-Position (▣ **Abb. 4**; [14]).

Fehlstellungen des Femurs

Neben den klassischen Impingementmorphologien rückt der Einfluss der Femurgeometrie auf das intraartikuläre Impingement zunehmend in den Fokus. Eine veränderte Femurorientierung kann ein extraartikuläres Impingement nach sich ziehen. Zum einen wird die Inklination des Femurschafts zur Schenkelhalsachse (**Corpus-Collum-Diaphysen [CCD]-Winkel**) auf Röntgenbildern, zum anderen die Stellung der Schenkelhalsachse auf die posteriore Femurkondylen-„Femurtorsion“ in der MR- oder CT-Bildgebung bestimmt [10, 15]. Bei fraglich atypischem, extraartikulärem Impingement empfiehlt sich die erweiterte Bildgebung mittels CT-basierter dynamischer Impingementsimulation.

CCD-Winkel zwischen 125° und 139° gelten als Normalwerte. Die valgische Hüfte ($CCD > 140^\circ$) führt in reiner Flexion zu einem anteroinferioren femoroazetabulären Impingement, während die varische Hüfte ($CCD < 125^\circ$) zum superioren knöchernen Kontakt prädisponiert (▣ **Abb. 3**; [16]). Als Normalwert für die Femurtorsion werden üblicherweise $10\text{--}25^\circ$ nach Tönnis et al. angegeben (▣ **Abb. 3**; [10]). Diese Grenzwerte sind jedoch nur grobe Richtlinien, da die Femurtorsion immer in den Kontext der Gesamtmorphologie, des Schenkelhals-Kopf-Übergangs und der Version des Azetabulums gesetzt werden muss. Eine exzessive Antetorsion erhöht die Innenrotation der Hüfte und vermindert die Außenrotation. Entsprechend verringert eine femorale Retrotorsion die Innenrotation und führt zu einer exzessiven Außenrotation der Hüfte (▣ **Abb. 6**). Unabhängig vom Vorliegen einer „Cam“-Deformität kann eine niedrige Femurtorsion bzw. eine Retrotorsion (negative Torsion) ein anteriores Impaktionsimpingement verursachen. In Abhängigkeit des Schweregrades der Rotationsfehlstellung kann die alleinige femorale Osteochondroplastie den Konflikt beheben bzw. bedarf es ggf. einer rotierenden Femurosteotomie [10].

Im Gegensatz dazu kann eine exzessive Femurantetorsion zwar ein anteriores Impingement durch eine „Cam“-Deformität kompensieren, aber zu einem posterioren Impingement führen. Prinzipiell können alle Morphologien kombiniert vorkommen, jedoch zählt das Vorliegen einer **Coxa valga et antetorta** zur am häufigsten beobachtbaren Variante. Hierbei kommt es zu einem

Die genaue Lokalisierung der „Cam“-Deformität ist wichtig

Bei fraglich atypischem, extraartikulärem Impingement empfiehlt sich die erweiterte Bildgebung mittels CT-basierter dynamischer Impingementsimulation

