

Steffen Thier, Christoph Becher, Alexander Zimmerer

Diagnostikstandards Knorpeltherapie Knie, OSG, Hüfte

Zusammenfassung:

Die stadiengerechte Behandlung von Gelenkknorpelschäden zielt darauf ab, die Gelenkfunktion zu verbessern und die Entwicklung von Arthrose zu verlangsamen oder zu verhindern. Ein tiefgreifendes Verständnis der biomechanischen Einflüsse hat zu genaueren präoperativen Analysen geführt, die eine individuelle Anpassung der Therapien ermöglichen. Dabei werden patientenspezifische Faktoren wie Alter und Aktivitätsniveau berücksichtigt. Diagnostische Verfahren wie ausführliche Anamnese und moderne Bildgebung sind essenziell, um das Schadensausmaß präzise zu bestimmen und eine effektive Behandlung zu planen.

Schlüsselwörter:

Diagnostik, Knorpel, MRT, Röntgen, Untersuchung

Zitierweise:

Thier S, Becher C, Zimmerer A: Diagnostikstandards Knorpeltherapie Knie, OSG, Hüfte
OUP 2024; 13: 99–105
DOI 10.53180/oup.2024.0099-0105

Einleitung

Die Diagnose und Untersuchung von Gelenkknorpelschäden stellen einen wichtigen Pfeiler in der stadiengerechten Behandlung dar, die darauf abzielt, die Gelenkfunktion zu erhalten und die Progression von Arthrose zu verlangsamen. In diesem Artikel wird die Bedeutung einer umfassenden Anamnese und der Einsatz fortschrittlicher bildgebender Verfahren zur genauen Erfassung und Bewertung von Knorpelschäden erörtert. Besonderes Augenmerk wird auf die Diagnostik gelegt, die eine detaillierte symptomorientierte Anamnese und Untersuchung einschließt. Zusätzlich wird die Rolle moderner Diagnosestandards wie dem Röntgen oder der Magnetresonanztomographie (MRT) hervorgehoben. Dieser Beitrag betont, wie entscheidend eine genaue initiale Bewertung und kontinuierliche Überwachung für die Planung einer effektiven Behandlungsstrategie sind und stützt sich dabei auf die aktuellen Richtlinien und Empfehlungen.

Diagnostikstandards Knorpeltherapie Knie

Das Ziel der stadiengerechten Behandlung eines Gelenkknorpelschadens ist die Wiederherstellung der Gelenkoberfläche und des subchondralen Knochens, um die Gelenkfunktion und Symptomatik der Patientin/des Patienten zu verbessern. Idealerweise wird hierdurch die Entwicklung einer Arthrose verlangsamt bzw. verhindert [35].

Nach der Etablierung der Mikrofrakturierung in den 60er Jahren und Einführung der autologen Knorpelzelltransplantation in den 90er Jahren kam es zu einer stetigen Weiterentwicklung existierender Verfahren und Einführung neuer Techniken [5, 25]. Das zunehmende Verständnis biomechanischer Einflussfaktoren auf das Knorpelgewebe führte zu einer sorgfältigeren präoperativen Analyse von möglichen Begleitpathologien in Rahmen von Knorpelschäden.

Klinische Kontextfaktoren wie Alter, Gewicht, Raucherstatus, Defekt-

größe, Beinachse sowie Aktivitätsanspruch fließen in die Entscheidung der adäquaten Knorpeltherapie mit ein. Resultierend ergibt sich eine patientenindividuelle Anpassung der entsprechenden Knorpelersatztherapie [26].

Dieser Abschnitt wird in Anlehnung an die bereits mehrfach publizierten Handlungsempfehlungen der Arbeitsgemeinschaft für klinische Geweberegeneration der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) erstellt [24].

Anamnese und Untersuchung

Grundsätzlich steht zu Anfang jeder Diagnostik eine symptomorientierte Anamnese der Patientin/des Patienten. Handelt es sich um einen traumaassoziierten oder degenerativ bedingten Knorpelschaden mit graduell zunehmender Symptomatik? Daher sollte immer nach dem Beschwerdebeginn gefragt werden, da die verlängerte präoperative Symptombdauer einen negativen Einfluss auf das post-

Diagnostic standards for cartilage therapy: knee, ankle, hip

Summary: Stage-appropriate treatment of joint cartilage damage aims to improve joint function and slow down or prevent the development of osteoarthritis. A deep understanding of biomechanical influences has led to more precise preoperative analyses, allowing for individual adjustment of therapies. Patient-specific factors such as age and activity level are considered. Diagnostic procedures like detailed medical history and modern imaging are essential to determine the extent of damage and plan effective treatment accurately.

Keywords: Diagnostics, cartilage, MRI, radiograph, examination

Citation: Thier S, Becher C, Zimmerer A: Diagnostic standards for cartilage therapy: knee, ankle, hip OUP 2024; 13: 99–105. DOI 10.53180/oup.2024.0099-0105

operative Behandlungsergebnis zu nehmen scheint [32]. Zudem kann das sportliche Anforderungsprofil mögliche Hinweise auf zurückliegende Traumata geben. Dies ist insofern wichtig, weil auch bei asymptomatischen Patientinnen und Patienten Knorpelschäden nachgewiesen werden konnten [8]. Eine Familienanamnese sollte ebenfalls zum Ausschluss von Erkrankungen im rheumatoiden Formenkreis oder ähnlichen disponierenden Gelenkerkrankungen durchgeführt werden.

