

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/369064306>

# Definition of hip dysplasia in 2023 : Signs of macro and micro instability

Article · March 2023

DOI: 10.1107/s00132-023-04353-x

CITATIONS

0

READS

90

6 authors, including:



**Alexander Frank Heimann**  
Université de Fribourg

6 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Corinne Andrea Zurmühle**  
Université de Fribourg

22 PUBLICATIONS 369 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Julien Galley**  
Hôpital Fribourgeois

20 PUBLICATIONS 100 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Joseph M Schwab**  
Université de Fribourg

35 PUBLICATIONS 1,015 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Femorale torsionsfehler [View project](#)



Dear Colleagues, please have a look at the following link [View project](#)



# Definition der Hüftdysplasie im Jahr 2023

## Zeichen der Makro- und Mikroinstabilität

Alexander Frank Heimann<sup>1</sup> · Corinne Andrea Zurmühle<sup>1</sup> · Vera Marie Stetzelberger<sup>1</sup> · Julien Galley<sup>2</sup> · Joseph M. Schwab<sup>1</sup> · Moritz Tannast<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Orthopädische Chirurgie und Traumatologie, HFR Kantonsspital Freiburg, Universität Freiburg, Freiburg, Schweiz

<sup>2</sup> Klinik für Radiologie, HFR Kantonsspital Freiburg, Universität Freiburg, Freiburg, Schweiz

### In diesem Beitrag

- Ätiologie
- Historische Definition der Hüftdysplasie
- Pathomechanismus der Hüftdysplasie
- Klinische Symptomatik
- Radiologische Beurteilung  
Pathognomonische, supportive und deskriptive Parameter • Messung der femoralen Torsion • Arthro-MRT der Hüfte
- Sekundäre Veränderungen
- Makro- versus Mikroinstabilität

### Zusammenfassung

**Hintergrund:** Die Hüftdysplasie ist eine komplexe statisch-dynamische Pathologie, welche zu chronischer Gelenkinstabilität und Arthrose führt. Das Verständnis der zugrundeliegenden Pathomorphologie hat sich weiterentwickelt, sodass eine Aktualisierung der Definition erforderlich ist.

**Fragestellung:** Wie lautet die Definition der Hüftdysplasie im Jahr 2023?

**Methoden:** Durch Zusammenfassung und Aufarbeitung der relevanten Literatur wird eine aktuelle Definition der Hüftdysplasie mit konkreten Angaben zur Diagnostik bereitgestellt.

**Ergebnisse:** Neben pathognomonischen sind supportive und deskriptive Parameter, sowie sekundäre Veränderungen von zentraler Bedeutung zur Diagnose der Hüftinstabilität. Die diagnostische Basis ist die konventionelle Beckenübersichtsaufnahme, welche bei Bedarf durch Zusatzuntersuchungen (Arthro-MRT der Hüfte; CT) ergänzt wird.

**Schlussfolgerung:** Die Komplexität, Subtilität und Vielfalt der Pathomorphologie residueller Hüftdysplasien erfordert eine sorgfältige, mehrstufige Diagnostik und Therapieplanung in spezialisierten Zentren.

### Schlüsselwörter

Hüftgelenk · Entwicklungsbedingte Hüftdysplasie · Femoroazetabuläres Impingement · Hüftluxation · Periazetabuläre Osteotomie

Die klassische Definition der Hüftdysplasie aus dem Jahr 1939 wurde über ein halbes Jahrhundert unverändert gebraucht. Die früher häufig gesehenen hohen Luxationen sind seit der Einführung der Screening-Untersuchung durch residuelle, subtilere Pathologien abgelöst worden. Zusätzlich hat der immense Fortschritt in Bildgebung und chirurgischen Therapiemöglichkeiten der letzten 20–30 Jahre neue pathomechanische Erkenntnisse ermöglicht, wodurch es einem Update über die Definition und Diagnostik der Hüftdysplasie und einer Diskussion über Makro- und Mikroinstabilitäten bedarf.

### Ätiologie

Die genaue Ätiologie der Hüftdysplasie ist bis heute nicht bekannt. Wir gehen von einer multifaktoriellen Genese durch hormonelle, genetische und konstitutionelle Faktoren aus. Dazu zählen neben einer positiven Familienanamnese und weiblichem Geschlecht eine Beckenendlage während der Schwangerschaft [6], oder anderweitig bedingter intrauteriner Platzmangel, wie er bei einer Zwillingsschwangerschaft oder einem Oligohydramnion [14] vorkommt. Ursächlich dabei ist vermutlich eine Dezentrierung des Femurkopfes, welche zu einer erhöhten Druckbelastung am Pfannenerker mit konsekutiver Unterentwicklung der



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Hüftgelenkspfanne führt. Eine Hüftdysplasie kann des Weiteren auch mit anderen Fehl- oder Missbildungen wie der infantilen Zerebralparese, Klump-/Knick-Senkfüßen oder dem kongenitalen Tortikollis assoziiert sein, oder, beispielsweise im Falle eines Morbus Perthes, nach Trauma oder einer septischen Arthritis sekundär entstehen.

Grundsätzlich entwickelt sich das ätiologisch-pathomechanische Verständnis der Hüftdysplasie weg von einer isolierten Betrachtung der lateralen Überdachung des Femurkopfes hin zu einer Betrachtung der Dysplasie als komplexe, statisch-dynamische Pathomorphologie mit eventuell sogar syndromartigem Charakter. So konnten Unterschiede in der Gesichtsmorphologie von Dysplasiepatienten im Vergleich zur Normalbevölkerung festgestellt werden [5]. Bleibt eine kongenitale oder im Kindesalter sekundär entstandene Hüftdysplasie unbehandelt oder unerkannt und führt erst im Erwachsenenalter zu klinischen Beschwerden, spricht man von einer residuellen Hüftdysplasie. Diese häufig subtileren Pathomorphologien, die bis ins Erwachsenenalter fortbestehen, gewinnen immer mehr an Bedeutung. Denn auch sie führen zu chronischer Gelenkinstabilität und, wenn sie unbehandelt bleiben, zu frühzeitiger Koxarthrose.

### Historische Definition der Hüftdysplasie

Die ursprüngliche Definition der Hüftdysplasie basiert auf der Vorstellung, dass es aufgrund einer azetabulären Fehlentwicklung zu einer steiler geneigten, lateral defizitären Hüftgelenkspfanne mit verminderter Überdachung des Femurkopfes kommt. Diagnostisch wird die laterale Überdachung des Hüftkopfes seit 1939 mittels lateralem Zentrum-Erker-Winkel

(englisch „LCE angle“) auf einer konventionellen Beckenübersichtsaufnahme im a.-p. Strahlengang nach Wiberg beurteilt [31].