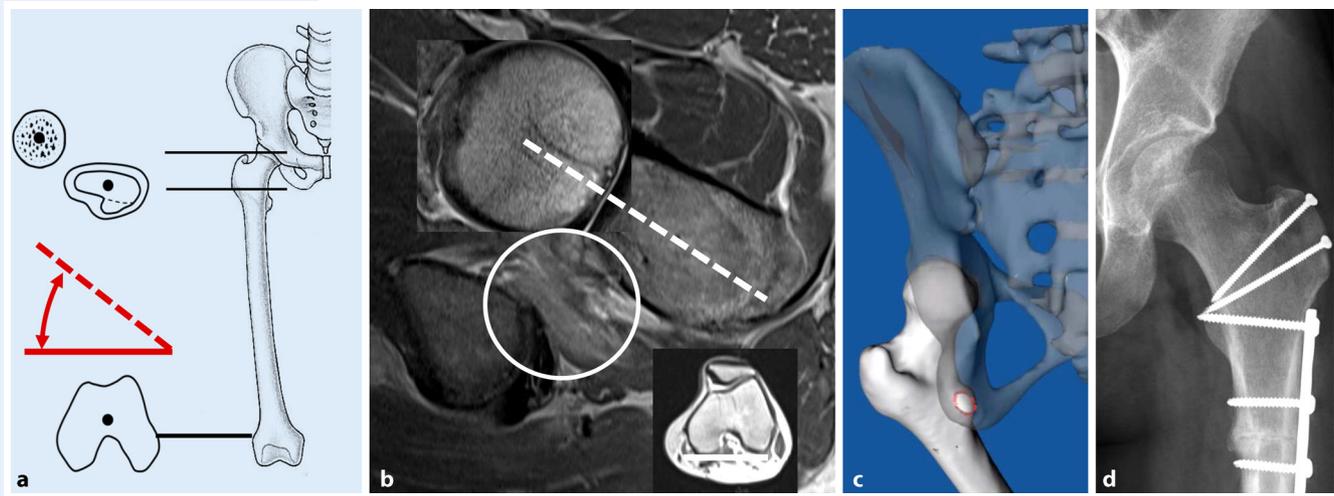


Abb. 7 ▲ 24-jährige Patientin mit Leisten- und Glutealschmerzen. **a** und **b** Femurtorsion von 38°: Auf axialen Schichten wird die Stellung der Schenkelhalsachse, welche mittels einer Ebene auf Höhe des Femurkopfzentrums und einer auf Höhe des Trochanter minors festgelegt wird, relativ zur Kondylenebene bestimmt; **b** Signalveränderungen im M. quadratus femoris (*Kreis*). **c** Dynamische 3-D-CT (3-dimensionale Computertomographie)-basierte Impingementsimulation bestätigt das extraartikuläre, ischiofemorale Impingement, **d** nach derotierender subtrochantärer Femurosteotomie im Rahmen einer chirurgischen Hüftluxation

posteroinferioren, extraartikulären, sog. „ischiofemorale“ Impingement zwischen Trochanter minor und Tuber ischiadicum. Bei dieser Konstellation werden typischerweise Schmerzen in Außenrotation und maximaler Extension (= **posteriorer Impingementtest**) angegeben. Die kausale Therapie dieser kombinierten Deformitäten ist eine varisierende, derotierende Femurosteotomie [3]. In der MRT zeigt sich eine reduzierte Distanz zwischen Trochanter minor und Tuber ischiadicum, welche mit Ödemen, Rupturen und fettiger Atrophie des M. quadratus femoris assoziiert ist (▣ **Abb. 7**; [18, 19]).

Azetabuläres Impaktions-FAI: „Pincer“-Morphologie

Pathomechanismus

Beim Impaktions-FAI kommt es zu einem harten Anschlag zwischen Gelenkpfanne und Femur, welcher nicht mehr weiter in das Azetabulum eindringen kann. Bei den zugrunde liegenden „Pincer“-Morphologien liegt eine veränderte Konfiguration der Hüftgelenkpfanne vor. Zum einen kann es sich um variable Schweregrade einer vermehrten azetabulären Überdachung handeln, zum anderen kann eine Fehlorientierung der Pfanne, die sog. **azetabuläre Retroversion**, die Ursache sein. Die vermehrte Überdachung des Pfannenrands führt je nach Ausprägung zu lokalen oder generalisierten Veränderungen am Labrum, welches durch die wiederholte Impaktierung zwischen Pfannenrand und Femur beschädigt und aufgerieben wird und eine Neigung zum Verknöchern aufweist (▣ **Abb. 5g–i**). Im Gegensatz zum „Cam“-Typ verläuft die Knorpeldegeneration eher linear und betrifft bei generalisierten Formen der Mehrüberdachung als „**Contre-coup**“-Läsion typischerweise den posteroinferioren Gelenkknorpel (▣ **Abb. 2**). Ziele der Hüftchirurgie sind bei vermehrter Überdachung ein Trimmen des Pfannenrands und die Labrumrefixation bzw. die antevertierende periazetabuläre Osteotomie bei azetabulärer Retroversion (▣ **Abb. 5g–i**; [1, 2]).