Prognostische Einflussfaktoren wie das Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index (BMI) sowie mögliche Vorschädigungen bzw. Voroperationen sollten grundsätzlich erfragt werden [11]. Die kürzlich publizierten Handlungsempfehlungen der DGOU führten zur De-

finition von sog. Red Flags und Yellow Flags für die Durchführung von knorpelregenerativen Eingriffen, die auch in ähnlicher Weise bei anderen medizinischen Indikationskriterien bereits etabliert wurden (Tab. 1) [26].

Die klinische Symptomatik von Patientinnen und Patienten mit Knorpelschäden ist meistens sehr heterogen und unspezifisch. Diagnostische Tests mit einer hohen Sensitivität bzw. Spezifität existieren nicht [2].

Im Rahmen von traumatisch bedingten Knorpelschäden können eine Ergussbildung sowie äußere Prellmarken hinweisend sein, degenerative Knorpelschäden können sich jedoch ebenfalls durch rezidivierende belastungsabhängige Ergüsse bemerkbar machen. Das Leitsymptom Schmerz ist im Rahmen einer klinischen Unter-

suchung in Bezug auf Knorpelschäden äußerst unspezifisch. Das Knorpelgewebe an sich besitzt keine Nervenzellen, sodass die Schmerzen im Rahmen einer Knorpelschädigung am ehesten durch die Reaktion des subchondralen Knochen bzw. einer umgebenden Synovitis ausgelöst werden [7, 21]. Auch Geräuschphänomene wie das typische Krepitieren sind kein eindeutiger Hinweis auf das Vorliegen eines Knorpelschadens [27]. Augenmerk sollte insbesondere auf die Detektion von prädisponierenden Faktoren gelegt werden. Diese können multifaktoriell sein. Ligamentäre Instabilitäten, Achsdeformitäten (Valgus/Varus), Torsionsfehlstellungen in Bezug auf ein patellofemorales Maltracking sollten durch die einschlägigen Tests beurteilt werden.

In Anlehnung an die Handlungsempfehlung der DGOU wird zunächst die nativ radiologische Darstellung des Kniegelenks in 3 Ebenen empfohlen (AP, seitlich sowie Patella tangential) [24]. Hierdurch kann eine erste Beurteilung des Kniegelenks hinsichtlich offener Wachstumsfugen, einer Patella alta, der Konfiguration des trochlearen Gleitlagers sowie der Arthroseggrad des Gelenkes eingeschätzt werden. Die röntgenologische Einteilung der Arthrose nach Kellgren und Lawrence wird in vielen Leitlinien erwähnt, ein Stadium abhängiger Schwellenwert wurde bis dato jedoch nicht abschließend definiert [29]. Die entsprechenden Handlungsempfehlungen werten jedoch eine Arthrose $\geq 2^\circ$ als Red Flag für einen knorpelregenerativen Eingriff.

Yellow Flags (relative Kontraindikation)	Red Flags (Kontraindikation)
Adipositas	aktive (rheumatoide) Arthritis
Nikotinabusus	subtotaler Meniskusverlust
Affektion von 2 Kompartimenten	Affektion aller Kompartimente mit (teilweise) korrespondierenden Läsionen
Substanzverlust Meniskus (Teilresektion)	Arthrose > Kellgren-Lawrence Std. II
Z.n. versagter Knorpeltherapie	
mehr als 2 Defekte	
Lebensalter > 60. LJ	
Symptombdauer > 3 Jahre	

Tabelle 1 Aus Handlungsempfehlung: Knorpeltherapie am Kniegelenk [26]

Quelle: Wolfgang Zinser – ACA Hüft-Komitee

Röntgen

Nach Empfehlung der DGOU wird als Basis der Umfeld-Diagnostik auch eine Ganzbeinaufnahme empfohlen, um Valgus/Varus-Deformitäten und auch deren sekundären Einfluss auf das patellofemorale Gelenk beurteilen zu können [25]. Ab welchem Grad der Varus/Valgus-Fehlstellung eine Korrekturosteotomie empfohlen wird, ist aktuell Bestandteil wissenschaftlicher Studien. In früheren Studien wurde eine Fehlstellung von 5 Grad als korrekturbedürftig angesehen. Basierend auf kürzlich publizierten Studien aus dem KnorpelRegister DGOU zeigt sich eine Tendenz bereits ab einer Achsabweichung von 3 Grad, eine Korrektur der Beinachse durchzuführen, um die Chance auf längerfristig bessere klinische Ergebnisse nach Knorpelregenerationstherapien zu erhöhen [4, 10].

In Bezug auf patellofemorale Knorpelschäden sollte die Diagnostik ggf. durch Defilé-Aufnahmen zur Beurteilung des Patella-Trackings ergänzt werden.

Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomographie (MRT) stellt zum aktuellen Zeitpunkt den Goldstandard der Diagnostik von Gelenkknorpelschäden dar. In diesem Zusammenhang ist eine MRT-Bildgebung mit hoher Feldstärke (idealerweise 3 Tesla) zu favorisieren, da hierbei ein deutlich besserer Weichteilkontrast erreicht werden kann [16]. Auch im Hinblick auf die räumliche Auflösung bei nicht vollschichtigen Knorpelschäden und zur Einschätzung der tatsächlichen Defektgröße scheint das 3-Tesla-MRT überlegen [16, 30]. Als Mindestanforderung sollte ein 1,5-Tesla-MRT mit Kniespule gelten.