### » Im Wandel der Zeit – von Dysplasie zu Instabilität

Weitere Winkel wie der azetabuläre Winkel nach Sharp zur Beschreibung der mangelhaften lateralen Überdachung [19], oder der vertikale Zentrum-Eck-Winkel [10] zur Quantifizierung der anterioren Überdachung schufen ein zunehmend dreidimensionales Bewusstsein der Pathomorphologie. Dadurch kamen in den 1990er-Jahren viele weitere radiologische Parameter hinzu, mit deren Hilfe subtilere Morphologien erkannt und beschrieben werden können. Und obwohl zwischenzeitlich mit der Computertomographie (CT) oder der Magnetresonanztomographie (MRT) modernere Techniken zur Verfügung stehen, bildet die klinische Untersuchung in Verbindung mit der klassischen Röntgendiagnostik nach wie vor die Basis der Hüftdysplasiediagnostik. Heute steht nicht mehr isoliert die laterale Überdachung, sondern eine Bewertung der Instabilität im Mittelpunkt.

### Pathomechanismus der Hüftdysplasie

Folgende zwei Pathomechanismen führen in dysplastischen Hüften zur Gelenkinstabilität:

- ein defizitäres Containment des Hüftkopfes
- die Inkongruenz der artikulierenden Gelenkflächen [21]

Die Facies lunata ist in dysplastischen Hüften verkleinert [21]. Das resultierende Containment-Defizit des Femurkopfes kann hierbei je nach Orientierung der Hüftpfanne anterolateral, lateral oder posterior vorliegen [13]. Durch die verkleinerte lastübertragende Kontaktfläche zwischen Azetabulum und proximalem Femur kommt es zu einer statischen mechanischen Überbelastung der betroffenen Hüftgelenke. Azetabulär kommt es dadurch zu sekundären Veränderungen des Pfannendachrandes, während es femoral zu einer progredienten Verfor-

mung des Hüftkopfes mit konsekutiver Subluxation kommt [2]. Es entwickelt sich ein zunehmend inkongruentes Gelenk, bei dem die Drehzentren von Hüftkopf und -pfanne nicht mehr übereinstimmen. Dies trägt maßgeblich zur resultierenden chronischen Instabilität dysplastischer Hüftgelenke bei.

Im Verlauf kommt es auf dem Boden dieser Pathomorphologie zu Schmerzen und der frühzeitigen Entwicklung einer Koxarthrose als direkte Folge des Überdachungsdefizites [15, 30]. Nach heutigen Schätzungen ist die Hüftdysplasie, nach dem femoroazetabulären Impingement, mit einer Prävalenz von bis zu 40% vermutlich die zweithäufigste Ursache einer Koxarthrose [3].

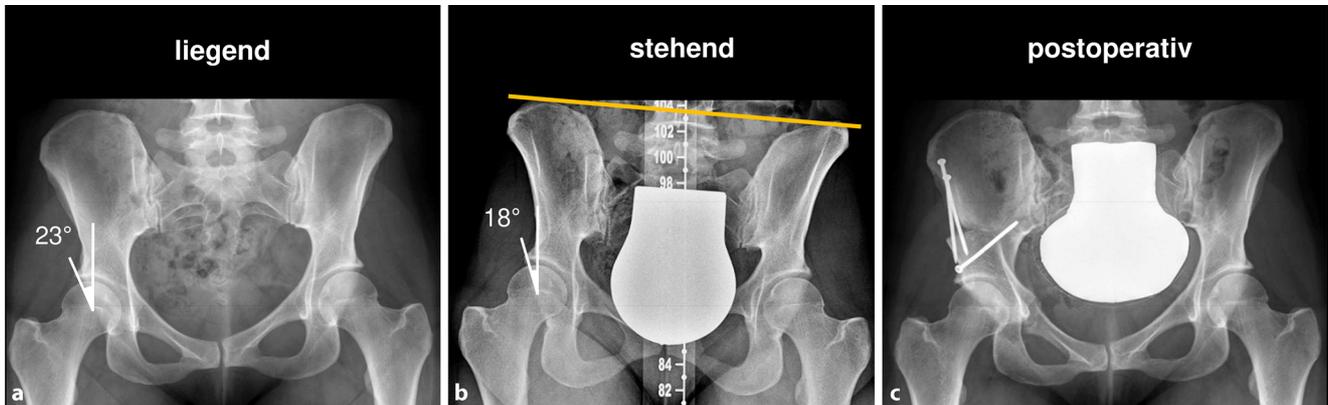
### Klinische Symptomatik

Das klinische Beschwerdebild kann als symptomatisch werdende Instabilität verstanden werden, überschneidet sich jedoch maßgeblich mit anderen Hüftpathologien, wie dem femoroazetabulären Impingement-Syndrom. Insbesondere der Schmerzkontext kann jedoch bei der Unterscheidung von Instabilität und Impingement hilfreich sein: So zeigen sich durch eine Instabilität verursachte Schmerzen typischerweise während oder nach der Belastung häufig am lateralen Hüftbereich, beziehungsweise langem Stehen und/oder Treppab-Gehen. Als Abgrenzung hierzu zeigen sich typische Impingement-Schmerzen in der Leiste eher bei langem Sitzen oder repetitiven Flexions- und Innenrotationsbewegungen. Ergänzend können Begleiterscheinungen wie ein vernehmbares Schnappen oder eine Hypermobilität vorliegen.

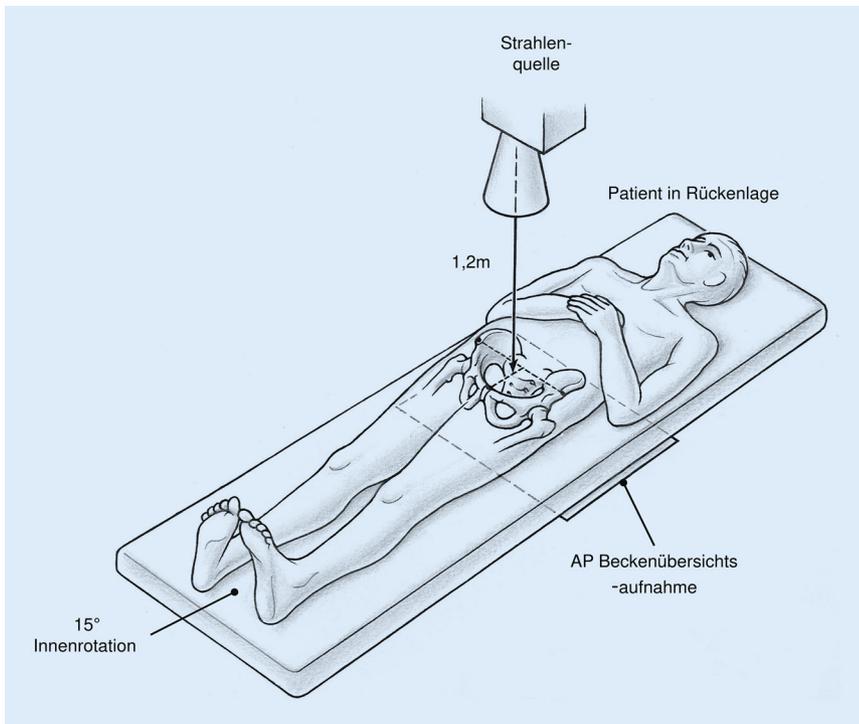
Ziel der körperlichen Untersuchung ist das dynamische, reproduzierbare Auslösen der typischen Beschwerden durch den Untersucher. Dies erlaubt einen indirekten Rückschluss auf die zugrundeliegende Schmerzursache. Nach Überprüfung des Bewegungsumfanges und der klassischen Schmerzprovokationstests (Flexion-Adduktion-Innenrotation und Flexion-Abduktion-Außenrotation) im Seitenvergleich sollte das Augenmerk auch auf eine mögliche Beinlängendifferenz (■ Abb. 1) oder femorale Torsionsfehler gerichtet werden.