Globale Mehrüberdachung („tiefe“ Hüfte)

LCE („**lateral center edge**“)-Winkel von mehr als 39° und Azetabularindizes kleiner 0°, gemessen auf der Beckenübersicht, gelten als Diagnosekriterien, sind aber im Kontext der gesamten Morphologie zu interpretieren [9]. Eine „**Protrusio acetabuli**“ ist selten und zeigt sich im Röntgen als Überlappung der Femurkopfkontur mit der Köhler-Linie und stellt die Maximalform der „tiefen“ Hüfte dar (▣ **Abb. 3**). Auch bei zeitgerechter Behandlung mittels zirkumferenziellem Pfannenrandtrimmen ist die Prognose eher ungünstig (▣ **Abb. 5g–i**; [20]).

Ziele der Hüftchirurgie sind bei vermehrter Überdachung ein Trimmen des Pfannenrands und die Labrumrefixation bzw. die antevertierende periazetabuläre Osteotomie bei azetabulärer Retroversion

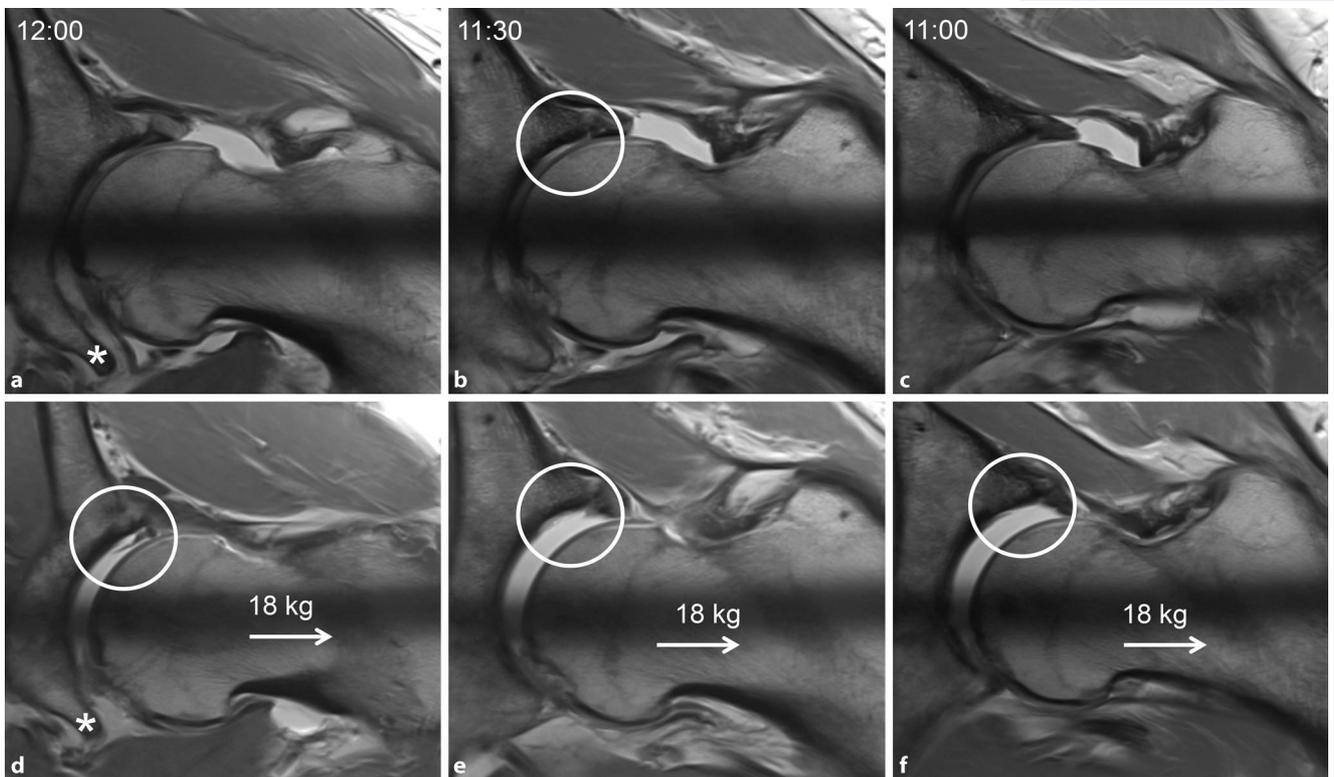


Abb. 8 ▲ Radiale Schichten (a–c) ohne und mit (d–e) Traktion: Es zeigen sich eine instabile Labrumablösung (d) sowie eine hochgradige, ausgedehnte posterosuperiore Knorpelläsion (d–f); die Läsionen sind mit Traktion besser sichtbar als ohne Gelenkzug (Kreise). a und d Die Tränenfigur (Sterne) markiert die azetabuläre 6-Uhr- bzw. die gegenüberliegende 12-Uhr-Position

Azetabuläre Retroversion

Physiologischerweise öffnet sich das Azetabulum in kraniokaudaler Richtung zusehends nach anterior. Dieser Zustand wird als azetabuläre Anteversion bezeichnet und zeigt sich in der Beckenübersicht als laterale Projektion der Hinterwand zur Vorderwand. Bei Vorliegen einer Retroversion öffnet sich, von kranial ausgehend, das Azetabulum in variabler Ausprägung nach posterior. Dies zeigt sich in der Beckenübersicht als laterale Projektion der Vorderwand zur Hinterwand, welche in ihrem kaudalen Verlauf