Das Untersuchungsprotokoll sollte knorpelsensitive Sequenzen wie z.B. die protondichtgewichtete oder PD/P2-gewichtete und fettunterdrückte TSE-Sequenzen beinhalten. T1-gewichtete Sequenzen ermöglichen zudem die genauere Beurteilung der subchondralen Grenzzone. Die Frequenzen sollten in einer Schichtdicke von ca. 3 mm durchgeführt werden. Idealerweise sollte die Beurteilung der Knorpelschäden im MRT nach einer Klassifikation wie z.B. dem AMADEUS-

und MOCART-Score erfolgen, um eine einheitliche Bewertung der Knorpelschäden zu gewährleisten [22, 33]. Die Mindestanforderung an die Beurteilung sollte die Beschreibung der Größe und Tiefe des Knorpeldefektes sowie dessen Lokalisation beinhalten. Häufig werden Knorpelläsionen von Radiologen mit der Outerbridge- oder ICRS-Klassifikation bezeichnet, die eigentlich arthroskopisch beschrieben wurde, aber im MRT mit Bezeichnung der verwendeten Klassifikation bei Benennung der Defektgrade zur Orientierung übertragen angewendet werden kann. Das T2-Mapping zur zusätzlichen quantitativen Datenauswertung bei Knorpelschäden ist aktuell noch Gegenstand der Forschung und soll zur Komplettierung genannt werden. Hierdurch können zukünftig gegebenenfalls Knorpelschäden bereits im Frühstadium detektiert werden (Abb. 1) [31].

Diagnostikstandards Knorpeltherapie OSG

Der Knorpelschaden im oberen Sprunggelenk (OSG) muss vom Knorpelschaden des Kniegelenkes und der Hüfte aus mehreren Gründen abgegrenzt werden. Häufig besteht eine osteochondrale Läsion, welche primär den subchondralen Knochen betrifft. Zudem bestehen Unterschiede in der Biomechanik durch die weitaus größere Kongruenz des gesunden oberen Sprunggelenkes und in der Physiologie und Pathophysiologie des Knorpelgewebes [17]. Die Ätiologie chondraler und osteochondraler Läsionen im OSG ist multifaktoriell. Es besteht allerdings Konsens, dass die wichtigste Ursache hauptsächlich in einer traumatischen Ätiologie durch wiederholte Mikrotraumata bei chronischer Instabilität, hoher sportlicher Belastung oder akutem Trauma darstellt [28].

Anamnese und Untersuchung

Das Beschwerdebild stellt sich häufig unspezifisch dar. In den meisten Fällen klagten die Patientinnen und Patienten über belastungsabhängige Schmerzen, insbesondere bei oder nach der Sportausübung. Die Schmerzintensität korreliert nicht automatisch mit der Schwere der Läsion. Die Schmerzen werden durch den Anstieg des intraossären Druckes im sub-

chondralen Knochen häufig als dumpfer, tiefer Gelenkschmerz empfunden [34]. Gelegentlich finden sich auch durch den Anstieg des intraartikulären Druckes bei Schwellungen und Synovialitis auch Ruheschmerzen, dann häufig begleitet von einem Steifheitsgefühl. Begleitend finden sich auch rezidivierende Blockaden und ein Instabilitätsgefühl.

Bei der Inspektion wird auf Achsfehlstellungen, chronische Instabilitäten und Schwellungen geachtet. Die spezifische Untersuchung des oberen Sprunggelenkes beinhaltet die aktive und passive Dorsalextension und Plantarflexion bei gebeugtem (zur Ausschaltung einer Verkürzung des Gastrocnemius-/Soleus-Komplexes) und gestrecktem Kniegelenk. Die Beweglichkeit ist meist nur bei intraartikulärem Erguss und/oder durch ein knöchernes oder weichteiliges Impingement eingeschränkt. Ligamentäre Instabilitäten werden durch die Überprüfung des Talusvorschubs und der Taluskipfung untersucht. Die aktive Bewegung des Sprunggelenkes in allen Ebenen gegen Widerstand kann differenzialdiagnostisch Hinweise auf evtl. Sehnen- und muskuläre Pathologien liefern. Bei der Palpation werden die prägnanten knöchernen Strukturen, die Sehnen und Bänder entlang ihres Verlaufes und die Gelenkspalte untersucht. Bei Plantarflexion können über dem Gelenkspalt des oberen Sprunggelenkes (OSG) die vorderen Anteile des Talus palpieren werden, bei Dorsalextension die posteromedialen Anteile. Lokalisierte Schmerzen können dabei Hinweise für das Vorliegen einer chondralen oder osteochondralen Läsion sein. Abschließend sollte eine orientierende neurologische Untersuchung und die Palpation der Pulse durchgeführt werden.