#### Abkürzungen

BüS	Beckenübersichtsaufnahme
FEAR-Index	Femoroepiphysealer azetabulärer „Roof“-Index
HW-SHA-SP	Hinterwand-Schenkelhalsachse-Schnittpunkt
LCE	„Lateral-center-edge“
MCE	„Medial-center-edge“
PAO	Periazetabuläre Osteotomie
VW-SHA-SP	Vorderwand-Schenkelhalsachse-Schnittpunkt



**Abb. 1** ▲ Auf dem Röntgenbild im Liegen zeigte die Patientin (a) einen „Lateral-center-edge“-Winkel im Borderline-dysplastischen Bereich (■ Tab. 2). Bei klinischer Beinlängendifferenz (rechts länger als links) zeigt sich in der b Röntgenaufnahme im Stehen ein Beckenschiefstand mit resultierender funktioneller Hüftdysplasie. Die Korrektur erfolgte mittels periazetabulärer Osteotomie (c). (Aus [33])



**Abb. 2** ▲ Darstellung der standardisierten Röntgenaufnahme-technik. Patient in Rückenlage mit 15° innenrotierten Beinen zur Kompensation der femoralen Antetorsion. Im a.-p. Strahlengang ist der Zentralstrahl auf den Mittelpunkt zwischen Symphyse und Verbindungslinie der Spinae iliaca anteriores superiores gerichtet. Der Film-Fokus-Abstand beträgt 1,2 m

## Radiologische Beurteilung

Den Goldstandard zur Diagnose der Hüftdysplasie stellt nach wie vor die konventionelle a.-p. Beckenübersichtsaufnahme dar. Hierbei gilt es zu beachten, dass eine standardisierte, beckenzentrierte Aufnahmetechnik (■ Abb. 2) zur Anwendbarkeit und Vergleichbarkeit der radiologischen Parameter zwingend erforderlich ist, da

ansonsten eine relevante Fehlinterpretation insbesondere der azetabulären Vorder- und Hinterwand möglich ist [27].

## Pathognomonische, supportive und deskriptive Parameter

Eine Übersicht der konventionell-radiologischen Parameter zur Beurteilung der Hüftdysplasie anhand einer a.-p. Röntgen-

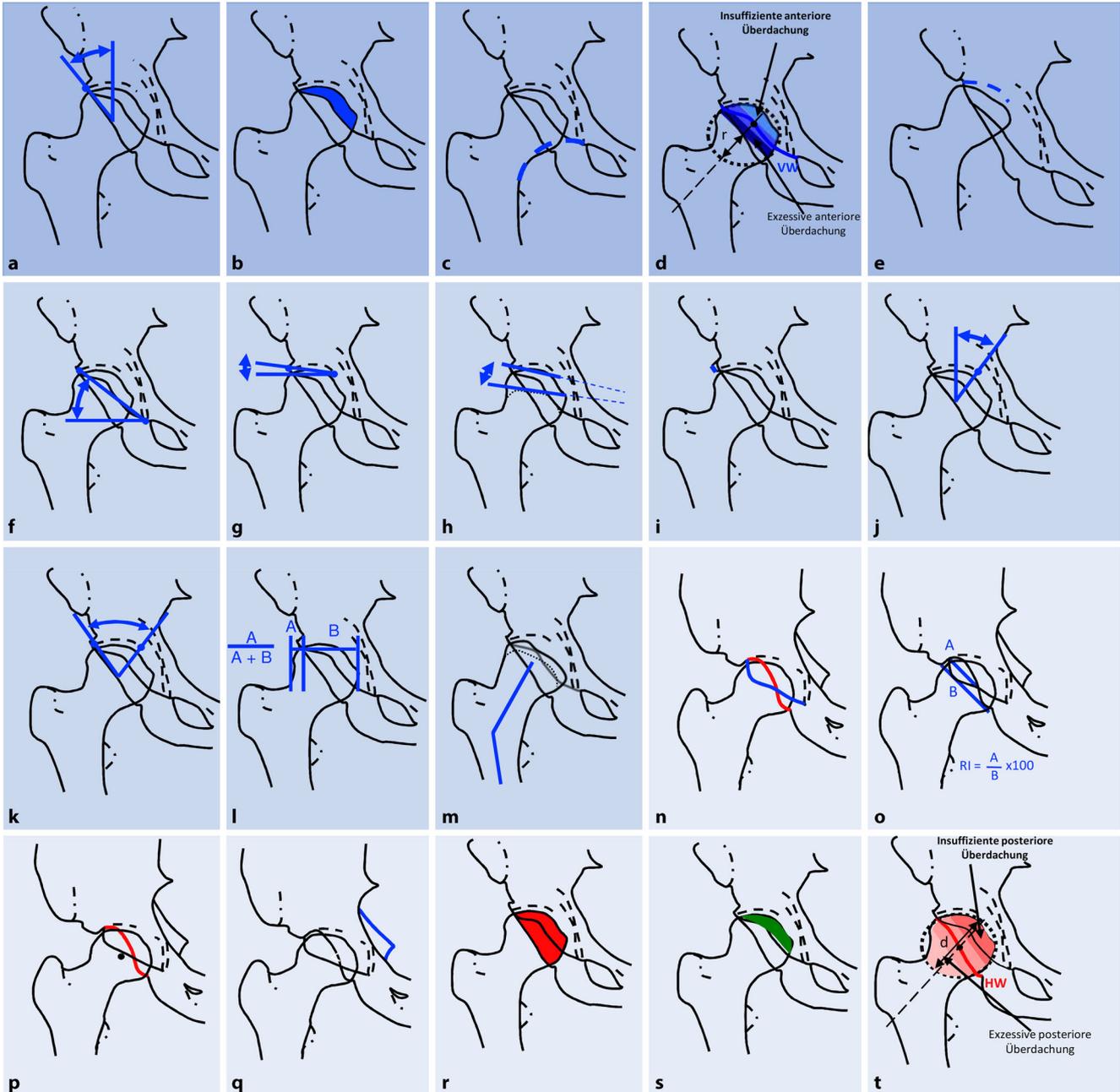
aufnahme des Beckens ist in ■ Abb. 3 und ■ Tab. 1 dargestellt. In ■ Tab. 2 sind die zugehörigen Referenzwerte angegeben.

Es existieren fünf pathognomonische Parameter, deren alleiniges Vorliegen im dysplastischen Referenzwertbereich zur Diagnose einer Hüftdysplasie ausreichend ist. Hierzu zählen ein LCE-Winkel  $< 22^\circ$  [25], eine anteriore Hüftkopfüberdachung  $< 14\%$  [25], eine unterbrochene Shenton-Linie [7], eine insuffiziente anteriore Überdachung nach der Drittel-Regel für die azetabuläre Vorderwand [23] sowie eine hohe Luxation (■ Abb. 3a–e). Typischerweise handelt es sich in diesen Fällen um ausgeprägte Instabilitäten.