die Hinterwand medial überkreuzt. Diese Konstellation der azetabulären Wände wird als „cross-over sign“ (8er-Figur) bezeichnet (Abb. 3; [7]). Projiziert sich die Hinterwand anstatt auf Höhe des Femurkopfzentrums medial davon, liegt ein positives „posterior wall sign“ vor (Abb. 3). Bildet sich die Spina ischiadica im Becken ab, spricht man von einem positiven „ischial spine sign“ (Abb. 3). Das kombinierte Auftreten dieser projektionsradiographischen Retroversionszeichen ist nicht Ausdruck einer „tiefen Gelenkpfanne“, sondern eines nach posterior fehlrotierten „normal“ großen Azetabulums [21]. Die eigentliche Pathologie liegt daher nicht im Azetabulum, sondern im Becken, wo die beiden Beckenschaukeln nach außen rotiert sind. Die kausale Korrektur dieser Fehlstellung ist die Reorientierung des Azetabulums mittels einer antevertierenden periazetabulären Osteotomie, die jedoch spezialisierten Zentren vorbehalten ist (Abb. 5j–l; [2]).

Fokale Mehrüberdachung

Eine fokale Mehrüberdachung betrifft typischerweise Abschnitte der Vorderwand und selten die Hinterwand des Azetabulums. Eine kraniale Retroversion kann eine verstärkte Überdachung bedingen. Labrumossifikationen und Ossa acetabuli sind sekundäre reaktive Veränderungen beim FAI [7]. Bei der Korrektur dieser Deformitäten muss beachtet werden, dass „iatrogene Dysplasien“ durch zu ausgedehnte Pfannenrandtrimmung das Langzeitüberleben des Hüftgelenks negativ

beeinflussen [8]. Lagerungsbedingte Variationen der Beckenorientierung und Überlagerungen mit der Spina iliaca anterior inferior beeinflussen das Vorliegen eines isolierten „cross-over sign“, weshalb bei diesen Hüften die Indikation zur Pfannenrandtrimmung zurückhaltend zu stellen ist [22, 23].