Bildgebung

Ziel der Bildgebung ist primär die Entdeckung der Pathologie, Feststellung der Lokalisation und Größe der Läsion und zudem die Beurteilung des darüber liegenden Knorpels sowie des subchondralen Knochens in Bezug auf Vorliegen eines Knochenmarködems und zystischen Veränderungen. Zudem sollten mögliche sekundäre Begleitpathologien wie Band- und Sehnenverletzungen sowie Fehlstellungen

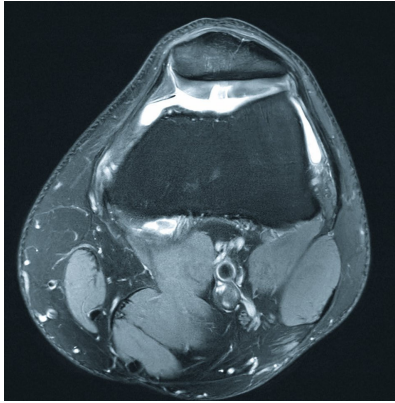


Abbildung 1 Retropatellarer Knorpelschaden im hochauflösendem 3 Tesla-MRT

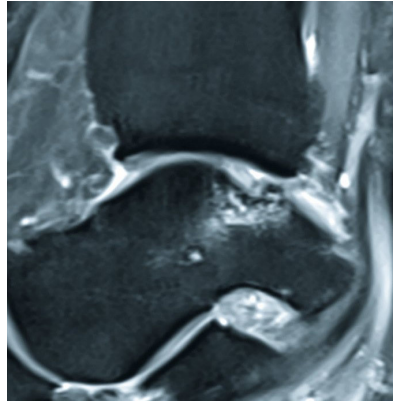


Abbildung 2 MRT sagittal mit Darstellung einer osteochondralen Läsion an der posteromedialen Talusschulter mit Einbruch des Knorpels und der subchondralen Lamelle sowie typischem subchondralem Ödem

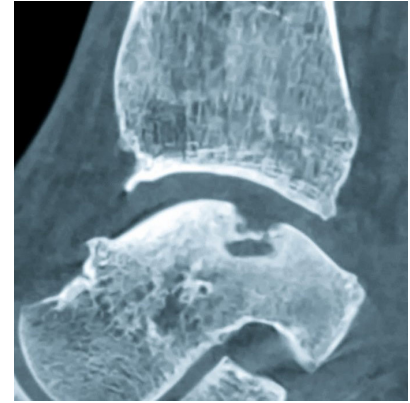


Abbildung 3 CT sagittal desselben Patienten mit nun besserer Darstellung der Ausdehnung der Läsion mit tiefer Zyste. Zudem können auch die knöchernen Veränderungen am anteromedialen Tibiaplatfond und Talus besser visualisiert werden.

mitbeurteilt werden. Zur präoperativen Planung und Klassifizierung der Läsion muss ein Schnittbildverfahren vorliegen. Anerkannte Klassifikationen zur stadiengerechten Einteilung der chondralen oder osteochondralen Läsion können bei der Entscheidungsfindung hilfreich sein. Bezüglich der Wertigkeit der Verfahren untereinander besteht in der Literatur allerdings keine Einigkeit [3]. Neue Techniken wie die Digitale Volumentomographie (DVT) oder hochauflösende Computertomographie-(CT)-Scans bieten sehr gute Möglichkeiten zur Defektgrößenabschätzung. Die Defektgröße scheint im hochauflösenden CT am besten messbar zu sein [9].

Die konventionell im Stehen durchgeführte Röntgenaufnahme des oberen Sprunggelenkes in 2 Ebenen (a.p. mit 20° Innenrotation und seitlich) steht am Anfang der bildgebenden Diagnostik. Die Röntgenaufnahme besitzt allerdings für die sichere Detektion einer Läsion, insbesondere bei geringgradigen oder kleinen Läsionen, eine geringe Sensitivität. Bei Fußdeformitäten oder Achsabweichungen sollten weitere Aufnahmen (z.B. Ganzbeinstehaufnahme, Rückfußaufnahme (Saltzman view), ganzer Fuß in 2 Ebenen im Stehen) angefertigt werden, um evtl. ursächliche Pathologien besser beurteilen zu können.

Mit der MRT können prinzipiell alle geforderten Eigenschaften der Pathologie inklusive der Veränderungen des subchondralen Knochens und des

darüberliegenden Knorpels sowie der gelenkumgebenden Weichteilstrukturen visualisiert werden. Trotz der vielfältigen Möglichkeiten der MRT ist die Beurteilung des Ausmaßes der knöchernen Läsion teilweise schwierig. Die Stärken der CT zeigen sich insbesondere in der Beurteilung des subchondralen Knochens. In der Diagnostik kleiner Risse mit zystischen Veränderungen, in welche Synovialflüssigkeit eindringen kann und daher klinisch bedeutsam ist, zeigt sich eine Überlegenheit gegenüber der MRT-Diagnostik [20]. Die im CT abschätzbare Ausdehnung der subchondralen Zyste entspricht im Gegensatz zur MRT mit Abbildung des perifokalen Knochenmarksödems besser dem intraoperativ zu erwartenden Befund. Allerdings ist eine Beurteilung des Knorpels ohne die Applikation von Kontrastmittel nicht möglich (Abb. 2).