Zum Nachweis der Instabilität in Grenzfällen werden supportive Parameter in Verbindung mit der klinischen Symptomatik (■ Abb. 3f–m) benötigt, um die Diagnose einer Hüftdysplasie stellen zu können. Insbesondere bei den sogenannten Borderline-Dysplasien (historisch definiert als LCE-Winkel von  $20\text{--}25^\circ$  [31]) können auch Überschneidungen mit einem femoroazetabulären Impingement vorliegen.

Deskriptive Parameter (■ Abb. 3n–t) sind zur dreidimensionalen morphologischen Analyse hilfreich, um im Einzelfall die Ursache der Hüftschmerzen in pathomorphologisch komplexen Fällen der entsprechenden Hüftpathologie zuzuordnen und um nachfolgend die geeignetste chirurgische Korrektur zu definieren, beispielsweise die Art der Reorientierung bei einer azetabulären Umstellungsosteotomie.

Die Diagnose der Hüftdysplasie ist heutzutage meist nicht mehr auf einen einzigen



**Abb. 3** ▲ Darstellung der Parameter zur Beurteilung der Hüftdysplasie auf a.-p. Beckenübersichtsaufnahmen (Beschreibungen zu den Teilabbildungen siehe **Tab. 1**)

radiologischen Parameter zurückzuführen, sondern ergibt sich als Summe verschiedener Parameter in Zusammenschau mit der klinischen Untersuchung.

**Messung der femoralen Torsion**

Fast 90% der dysplastischen Hüften weisen eine pathologische femorale Torsion auf, wobei tendenziell häufiger eine erhöhte femorale Antetorsion vorliegt [11,

12]. Da eine pathologisch erhöhte (>25° nach Murphy) oder verminderte (<10° nach Murphy) femorale Antetorsion das Zusammenspiel von Hüftkopf und -pfanne unmittelbar beeinflusst und somit ein entscheidender Faktor der Gelenkstabilität ist, empfehlen wir grundsätzlich die Durchführung einer Torsionsmessung mittels CT oder MRT. Die Messmethode ist hierbei immer mit dem Messwert zu nennen, da sich die Messwerte der unterschiedlichen

beschriebenen Messmethoden erheblich voneinander unterscheiden können [18]. Im klinischen Alltag hat sich bei uns die Messmethode nach Murphy bewährt ([16]; **Abb. 4**). In den letzten Jahren hat sich zudem die MRT mit zusätzlichen Schichten auf Knieebene als Alternative ohne Strahlenbelastung etabliert.

<b>Tab. 1</b> Übersicht aktueller konventionell-radiologischer Parameter und deren Definition zur Beurteilung der Hüftdysplasie auf a.-p.-Beckenübersichtsaufnahmen		
Parameter	Definition	Abb. 3
<i>Pathognomonische Parameter</i>		
„Lateral-center-edge“(LCE)-Winkel (°) [31]	Winkel zwischen Gerade durch den lateralen Pfannenrand und das Femurkopfzentrum und der Vertikalen	Abb. 3a–e
Anteriore Überdachung (%) [26]	Anteil des Hüftkopfes, der vom vorderen Pfannenrand in a.-p. Richtung bedeckt ist	Abb. 3b
Shenton-Linie [7]	Linie entlang des Schenkelhalsunterrandes, die harmonisch in den Unterrand des Ramus superior ossis pubis übergeht	Abb. 3c
Drittel-Regel azetabuläre Vorderwand [23]	Schnittpunkt des vorderen Pfannenrandes mit der Schenkelhalsachse im Verhältnis zum Hüftkopfradius	Abb. 3d
Hohe Luxation	Proximalisierter Hüftkopf mit Bildung eines Neozetabulums am proximalen Pfannenpol	Abb. 3e
<i>Supportive Parameter</i>		
Sharp Winkel (°) [19]	Winkel, der durch die Horizontale und eine Gerade durch das kaudale Ende der Köhler-Tränenfigur und den lateralen Pfannenrand gebildet wird	Abb. 3f–n
Azetabulärer Index (°) [29]	Winkel, der durch die Horizontale und eine Gerade durch den medialsten Punkt der Sklerosezone und den lateralen Pfannenrand gebildet wird	Abb. 3g
Femoroepiphysealer azetabulärer „Roof“-Index (FEAR-Index, °)	Winkel zwischen einer Geraden durch den medialsten Punkt der Sklerosezone und den lateralen Pfannenrand und einer Geraden entlang des mittleren Drittels der Epiphysennarbe des Hüftkopfes	Abb. 3h
Lateral aufsteigende Braue	Neigung des lateralen Pfannenrandes von kaudal nach kranial mit Verlust der normalen lateralen Konkavität des Azetabulums	Abb. 3i
„Medial-center-edge“(MCE)-Winkel (°) [25]	Winkel, der durch eine zur Beckenlängsachse parallele Linie und eine Verbindungslinie zwischen der Mitte des Hüftkopfes mit dem medialen Rand der Hüftgelenkspfanne gebildet wird	Abb. 3j
Azetabulärer Bogen (°) [25]	Summe aus LCE- und MCE-Winkel. Winkel, der durch zwei Linien gebildet wird, die durch das Zentrum des Hüftkopfes und den medialen, beziehungsweise lateralen Rand der Hüftgelenkspfanne gehen	Abb. 3k
Femurkopfextrusionsindex (%) [15]	Prozentualer Anteil des unbedeckten Hüftkopfes (A) im Vergleich zum gesamten horizontalen Hüftkopfdurchmesser (A + B)	Abb. 3l
Femurkopfform [22]	Form des Hüftkopfes; bei Dysplasie typischerweise abgeflacht/entrundet, mit hoher Fovea capitis femoris, schmaler Epiphyse und ggf. valgischer Konfiguration des Schenkelhalses	Abb. 3m
Fovea alta [17]	Kranialisierte Fovea capitis femoris, die in die Hauptbelastungszone hineinreicht	Abb. 3m
<i>Deskriptive Parameter</i>		
Überkreuzungszeichen („cross-over sign“) [20]	Positiv, wenn die projizierte azetabuläre Vorderwand die Hinterwand kreuzt	Abb. 3n–t
Retroversionsindex (%) [20]	Der prozentuale Anteil der Überlappung des anterioren und posterioren Pfannenrandes im Vergleich zur gesamten Länge der lateralen Azetabulumöffnung	Abb. 3o
Hinterwandzeichen („posterior wall sign“) [24]	Positiv, wenn der hintere Pfannenrand medial des Hüftkopfzentrums liegt	Abb. 3p
Spina-ischiadica-Zeichen („ischial-spine sign“) [8]	Positiv, wenn die Spina ischiadica innerhalb des Beckenrings sichtbar ist	Abb. 3q
Posteriore Überdachung (%) [26]	Prozentualer Anteil des Hüftkopfes, der vom vorderen Hüftpfannenrand in a.-p. Richtung bedeckt ist	Abb. 3r
Kraniokaudale Überdachung (%) [26]	Prozentualer Anteil des Hüftkopfes, der von der Hüftpfanne in kraniokaudaler Richtung bedeckt ist	Abb. 3s
Drittel-Regel azetabuläre Hinterwand [23]	Schnittpunkt des hinteren Pfannenrandes mit der Schenkelhalsachse im Verhältnis zum Hüftkopfdurchmesser	Abb. 3t