Spina-inferior-Impingement

Nach kaudal dislozierte Avulsionsfrakturen der Spina iliaca anterior inferior aufgrund wiederholter Extensionstraumata führen in Flexion zu einem extraartikulären Konflikt mit dem Femur, dem sog. Spina-inferior-Impingement. Diese Veränderungen sind projektionsradiographisch sichtbar und können zusammen mit zystischen Veränderungen am distalen Schenkelhals auftreten (■ Abb. 5a–c; [24]).

Direkte MR-Arthrographie

Die direkte MR-Arthrographie der Hüfte ist die Methode der Wahl zur Darstellung intraartikulärer Läsionen. Die Injektion des MR-Kontrastmittels (10–15 ml, 2 mmol/l Gadolinium) kann fluoroskopisch oder ultraschallgezielt erfolgen. Es werden T1/T2/PD-gewichtete TSE/SE/GRE-Sequenzen mit oder ohne Fettsättigung mit kleinem FOV („field of view“, 16–20 cm) in den Standardebenen koronal, sagittal und axial-oblique (gekippt auf die Schenkelhalsachse) verwendet. Die „Cam“-Deformität wird auf radiären Schichten beurteilt, welche auch die Darstellung und exakte Lokalisierung chondrolabraler Schäden ermöglichen [25].

Aufgrund der speziellen Konfiguration der Hüfte mit dem Labrum als zirkumferenziellem „Dichtungsring“ kommt es trotz intraartikulärem Kontrastmittel üblicherweise zu keinem Kontrastmittel-Interface zwischen den Knorpelschichten, was sich negativ auf die Detektion von Knorpelschäden auswirkt. Die Applikation von gewichtsadaptiertem Gelenkzug während der MR-Untersuchung ermöglicht hingegen eine deutlich verbesserte Differenzierung der zentralen Gelenkabschnitte (■ Abb. 8; [26, 27, 28]).

Labrum

Das Labrum ist ein fibrokartilaginöser Ring, welcher zirkumferenziell am Pfannenerker fixiert ist, in den azetabulären Knorpel übergeht und sich kaudal in das Ligamentum transversum fortsetzt. Es bremst den Synoviarückfluss aus dem zentralen in das periphere Kompartiment und ermöglicht so eine gleichmäßige Verteilung des knorpelprotektiven Flüssigkeitsfilms [29]. In der MRT imponiert ein intaktes normales Labrum als hypointense dreieckige Struktur. MR-arthrographisch zeigen sich Labrumschäden beim „Cam“-FAI als hyperintenses Signal zwischen Labrumbasis und Azetabulummerker. Beim „Pincer“-FAI imponiert das Labrum typischerweise plump mit perilabralen Verkalkungen und erscheint mukoid degeneriert (■ Abb. 5d–i). Entscheidend sind die Lokalisation und die Ausdehnung des Schadens, da z. B. posteriore Läsionen arthroskopisch nicht zu erreichen sind [25]. Die direkte MR-Arthrographie ist die Methode der Wahl und der nativen MR-Bildgebung in der Detektion von Labrumläsionen überlegen [30, 31].

Knorpel

Die 2–5 mm dünnen, sphärischen und direkt aneinander anliegenden femoroazetabulären Knorpelschichten sowie die „Sealing“-Funktion des Labrums, die den Eintritt von Kontrastmittel in die zentralen Gelenkabschnitte verhindert, stellen eine Herausforderung für die präoperative Knorpelbildgebung dar. Speziell die Detektion der azetabulären Knorpeldelamination beim „Cam“-FAI gelingt selbst in der direkten MR-Arthrographie nur mit einer moderaten Genauigkeit [32]. Erste Ergebnisse der direkten MR-Arthrographie unter axialer Gelenktraktion in der Detektion von femoroazetabulären Knorpelläsionen sind hingegen vielversprechend (■ Abb. 8; [26]).