Mit der SPECT-CT, einer Art Hybridverfahren aus Szintigraphie und Computertomographie, kann die biologische Aktivität in Kombination mit der hohen CT-Auflösung der knöchernen Läsion genauer untersucht werden. Bei Untersuchungen am Knie konnte gezeigt werden, dass die szintigraphische Aktivität dabei besser mit dem Schmerz korreliert als das im MRT dargestellte Knochenmarksödem [6]. In einer Vergleichsstudie zur Verwendung der MRT und des SPECT-CT in der Entscheidungsfindung für eine Therapie wurden beide Diagnostika ein zusätzlicher Informationsgewinn

durch das SPECT-CT nachgewiesen mit daraus folgendem Einfluss auf die Entscheidungsfindung für eine Therapie [19]. Aufgrund der Strahlenbelastung sollte die SPECT-CT allerdings speziellen oder durch die anderen bildgebenden Methoden unklar verbliebenen Fragestellungen vorbehalten sein (Abb. 3).

Diagnostikstandards Knorpeltherapie Hüfte

Die frühzeitige Erkennung und Behandlung von Knorpelschäden des Hüftgelenkes sind entscheidend, um die Funktion der Hüfte zu erhalten und die Progression von degenerativen Veränderungen zu minimieren. Zwei häufige Ursachen für Knorpelschäden der Hüfte sind das Femoroazetabuläre Impingement-Syndrom (FAIS) und die Hüft dysplasie, welche heute als präarthrotische Faktoren etabliert und anerkannt sind [37]. Eine sorgfältige Anamnese und Untersuchung sind unerlässlich, um diese Pathologien zu identifizieren und eine adäquate Behandlung einzuleiten

Anamnese und Untersuchung

Pathomorphologisch ist das FAIS als ein abnormaler Kontakt zwischen dem proximalen Oberschenkelknochen und dem Hüftpfannenrand definiert, der bei endgradiger Bewegung der Hüfte auftritt und zu Läsionen des Labrums und/oder des angrenzenden Hüftknorpels führt. Entsprechend des Warwick-Agreements ist das FAIS durch eine Tri-

as aus Symptomen, klinischer Untersuchung und bildgebender Diagnostik definiert [14]. Das FAIS äußert sich typischerweise zunächst als schleichender Beginn von Schmerzen in der Leiste, die bei belastenden Aktivitäten, wie zum Beispiel Sport oder längerem Gehen, zunehmen. Die Patientinnen und Patienten können über Schmerzen bei tiefer Beugung berichten oder selbst die Positionen beschreiben, die ein Impingement verursachen. Patientinnen und Patienten mit einem FAIS können auch über Steifheit oder eingeschränkten Bewegungsumfang berichten, insbesondere über einen Verlust der Innenrotation. Ein besonders hoher Verdacht sollte sich ergeben, wenn diese Symptome bei Sportlerinnen und Sportlern festgestellt werden, da das FAIS in dieser Patientengruppe besonders häufig auftritt.

Im Gegensatz zum FAIS ist die Hüftdysplasie durch eine unzureichende azetabuläre Überdachung des Femurkopfes gekennzeichnet, die zu einer pathologischen Druckerhöhung und einer Überlastung des lateralen Knorpel-Labrum-Komplexes führt. Dies kann eine Degeneration des Hüftgelenks und eine vorzeitige sekundäre Arthrose bedingen [15]. Typischerweise beschreiben Dysplasiepatientinnen und -patienten belastungsabhängige Schmerzen, welche in der Leiste, dem Oberschenkel, aber sehr häufig auch im Bereich des Gesäßes und des unteren Rückens lokalisiert sind. Letzteres führt nicht selten dazu, dass Patientinnen und Patienten initial auf LWS-Beschwerden therapiert und diagnostiziert werden.

Neben der Beurteilung des Gangbildes und der Beckenstabilität (Trendelenburg-Zeichen) sollte sowohl die passive als auch aktive Beweglichkeit der Hüften analysiert werden. FAIS-Patientinnen und -Patienten weisen hier regelmäßig eine verminderte Innenrotation auf. Im Gegensatz dazu präsentieren sich Dysplasiepatientinnen und -patienten mit einer normhaften oder sogar erhöhten Beweglichkeit. Allerdings muss beachtet werden, dass bei Hüftdysplasien ergänzend eine CAM-Morphologie vorliegen kann, welche zu einer reduzierten Innenrotation führen könnte. Genauso können Torsionsstörungen des Oberschenkels eine abnormale Rotation bedingen. Ne-

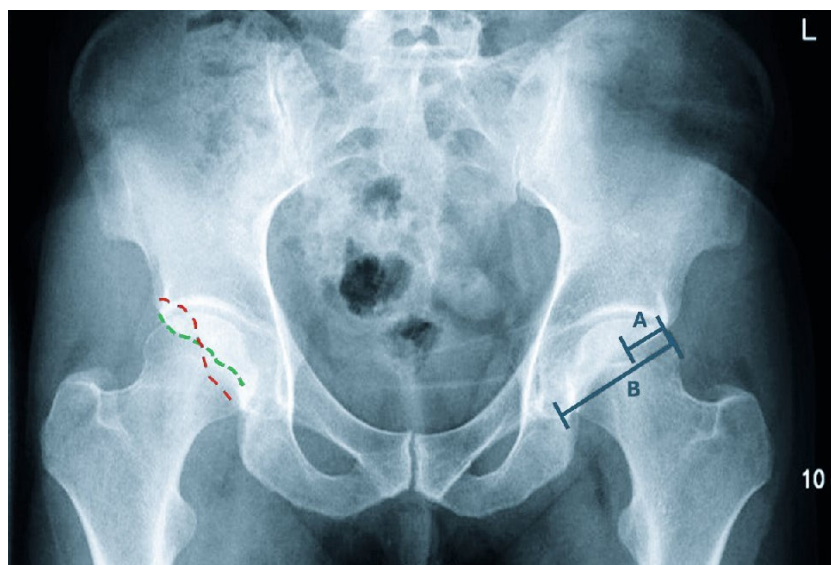


Abbildung 4 Zentrierte Beckenübersichtsaufnahme mit azetabulärer Retroversion bds. rechte Hüfte: Darstellung des Cross-Over-Signs (vorderer Pfannenrand grün gestrichelt, hinterer Pfannenrand rot gestrichelt). Linke Hüfte: Darstellung des Retroversionsindex (A/B); > 30 % = ausgeprägte Retroversion