## Arthro-MRT der Hüfte

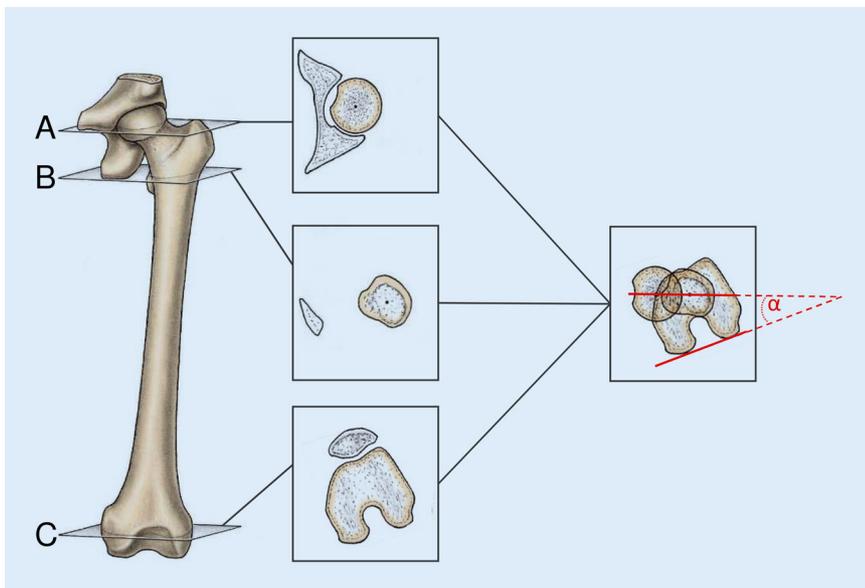
Die erweiterte Beurteilung dysplastischer Hüftgelenke erfolgt mit einer Arthro-MRT. Hochwertige Arthro-MRT beinhalten Beckensequenzen zur Erfassung von Knochen- oder Weichteilödemen (axiale/koronale flüssigkeitssensitive Sequen-

zen) und schnelle axiale Sequenzen zur femoralen Torsionsbestimmung. Hüftspezifische Sequenzen mit koronalen, sagittalen und axialen Sequenzen dienen der Erkennung von sekundären Labrum- und Knorpelopathologien, Ossifikationen oder Osteophyten, sowie der Bewertung der periartikulären Weichteile. Radiäre

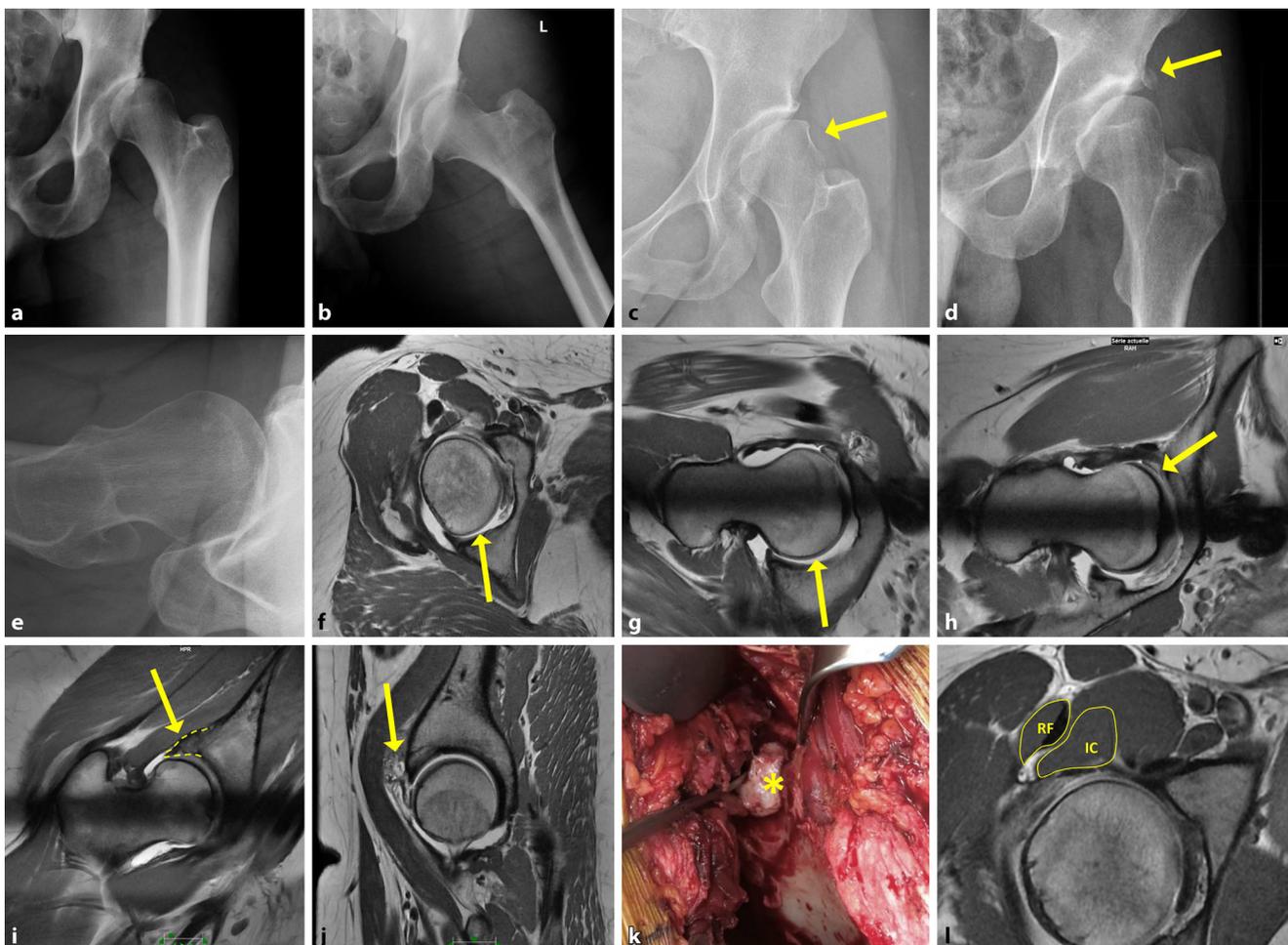
Schichten ermöglichen die Evaluation einer Cam-Deformität und einer möglichen Dezentrierung des Hüftkopfes. Zur noch differenzierteren Beurteilung des femoralen und azetabulären Knorpels oder verbesserter Erkennung von Hinweisen auf Labrumveränderungen empfehlen wir