Die direkte MR-Arthrographie der Hüfte ist die Methode der Wahl zur Darstellung intraartikulärer Läsionen

Die direkte MR-Arthrographie ist die Methode der Wahl und der nativen MR-Bildgebung in der Detektion von Labrumläsionen überlegen

Fazit für die Praxis

- Die radiologische Abklärung des Hüftimpingements beginnt mit dem Röntgen.
- 3 Hauptelemente müssen für die Evaluation des FAI in Betracht gezogen werden: Azetabulum, Femursphärizität und Femurtorsion.
- Anhand von LCE-Winkel, Azetabularindex und Protrusio-acetabuli-Zeichen wird die azetabuläre Überdachung klassifiziert.
- Zu den Retroversionszeichen zählen „cross-over sign“, „posterior wall sign“ und „ischial spine sign“.
- Die Quantifizierung und Lokalisation der „Cam“-Deformität erfolgen auf radialen MR-Schichten; die Bestimmung der Femurtorsion erfolgt auf proximalen und distalen Schichten durch den Femur.
- Abnormale Femurtorsion kann ein vorderes Impingement verstärken bzw. kompensieren und zu einem posterioren Impingement führen.
- CT-basierte Bewegungssimulationen eignen sich zur Abklärung eines extraartikulären Impingements.
- Die direkte MR-Arthrographie in koronalen, axial-obliquen und sagittalen Ebenen ist der Standard zur Detektion von chondrolabralen Schäden.

Korrespondenzadresse



Dr. F. Schmaranzer

Universitätsklinik für Orthopädische Chirurgie und Traumatologie
Freiburgstrasse 4, 3010 Bern, Schweiz
florian.schmaranzer@insel.ch

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. F. Schmaranzer, M. Hanke, T. Lerch, S. Steppacher und K. Siebenrock geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. M. Tannast erhält finanzielle Unterstützung durch den Schweizerischen Nationalfonds (Antrag Nr. PP00P3_144856).

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Ganz R, Parvizi J, Beck M et al (2003) Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop* 417:112–120
2. Siebenrock KA, Schaller C, Tannast M et al (2014) Anteverting periacetabular osteotomy for symptomatic Acetabular Retroversion: results at ten years. *J Bone Joint Surg* 96:1785–1792
3. Siebenrock KA, Steppacher SD, Haefeli PC et al (2013) Valgus hip with high antetorsion causes pain through posterior extraarticular FAI. *Clin Orthop* 471:3774–3780
4. Frank JM, Harris JD, Erickson BJ et al (2015) Prevalence of femoroacetabular impingement imaging findings in asymptomatic volunteers: A systematic review. *Arthroscopy* 31:1199–1204
5. Büchler L, Neumann M, Schwab JM et al (2013) Arthroscopic versus open cam resection in the treatment of femoroacetabular impingement. *Arthroscopy* 29:653–660
6. Glynn AA, Barattiero FY, Albers CE et al (2014) Surgical hip dislocation does not result in atrophy or fatty infiltration of periarticular hip muscles. *J Hip Preserv Surg* 1:82–95
7. Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE (2007) Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis – what the radiologist should know. *AJR Am J Roentgenol* 188:1540–1552
8. Steppacher SD, Anwander H, Zurmühle CA et al (2015) Eighty percent of patients with surgical hip dislocation for femoroacetabular impingement have a good clinical result without osteoarthritis progression at 10 years. *Clin Orthop* 473:1333–1341
9. Tannast M, Hanke MS, Zheng G et al (2015) What are the radiographic reference values for acetabular under- and overcoverage? *Clin Orthop* 473:1234–1246
10. Tönnis D, Heinecke A (1999) Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 81:1747–1770
11. Albers CE, Steppacher SD, Haefeli PC et al (2015) Twelve percent of hips with a primary cam deformity exhibit a slip-like morphology resembling sequelae of slipped capital femoral epiphysis. *Clin Orthop* 473:1212–1223
12. Steppacher SD, Tannast M, Werlen S et al (2008) Femoral morphology differs between deficient and excessive acetabular coverage. *Clin Orthop* 466:782–790
13. Sutter R, Zanetti M, Pfirrmann CWA (2012) New developments in hip imaging. *Radiology* 264:651–667
14. Klenke FM, Hoffmann DB, Cross BJ, Siebenrock KA (2015) Validation of a standardized mapping