ben dieser standardisierten Untersuchung haben sich spezifische Tests etabliert. Einer der klassischen Tests stellt der vordere Impingementtest dar, der aus einer Kombinationsbewegung aus Flexion, Adduktion und Innenrotation besteht (FADIR-Test). Er ist positiv, wenn die Patientin/der Patient bei der Durchführung des Tests Schmerzen, typischerweise in der Leiste, verspürt. Der FABER-Test (Flexion-Abduction-ExternalRotation) der Hüfte wird in Rückenlage durchgeführt und die Hüfte in eine Viererposition gebracht, wobei die Hüfte gebeugt, abduziert und nach außen gedreht wird. Die kontralaterale Hüfte wird stabilisiert und auf das zu prüfende Bein eine nach unten gerichtete Außenrotationskraft ausgeübt. Ein auftretendes anteriores Schmerzereignis deutet dabei auf eine Hüftpathologie hin, wobei ein dorsaler Schmerz für lumbale Ursachen sprechen könnte [1].

Zur Evaluierung einer Instabilität wurden in den letzten Jahren weitere Tests beschrieben. So deutet ein positiver Prone-Apprehension-Relocation-Test (PART) bspw. auf eine vordere Instabilität hin. Die Patientin/der Patient liegt in Bauchlage auf dem Untersuchungstisch, und der Untersucher hebt das Knie der Patientin/des Patienten an, streckt das Hüftgelenk um etwa 10–15 Grad und unterstützt das um 90 Grad gebeugte Knie der Pa-

tientin/des Patienten. Während des Tests wird die Hüfte neutral rotiert und das Bein etwa 10 Grad von der Mittellinie abduziert. Dann drückt der Untersucher nach unten auf das Femur, distal zur unteren Gesäßfalte. Ein positives PART-Ergebnis ist die Reproduktion von vorderem Hüftschmerz durch den nach unten gerichteten Druck auf das Femur. Der vordere Hüftschmerz lässt nach, wenn der Druck nachgelassen wird [13].

Röntgen

Deuten die Symptome und die Untersuchung darauf hin, dass ein FAIS oder eine Dysplasie vorliegen könnte, sollte eine röntgenologische Bildgebung erfolgen. Zur Standard-Beurteilung werden eine zentrierte Beckenübersichtsaufnahme und eine axiale Aufnahme der Hüfte empfohlen [1, 23]. Die Beckenübersichtsaufnahme sollte in Bezug auf Rotation und Neigung des Beckens optimal ausgerichtet sein. Die Patientin/der Patient befindet sich in Rückenlage, mit gestreckten und 15° nach innen rotierten Beinen. Der Zentralstrahl verläuft mittig durch die Tangente, die sich zwischen dem oberen Rand der Symphyse und der Linie, die die vorderen oberen Darmbeinstachel verbindet, ergibt. Eine korrekte Rotation ist daran zu erkennen, dass die Spitze des Steißbeins in einer vertikalen Li-

Abb. 4–6: Alexander Zimmerer



Abbildung 5 DUNN 45°-View rechts mit CAM-Morphologie (alpha Winkel 70°)

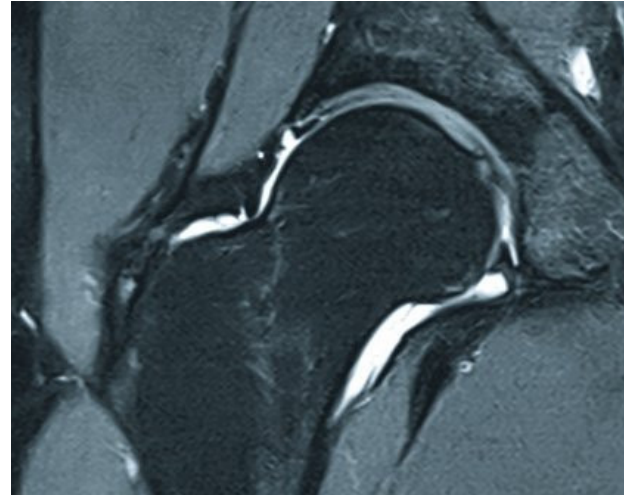


Abbildung 6 Coronare T2 dMRA-Aufnahme mit Labrumruptur und azetabulärer Delamination