<b>Tab. 2</b> Normwerte aktueller konventionell-radiologischer Parameter zur Beurteilung der Hüftdysplasie auf a.-p. Beckenübersichtsaufnahmen			
Parameter	Dysplasie	Normal	Pincer
<i>Pathognomonische Parameter</i>			
„Lateral-center-edge“(LCE)-Winkel (°) [31]	< 22	23–33	34–39
Anteriore Überdachung (%) [26]	< 14	15–26	27–32
Shenton-Linie [7]	Unterbrochen	Intakt	Intakt
Drittel-Regel azetabuläre Vorderwand [23]	VW-SHA-SP im ant./mittl./post. Drittel	VW-SHA-SP im mittl. 1/3	VW-SHA-SP im ant./mittl./post. Drittel
Hohe Luxation	+/-	-	-
<i>Supportive Parameter</i>			
Sharp-Winkel (°) [19]	> 43	38–42	34–37
Azetabulärer Index (°) [29]	> 14	3–13	-7–2
Femoroepiphysealer azetabulärer „Roof“-Index (FEAR-Index, °)	> 5	< 5	n. a.
Lateral aufsteigende Braue	+/-	-	-
„Medial-center-edge“(MCE)-Winkel (°) [25]	> 45	35–44	34–29
Azetabulärer Bogen (°) [25]	< 60	61–65	66–69
Femurkopfextrusionsindex (%) [15]	> 27	17–27	12–16
Femurkopfform [22]	Elliptisch	Sphärisch	Sphärisch
Fovea alta [17]	+/-	-	-
<i>Deskriptive Parameter</i>			
Überkreuzungszeichen („cross-over sign“) [20]	+/-	-	-
Retroversionsindex (%) [20]	≥ 40	< 40	k. A.
Hinterwandzeichen („posterior wall sign“) [24]	+/-	+	+/-
Spina-ischiadica-Zeichen („ischial-spine sign“) [8]	+/-	-	-
Posteriore Überdachung (%) [26]	< 35	36–47	48–55
Kraniokaudale Überdachung (%) [26]	< 69	70–83	84–93
Drittel-Regel azetabuläre Hinterwand [23]	HW-SHA-SP im ant./mittl./post. Drittel	HW-SHA-SP im mittl. Drittel	HW-SHA-SP im ant./mittl./post. Drittel
VW-SHA-SP Vorderwand-Schenkelhalsachse-Schnittpunkt, HW-SHA-SP Hinterwand-Schenkelhalsachse-Schnittpunkt + positiv, - negativ			

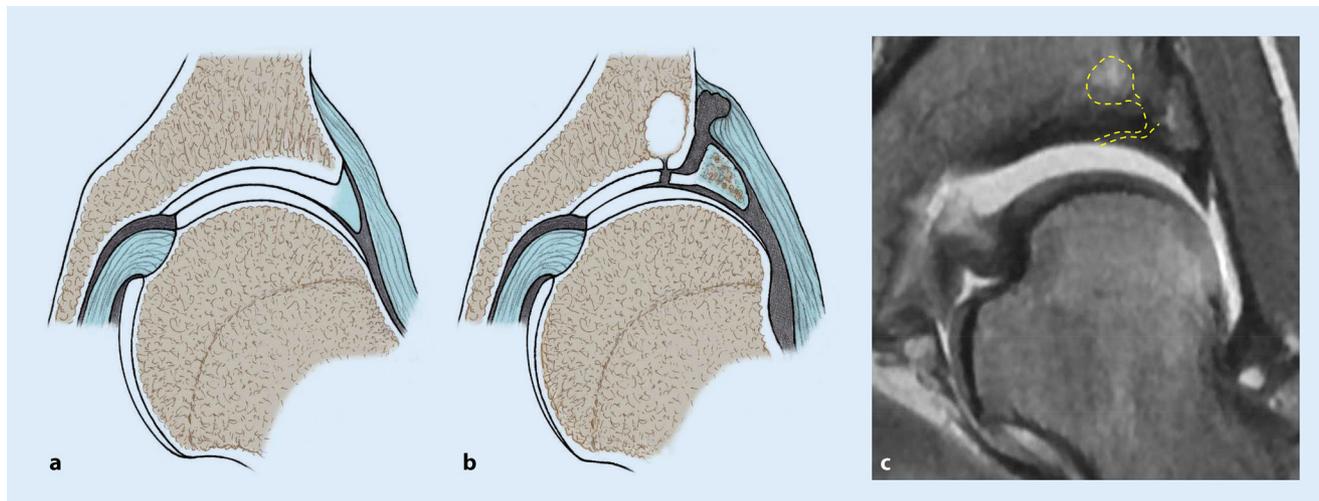
<b>Tab. 3</b> Sekundäre Zeichen der Gelenkinstabilität bei (Borderline-)Hüftdysplasie			
Parameter	Ebene +/- Sequenz	Definition	Abb.
<i>Konventionelles Röntgen</i>			
Scheinbare Gelenkspaltverschmälerung	Büs/Abduktionsaufnahme	Durch anterolaterale Subluxation des Femurkopfes scheinbar verschmälerter Gelenkspalt	Abb. 5a–e
Minimus-Delle [1]	Büs	Entrundung des superolateralen Hüftkopfteils durch chronischen Kontakt mit der Sehne des M. gluteus minimus	gelber Pfeil in Abb. 5c
Hüftkopfform [28]	Büs/axiale Aufnahme	Asphärischer, elliptischer Hüftkopf mit breitem Schenkelhals und valgischer Konfiguration der Schenkelhalsachse und Bildung eines Os acetabuli (gelber Pfeil in Abb. 5d)	Abb. 5d, e
<i>Arthro-MRT</i>			
Sichel-Zeichen [32]	Axiale/radiäre Schnitte mit intraartikulärem Kontrastmittel	Ungleiche Kontrastmittelverteilung um den dezentralisierten Hüftkopf mit vermehrter, sichelförmiger Ansammlung von Kontrastmittel posterior	gelbe Pfeile in Abb. 5f, g
Labrumschaden „inside-out-lesion“ [9]	Radiäre Schnitte	Superolaterale Pfannenrandläsion mit Abscherung von azetabulärem Knorpel und Labrum	gelber Pfeil in Abb. 5h
Labrumhypertrophie	Radiäre/koronare Schnitte	Breitbasiges, kompensatorisch vergrößertes und aufgelockertes Labrum (gestrichelte Linie entlang des Labrums in Abb. 5i)	gelber Pfeil in Abb. 5i
Ganglion	Sagittale/radiäre Schnitte	Paraartikuläre Ganglien im superolateralen Bereich	gelber Pfeil und Asterisk in Abb. 5j, k
Iliocapsularis-Index [4]	Axiale Schnitte	M. iliocapsularis (IC) – M. rectus femoris (RF)-Verhältnis > 1,30	gelbe Umrandung in Abb. 5l
Büs Beckenübersichtsaufnahme			



**Abb. 4** ▲ Bestimmung des femoralen Antetorsionswinkels  $\alpha$ . Diese erfolgt aus drei übereinander projizierten, axialen Schnittbildern (CT oder MRT) durch A den Hüftkopf zur Bestimmung des Hüftkopfschwerpunkts, B der Schenkelhalsbasis auf Höhe des proximalen Endes des Trochanter minor, sowie C eines dritten Schnittbildes durch das distale Femur



**Abb. 5** ▲ a–l Darstellung sekundärer Zeichen der Gelenkinstabilität. Für detaillierte Erklärungen siehe **Tab. 3**



**Abb. 6** ▲ Dysplasietypische Inside-Out-Läsion. Darstellung eines a normalen superolateralen Pfannenrandes, sowie mit b Inside-Out-Läsion des azetabulären Knorpels und Labrums. c bildmorphologisches Korrelat in der Arthro-MRT. Die gestrichelte Linie umfährt den sich von der Labrumläsion ausgehend gebildeten supraazetabulären Defekt und die entstandene Pfannendachzyste

Aufnahmen unter Traktion, welche die Art der Knorpelschädigung besser darstellen.