- system of the hip joint for radial MRA sequencing. *Skeletal Radiol* 44:339–343
15. Sutter R, Dietrich TJ, Zingg PO, Pfirrmann CWA (2012) Femoral antetorsion: comparing asymptomatic volunteers and patients with femoroacetabular impingement. *Radiology* 263:475–483
 16. Tibor LM, Ganz R, Leunig M (2013) Anteroinferior acetabular rim damage due to femoroacetabular impingement. *Clin Orthop* 471:3781–3787
 17. Schmaranzer F, Kogler M (2016) Femoroacetabular impingement and associated collateral damages. In: Kramer J, Karantanas A (Hrsg) *MRI of the hip*. Breitenseher Publisher, Horn, S99–1462
 18. Gómez-Hoyos J, Schröder R, Reddy M et al (2016) Femoral neck anteversion and lesser trochanteric retroversion in patients with ischiofemoral impingement: A case-control magnetic resonance imaging study. *Arthroscopy* 32:13–18
 19. Bredella MA, Azevedo DC, Oliveira AL et al (2015) Pelvic morphology in ischiofemoral impingement. *Skeletal Radiol* 44:249–253
 20. Tannast M, Leunig M, Session Participants (2012) Report of breakout session: Coxa profunda/protrusio management. *Clin Orthop* 470:3459–3461
 21. Steppacher SD, Lerch TD, Gharnizadeh K et al (2014) Size and shape of the lunate surface in different types of pincer impingement: theoretical implications for surgical therapy. *Osteoarthr Cartil* 22:951–958
 22. Tannast M, Fritsch S, Zheng G et al (2015) Which radiographic hip parameters do not have to be corrected for pelvic rotation and tilt? *Clin Orthop* 473:1255–1266
 23. Zaltz I, Kelly BT, Hetsroni I, Bedi A (2013) The crossover sign overestimates acetabular retroversion. *Clin Orthop* 471:2463–2470
 24. Sutter R, Pfirrmann CWA (2013) Atypical hip impingement. *AJR Am J Roentgenol* 201:W437–W442
 25. Bredella MA, Ulbrich EJ, Stoller DW et al (2013) Magnetic resonance imaging clinics of north america. Femoroacetabular impingement. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 21:45–64
 26. Schmaranzer F, Klauser A, Kogler M et al (2014) Improving visualization of the central compartment of the hip with direct MR arthrography under axial leg traction: a feasibility study. *Acad Radiol* 21:1240–1247
 27. Schmaranzer F, Klauser A, Kogler M et al (2015) Diagnostic performance of direct traction MR arthrography of the hip: detection of chondral and labral lesions with arthroscopic comparison. *Eur Radiol* 25:1721–1730
 28. Schmaranzer F, Klauser A, Kogler M et al (2016) MR arthrography of the hip with and without leg traction: Assessing the diagnostic performance in detection of ligamentum teres lesions with arthroscopic correlation. *Eur J Radiol* 85:489–497
 29. Ferguson SJ, Bryant JT, Ganz R, Ito K (2000) The influence of the acetabular labrum on hip joint cartilage consolidation: a poroelastic finite element model. *J Biomech* 33:953–960
 30. Smith TO, Hilton G, Toms AP et al (2011) The diagnostic accuracy of acetabular labral tears using magnetic resonance imaging and magnetic resonance arthrography: a meta-analysis. *Eur Radiol* 21:863–874
 31. Sutter R, Zubler V, Hoffmann A et al (2014) Hip MRI: how useful is intraarticular contrast material for evaluating surgically proven lesions of the labrum and articular cartilage? *AJR Am J Roentgenol* 202:160–169
 32. Pfirrmann CWA, Duc SR, Zanetti M et al (2008) MR arthrography of acetabular cartilage delamination in femoroacetabular cam impingement. *Radiology* 249:236–241

CME-Fragebogen

Bitte beachten Sie:

- Teilnahme nur online unter: springermedizin.de/eAkademie
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

? Wo befindet sich typischerweise die „Cam“-Deformität?