nie mit der Schambeinfuge liegt. Die korrekte Neigung wird dadurch bestätigt, dass die Spitze des Steißbeins etwa 1–2 cm vom oberen Rand der Schambeinfuge entfernt ist. Gemäß aktueller S2k-Leitlinie Koxarthrose sollte bei Frauen auf den Gonadenschutz verzichtet und dieser bei Männern distal der Symphyse platziert werden [12]. Eine Beckenübersichtsaufnahme ist sinnvoll, um eine begleitende Arthrose zu erkennen, die meist mit einem Tönnis- oder Kellgren-Lawrence-Grad klassifiziert wird. Es gibt mehrere röntgenologische Möglichkeiten zur Beurteilung des Schenkelhals-Kopf-Übergangs, unter anderem die 45°- oder 90°-Dunn-, die Lauenstein- oder Faux-Profil-Aufnahme. Mit der 45°-Dunn-Aufnahme lässt sich der anterosuperiore Schenkelhals-Kopf-Übergang am besten beurteilen, während die Lauenstein- oder Faux-Profil-Aufnahme den anterioren Schenkelhalskopfübergang abbildet. Die häufigste Lokalisation der CAM-Morphologie ist der anterosuperiore Schenkelhalskopfübergang, sodass die Dunn-Aufnahmen zur Beurteilung empfohlen werden [23]. Der Grad der CAM-Morphologie kann anhand von 2 wichtigen radiologischen Parametern quantifiziert werden: dem Alphawinkel und dem Kopf-Hals-Offset. Im Rahmen des Lisabonner Agreement Meetings wurde ein Grenzwert des Alphawinkels von 60° definiert. Zur Bestimmung des Kopf-Hals-Offsets wird der Abstand zwischen einer Tangente,

angelegt an der schmalsten Stelle des Schenkelhalses und einer parallel dazu verlaufenden Tangente, die den Oberschenkelkopf schneidet, gemessen. Als Normwert wurde ein Offset von > 8 mm bestimmt.

Ein Maß für die laterale Überdachung stellt der Laterale Centrum Erker (LCE)-Winkel dar, dessen Normbereich zwischen 25° und 40° liegt [1, 23]. Der von Wiberg beschriebene LCE-Winkel wird bis zum lateralen Rand der azetabulären Tragfläche (der Sourcil; franz.: Augenbraue) gemessen. Hierbei ist auf eine exakte Messung zu achten, da ein zu lateral angelegter LCE-Winkel fälschlicherweise höhere Werte ergeben kann. Obwohl der LCE-Winkel ein Maß für die laterale Femurkopfüberdachung darstellt, bleibt die anteriore und posteriore Überdachung hierbei weitgehend unberücksichtigt.

Eine Möglichkeit zur Beurteilung der anterioren Überdachung ist der Anterior Wall Index (AWI). Der AWI quantifiziert röntgenologisch die anteriore Überdachung des Femurkopfes durch die Pfanne. Analog zum AWI quantifiziert der Posterior Wall Index (PWI) röntgenologisch die posteriore Überdachung. Eine Möglichkeit die azetabuläre Version und somit eine azetabuläre Retroversion anhand einer Beckenübersichtsaufnahme zu beurteilen, liegt in der Evaluation des sog. Cross-Over Signs (COS), des Posterior Wall Signs (PWS) und des Ischial Spine Signs. Bei einem positiven COS

überkreuzt der vordere Pfannenrand den hinteren, wobei hier eine fokale von einer globalen Überkreuzung unterschieden werden muss. Das PWS ist definiert als mediale Projektion der Pfannenhinterwand zum Zentrum des Hüftkopfes. Das Ischial Spine Sign beschreibt die Projektion der Spina Ischiadica in die Eingangsebene des Beckens. Finden sich alle 3 Zeichen, so muss von einer relevanten Retroversion der Pfanne ausgegangen werden. Liegt kein PWS vor, kann ein COS eher auf eine fokale Mehrüberdachung durch eine prominente azetabuläre Vorderwand als auf eine Retroversion des Azetabulums hinweisen [23].

Konträr einer Pincer-Morphologie mit erhöhten LCE-Winkeln können diese auch vermindert sein, sodass bei einem LCE-Winkel von < 25° von einer Hüftdysplasie ausgegangen werden muss. Bei den Grenzdysplasien (LCE-Winkel 18–25°) hat sich in den letzten Jahren gezeigt, dass eine Differenzierung zwischen Instabilitätsbeschwerden oder impingementbedingten Beschwerden therapieentscheidend ist. Aus diesem Grund wurden radiologische Parameter definiert, die eine solche Differenzierung erlauben sollen. Diese Parameter sind der Femoro-Epiphyseal Acetabular Roof (FEAR) Index oder Gothic Arch Angle (GAA) [36, 38]. Eine Darstellung coxometrie-relevanter Winkel und Zeichen ist in den Supplements des Artikels hinterlegt (Abb. 4, 5).