Bei Hüft dysplasie zeigen sich im Arthro-MRT typischerweise sekundäre Hinweise auf die erhöhte Druck- und Scherbelastung oder Gelenkinstabilität.

### Sekundäre Veränderungen

Als Folge des defizitären Containments resultieren Gelenksveränderungen und typische Läsionen, die sich im konventionellen Röntgenbild, CT oder MRT nachweisen lassen (■ Tab. 3; ■ Abb. 5). Im Falle einer Borderline-Dysplasie weisen genau diese Veränderungen auf eine chronische Instabilität hin, und es wird spezifisch nach ihnen gesucht, um die Diagnose einer Hüft dysplasie zu untermauern. Hierbei ist insbesondere die dysplasietypische Inside-Out-Läsion des superolateralen Pfannenrandes [9] hervorzuheben (■ Abb. 6).

### Makro- versus Mikroinstabilität

Das Hauptproblem der Hüft dysplasie stellt die Gelenkinstabilität durch die verminderte Gelenkfläche dar [21]. Deutliche Defizite des Gelenk-Containments und der Überdachung mit konsekutiver „Makroinstabilität“ lassen sich einfach erkennen und eindeutig adressieren. Eine Herausforderung stellt jedoch die Borderline-Dysplasie dar, bei denen die pathognomonischen Parameter im Grenzbereich liegen. In diesen

Fällen ermöglicht das Gesamtbild aus klinischer Untersuchung und radiologischer Diagnostik die Erkennung von Zeichen einer „Mikroinstabilität“. Insbesondere die Analyse der ergänzenden radiologischen Parameter und sekundären Veränderungen, welche auf eine Gelenkinstabilität hinweisen, spielen hierbei eine zentrale Rolle. Denn entscheidend ist in der Zusammenschau aller Befunde, ob eine Hüfte stabil oder instabil ist, und weniger, ob es sich um eine „Makro-“ oder „Mikroinstabilität“ handelt. Darüber hinaus sollte zur Planung der optimalen Therapie eine Evaluation möglicherweise gleichzeitiger vorliegender Hüft pathologien, wie beispielsweise femoraler Torsionsstörungen, erfolgen.

Nicht nur die Diagnose einer Hüft dysplasie, sondern auch die optimale Therapie basiert auf einer individuellen, morphologischen Analyse von Becken und Femur. Die Therapie kann sich bei nativradiologisch ähnlichem Erscheinungsbild (■ Abb. 7a, b, h, i) in Abhängigkeit von femoraler Torsion, azetabulärer Version und dem Vorliegen von sekundären Instabilitätszeichen (■ Abb. 7c, d, e, j, k, l) stark unterscheiden. Während in einem stabilen Gelenk die Impingement-Komponente beschwerdeführend ist und über eine Hüftarthroskopie oder eine chirurgische Hüftluxation adressiert wird (■ Abb. 7f, g), bedarf es bei einer Gelenkinstabilität einer Reorientierung des Azetabulums mittels einer PAO mit gegebenenfalls zusätzlicher

knöcherner Korrektur des zeitgleich vorliegenden femoroazetabulären Konfliktes (■ Abb. 7m, n), um die Schmerzursache zu beheben.

Basierend auf einer vollständigen klinisch-radiologischen Analyse der Pathomorphologie sollten Indikationsstellung und chirurgische Therapie in einem Zentrum für gelenkerhaltende Hüftchirurgie durch ein Team mit langjähriger Erfahrung erfolgen.

### Fazit für die Praxis

- Ausgeprägte Dysplasien und hohe Luxation stellen mittlerweile eine Seltenheit dar und wurden durch subtilere, residuelle Pathomorphologien abgelöst.
- Die folgenden pathognomonischen Parameter erlauben einzeln oder in Kombination die Diagnose einer Hüft dysplasie: „Lateral-center-edge“(LCE)-Winkel  $< 22^\circ$ , anteriore Hüftkopfüberdachung  $< 14\%$ , unterbrochene Shenton-Linie, insuffiziente anteriore Überdachung nach der Drittel-Regel für die azetabuläre Vorderwand und hohe Luxation.
- In Borderline-Fällen (LCE-Winkel  $20\text{--}25^\circ$ ) gewinnen supportive und deskriptive Parameter mittels Arthro-MRT zunehmend an Bedeutung, um subtile Zeichen einer Instabilität zu detektieren.
- Es ist wichtig zu erkennen, ob eine Hüfte stabil oder instabil ist, die Unterscheidung zwischen Makro- und Mikroinstabilität ist ungenau und liefert keine Zusatzinformationen.
- Die adäquate Therapie basiert auf einer ganzheitlichen Analyse der Pathomor-



**Abb. 7** ▲ **a–n** *Fall 1*: **a, b** Präoperatives a.-p. und axiales Röntgenbild eines Patienten mit subtiler kranialer Retroversion, Borderline-Dysplasie („Lateral-center-edge“ [LCE]-Winkel  $24^\circ$ ) und Offsetstörung. Bei **c** normaler femoraler Antetorsion ( $25^\circ$  nach Murphy) und **d, e** extensiver Cam-Deformität ohne Instabilitätszeichen in der Arthro-MRT erfolgt die Diagnose eines femoroacetabulären Impingements. **f, g** Postoperative Röntgenbilder (a.-p. und axial) nach chirurgischer Hüftluxation mit Offsetkorrektur und Labrumdenervierung. *Fall 2*: **h, i** Präoperatives a.-p. und axiales Röntgenbild eines Patienten mit kranialer Retroversion, Borderline-Dysplasie (LCE  $24^\circ$ ) und Offsetstörung. Bei **j** normaler femoraler Antetorsion ( $20^\circ$  nach Murphy) und **k, l** Subluxation des Hüftkopfes in mehreren radialen MRT-Sequenzen erfolgte die Diagnose einer Hüftinstabilität. **m, n** postoperative Röntgenbilder (a.-p. und axial) nach erfolgter periazetabulären Osteotomie mit zusätzlicher anteriorer Offsetkorrektur per anteriorer Arthrotomie

phologie und sollte spezialisierten Zentren für gelenkerhaltende Chirurgie vorbehalten sein.

## Korrespondenzadresse



## Prof. Dr. Moritz Tannast

Klinik für Orthopädische Chirurgie und Traumatologie, HFR Kantonsspital Freiburg, Universität Freiburg  
Chemin des pensionnats 2–6, 1700 Freiburg, Schweiz  
moritz.tannast@unifr.ch

**Funding.** Open access funding provided by University of Fribourg.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** A.F. Heimann, C.A. Zurmühle, V.M. Stetzelberger, J. Galley, J.M. Schwab und M. Tannast geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

**Open Access.** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Definition of hip dysplasia in 2023. Signs of macro and micro instability

**Background:** Hip dysplasia is a complex static-dynamic pathology leading to chronic joint instability and osteoarthritis. Because our understanding of the underlying pathomorphologies of hip dysplasia, both on the macro and micro levels, has evolved, an updated definition is needed.