- Zirkumferenziell
- Anterosuperior
- Posteroinferior
- Anteroinferior
- Posterosuperior

? Wo befinden sich typischerweise die chondrolabralen Schäden beim femoroazetabulären Impingement (FAI) vom CAM-Typ?

- Anterosuperior
- Zirkumferenziell
- Anteroinferior
- Posterosuperior
- Posteroinferior

? Welche der nachfolgend genannten Morphologien prädisponiert zu einem anterioren intraartikulären Impingement?

- Exzessive Femurtorsion
- Erhöhte azetabuläre Anteversion
- Posteriore „Cam“-Deformität
- Hypertrophe Spina iliaca anterior inferior
- Femorale Retrotorsion

? Wie wird die Femurtorsion korrekt gemessen?

- Auf der Beckenübersicht wird die Stellung des Schenkelhalses relativ zur Achse des Femurschafts bestimmt.
- Auf axialen Schichten wird auf Höhe des Femurkopfzentrums die Stellung der Schenkelhalsachse relativ auf die Femurkondylenebene bestimmt.
- Auf radialen Schichten wird der Winkel zwischen der Schenkelhalsachse und einer Horizontalen gemessen.

- Die Femurtorsion entspricht auf axialen Schichten dem Winkel zwischen Schenkelhalsachse und der Asphärität am Schenkelhals.
- Auf axialen Schichten wird die Stellung der Schenkelhalsachse, welche mittels einer Ebene auf Höhe des Femurkopfzentrums und einer Ebene auf Höhe des Trochanter minors festgelegt wird, relativ zur Kondylenebene bestimmt.

? Welche der nachfolgend genannten FAI (femoroazetabuläres Impingement)-Pathomorphologien lässt sich suffizient arthroskopisch korrigieren?

- Protrusio acetabuli
- Ausgeprägte azetabuläre Retroversion
- Exzessive Antetorsion des Femurs
- Hüftdysplasie
- Anterosuperiore „Cam“-Deformität

? Welche der nachfolgend genannten Techniken ist die Basis der Beurteilung des femoroazetabulären Impingements (FAI)?

- Röntgen
- MRT
- CT
- Szintigraphie
- Ultraschall

? Welche der im Folgenden genannten Techniken ist der Goldstandard der Quantifizierung der „Cam“-Deformität?

- Beckenübersicht
- Axiales Röntgen
- Sagittale MRT
- Axial-oblique MRT
- Radiale MRT/CT

? Welche der nachfolgend genannten Techniken ist die Methode der Wahl in der Detektion chondrolabraler Schäden?

- Ultraschall
- Indirekte MR-Arthrographie
- Direkte MR-Arthrographie
- CT-Arthrographie
- Native MRT

? Was beschreibt der Alphawinkel?

- Stellung des Schenkelhalses zum Femurschaft
- Stellung des Schenkelhalses zur Kondylenebene
- Stellung des Schenkelhalses zum Azetabulum
- Dicke des Schenkelhalses relativ zur Dicke des Schenkelhals-Kopf-Übergangs
- Quantifizierung des Beginns der Asphärität am Schenkelhals-Kopf-Übergang

? Welcher der im Folgenden genannten Parameter beschreibt die Stellung der azetabulären Vorderwand zur azetabulären Hinterwand bei einer azetabulären Retroversion?

- „Posterior wall sign“
- „Ischial spine sign“
- „Cross-over sign“
- Protrusio acetabuli
- LCE („lateral center edge“-)Winkel

Diese zertifizierte Fortbildung ist 12 Monate auf springermedizin.de/eAkademie verfügbar.

Dort erfahren Sie auch den genauen Teilnahmeabschluss. Nach Ablauf des Zertifizierungszeitraums können Sie diese Fortbildung und den Fragebogen weitere 24 Monate nutzen.



Für Zeitschriftenabonnenten ist die Teilnahme am e.CME kostenfrei

Hier steht eine Anzeige.