Magnetresonanztomographie

Während durch die Röntgenaufnahmen vor allem knöcherne Pathologien identifiziert werden können, zielt die MRT auf die Detektion weichteiliger Schäden (Labrum, Knorpel etc.) ab. Vor allem der Grad der Knorpelschädigung ist ein wichtiger prognostischer Faktor für jede hüftgelenkerhaltende Operation, sodass eine adäquate präoperative Evaluation des Knorpelstatus erforderlich ist. Die MRT der Hüfte, die direkte MR-Arthrographie (dMRA) und seltener die indirekte MRA sind Methoden für die Detektion von chondrolabralen Läsionen der Hüfte, wobei die diagnostische Genauigkeit der dMRA im Vergleich zur nativen MRT überlegen ist. Gegenwärtig gibt es Hinweise darauf, dass die dMRA die beste Technik zur Untersuchung intraartikulärer struktureller Läsionen ist [23]. Allerdings war die 3T-MRT bei der Diagnose von Labrumrissen und Knorpeldelaminationen gleichwertig mit der 1,5T-dMRA. Die dMRA oder MRT kann mit einer Traktion der Beine kombiniert werden und hat erste vielversprechende Ergebnisse in der Detektion chondraler Schäden vor allem azetabulärer Delaminationen gezeigt. Ergänzend können spezifische hochauflösende Sequenzen für Knorpel-mapping (z.B. „delayed gadolinium enhanced MRI of cartilage“ [dGEM-RIC]) hinzugefügt werden (Abb. 6).

Zur genauen Charakterisierung der morphologischen Beschaffenheit des Femurkopf-Schenkelhalsübergangs sollte eine radiäre Bildgebung ergänzend durchgeführt werden. Radiäre Aufnahmen, die sich um die Achse des Oberschenkelhalses drehen, ermöglichen eine zirkumferentielle Beurteilung des Hüftgelenks im Uhrzeigersinn, um CAM-Morphologien darzustellen, die typischerweise im anterosuperioren Quadranten des Femurkopf-Schenkelhalsübergangs liegen. Die radiären Schnitte können entweder durch rekonstruierte 3D-Datensätze oder direkte radiale 2D-Sequenzen erstellt werden. Untersuchungen haben gezeigt, dass zweidimensionale Röntgenaufnahmen das Vorhandensein einer CAM-Morphologie nicht ausschließen und zudem deren Schweregrad unterschätzen können.

Die Messung der azetabulären Version wird mittels T1-gewichteter axialer MRT-Bilder durchgeführt und kann ähnlich wie bei CT-Aufnahmen erfolgen, wobei hohe Übereinstimmungen zwischen CT- und MRT-Befunden gezeigt wurden. Zur exakten Erfassung der femoralen Antetorsion erweisen sich traditionelle Röntgentechniken, einschließlich der Dunn-Rippstein-Methode, als ungenau, was die Nutzung von bildgebenden Schnittverfahren wie CT oder MRT in der Diagnostik nahelegt. Sowohl CT als auch MRT zeichnen sich durch ihre hohe Genauigkeit und Wiederholbarkeit in der Messung aus. Besonders hervorzuheben ist der Vorteil der MRT für junge Frauen im gebärfähigen Alter, da sie ohne ionisierende Strahlung auskommt. Die korrekte Erfassung der femoralen Antetorsion hängt wesentlich von der gewählten Messmethode und der Kenntnis der zugehörigen Normbereiche ab. Abhängig von der Methode können die Resultate um bis zu 20° variieren, was insbesondere bei Patientinnen und Patienten mit ausgeprägter femoraler Antetorsion oder Valgusdeformitäten von Bedeutung ist. Die Standardwerte differieren stark abhängig von der angewendeten Technik. Für die Murphy-Methode wurden z.B. Normwerte von 10–25° beschrieben. Neue Erkenntnisse zeigen, dass die azetabuläre Version und die femorale Torsion nicht isoliert, sondern kombiniert (McKibbin Index) betrachtet werden sollten. Es wurden 9 verschiedene Kombinationen identifiziert, die jeweils bestimmte Bedingungen wie z.B. eine anteriore Instabilität beeinflussen können, insbesondere wenn eine erhöhte azetabuläre Version mit femoraler Antetorsion zusammen auftritt [18].

Fazit für die Praxis

- Eine sorgfältige Anamnese und Untersuchung des Hüft-, Knie- oder Sprunggelenkes bleibt die Grundvoraussetzung für die Detektion und Prognose in der Behandlung von Knorpelschäden.
- Röntgen und MRT stellen die apparative Basisdiagnostik zur Diagnostik von Knorpelschäden und deren Ursachen und Begleitpathologien

dar, ggf. ergänzt durch das CT bei speziellen Fragestellungen.

- Ganzbeinstandaufnahmen zur Beinachsenvermessung und Patella tangential-Aufnahmen sind neben Knieaufnahmen in 2 Ebenen verpflichtend in der Ursachendiagnostik von Knorpelschäden am Kniegelenk und in der Therapieplanung ebenso wichtig wie qualitativ hochwertige MRT-Aufnahmen.
- Standardisierte spezielle Röntgenaufnahmen am Hüftgelenk zur Vermessung von bestimmten Winkeln sind für die notwendige Detektion von Pathologien, die häufig lokalisierten Knorpelschäden zugrunde liegen, essenziell, ebenso wie spezielle MRT-Protokolle.
- Bei Knorpelschäden am OSG handelt es sich meist um osteochondrale Läsionen, deren knöchernes Ausmaß oft besser im zusätzlichen CT detektiert werden kann.

Interessenkonflikte:

Keine angegeben.

Das Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag finden Sie auf:
www.online-oup.de.

Zusatzmaterial im Internet
www.online-oup.de

eAnhang 1:

Winkelberechnungen – Standardisierte Beckenübersichtsaufnahme



Foto: Diakonie Klinikum Stuttgart

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. Alexander Zimmerer
Diakonie Klinikum Stuttgart

Rosenbergstr. 38
70176 Stuttgart
alexander.zimmerer@diak-stuttgart.de