**Question:** What is the definition of hip dysplasia in 2023?

**Methods:** By summarizing and reviewing relevant literature, we provide an up-to-date definition of hip dysplasia with a guide to appropriately making the diagnosis.

**Results:** In addition to the pathognomonic parameters, supportive and descriptive indicators, as well as secondary changes are used to fully characterize instability inherent in hip dysplasia. The primary diagnostic tool is always the plain anteroposterior pelvis radiograph, which can be supplemented by additional investigations (MRI of the hip with intraarticular contrast agent; CT) if necessary.

**Conclusion:** The complexity, subtlety, and diversity of the pathomorphology of residual hip dysplasia requires careful, multilevel diagnosis and treatment planning in specialized centers.

## Keywords

Acetabulofemoral joint · Developmental dysplasia of the hip · Femoroacetabular impingement · Hip dislocation · Periacetabular osteotomy

## Literatur

1. Beck M, Woo A, Leunig M, Ganz R (2001) Gluteus minimus-induced femoral head deformation in dysplasia of the hip. *Acta Orthop Scand* 72:13–17. <https://doi.org/10.1080/000164701753606626>
2. Bombelli R, Müller M (1976) Osteoarthritis of the hip: pathogenesis and consequent therapy. Springer, Berlin
3. Gala L, Clohisy JC, Beaulé P (2016) Hip dysplasia in the young adult. *J Bone Joint Surg Am* 98:63–73. <https://doi.org/10.2106/JBJS.O.00109>
4. Haefeli PC, Steppacher SD, Babst D et al (2015) An increased iliocapsularis-to-rectus-femoris ratio is suggestive for instability in borderline hips. *Clin Orthop* 473:3725–3734. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4382-y>
5. Hala S, Kau C, Souccar N et al (2010) Facial morphology of Finnish children with and without developmental hip dysplasia using 3D facial templates. *Orthod Craniofac Res* 13:229–237. <https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2010.01499.x>
6. de Hundt M, Vlemmix F, Bais J et al (2012) Risk factors for developmental dysplasia of the hip: a meta-analysis. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 165:8–17. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2012.06.030>
7. Jones D (2010) Shenton's line. *J Bone Joint Surg Br* 92:1312–1315. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.92B9.25094>
8. Kalberer F, Sierra R, Madan S et al (2008) Ischial spine projection into the pelvis: a new sign for acetabular retroversion. *Clin Orthop Relat Res* 466:677–683. <https://doi.org/10.1007/s11999-007-0058-6>
9. Kraeutler M, Goodrich J, Fioravanti M et al (2019) The "outside-in" lesion of hip impingement and the "inside-out" lesion of hip dysplasia: two distinct patterns of acetabular chondral injury. *Am J Sports Med* 47:2978–2984. <https://doi.org/10.1177/0363546519871065>
10. Lequesne M, de Seze (1961) False profile of the pelvis. A new radiographic incidence for the study of the hip. Its use in dysplasias and different coxopathies. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 28:643–652
11. Lerch T, Liechti E, Todorski A et al (2020) Prevalence of combined abnormalities of tibial and femoral torsion in patients with symptomatic hip dysplasia and femoroacetabular impingement. *Bone Joint J* 102-B:1636–1645. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.102B12.BJJ-2020-0460.R1>
12. Lerch T, Todorski I, Steppacher S et al (2018) Prevalence of femoral and acetabular version abnormalities in patients with symptomatic hip disease: a controlled study of 538 hips. *Am J Sports Med* 46:122–134. <https://doi.org/10.1177/0363546517726983>
13. Li P, Ganz R (2003) Morphologic features of congenital acetabular dysplasia: one in six is retroverted. *Clin Orthop Relat Res*. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000081934.75404.36>
14. Manoukian D, Rehm A (2019) Oligohydramnios: should it be considered a risk factor for developmental dysplasia of the hip? *J Pediatr Orthop B* 28:442–445. <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000624>
15. Murphy S, Ganz R, Müller M (1995) The prognosis in untreated dysplasia of the hip. A study of radiographic factors that predict the outcome. *J Bone Joint Surg Am* 77:985–989. <https://doi.org/10.2106/00004623-199507000-00002>
16. Murphy S, Simon S, Kijewski P et al (1987) Femoral anteversion. *J Bone Joint Surg Am* 69:1169–1176
17. Nötzli H, Müller S, Ganz R (2001) The relationship between fovea capitis femoris and weight bearing area in the normal and dysplastic hip in adults: a radiologic study. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 139:502–506. <https://doi.org/10.1055/s-2001-19231>
18. Schmaranzer F, Lerch T, Siebenrock K et al (2019) Differences in femoral torsion among various measurement methods increase in hips with excessive femoral torsion. *Clin Orthop Relat Res* 477:1073–1083. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000000610>
19. Sharp I (1961) Acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Br* 43-B:268–272. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.43B2.268>

20. Siebenrock K, Schaller C, Tannast M et al (2014) Anteverting periacetabular osteotomy for symptomatic acetabular retroversion: results at ten years. *J Bone Joint Surg Am* 96:1785–1792. <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.00842>
21. Steppacher S, Lerch D, Gharanzadeh K et al (2014) Size and shape of the lunate surface in different types of pincer impingement: theoretical implications for surgical therapy. *Osteoarthritis Cartilage* 22:951–958. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.05.010>
22. Steppacher S, Tannast M, Werlen S, Siebenrock K (2008) Femoral morphology differs between deficient and excessive acetabular coverage. *Clin Orthop Relat Res* 466:782–790. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0141-7>
23. Stetzelberger V, Moosmann A, Zheng G et al (2021) Does the rule of thirds adequately detect deficient and excessive acetabular coverage? *Clin Orthop Relat Res* 479:974–987. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000001598>
24. Stulberg S, Harris W (1974) Acetabular dysplasia and development of osteoarthritis of hip. In: Harris WH (Hrsg) *The hip. Proceedings of the second open scientific meeting of the hip society.* Mosby, St Louis
25. Tannast M, Hanke M, Zheng G et al (2015) What are the radiographic reference values for acetabular under- and overcoverage? *Clin Orthop Relat Res* 473:1234–1246. <https://doi.org/10.1007/s11999-014-4038-3>
26. Tannast M, Mistry S, Steppacher S et al (2008) Radiographic analysis of femoroacetabular impingement with Hip2Norm—reliable and validated. *J Orthop Res* 26:1199–1205. <https://doi.org/10.1002/jor.20653>
27. Tannast M, Siebenrock K, Anderson S (2007) Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis—what the radiologist should know. *AJR Am J Roentgenol* 188:1540–1552. <https://doi.org/10.2214/AJR.06.0921>
28. Tönnis D (1984) Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter <https://doi.org/10.1007/978-3-662-06621-8>
29. Tönnis D, Heinecke A (1999) Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 81:1747–1770. <https://doi.org/10.2106/00004623-199912000-00014>
30. Weinstein S (1987) Natural history of congenital hip dislocation (CDH) and hip dysplasia. *Clin Orthop Relat Res* 225:62–76
31. Wiberg G (1939) Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint with special references to the complication of Osteoarthritis. *Acta Chir Scand* 58(Suppl):7–38
32. Zurmühle C, Kuner V, McInnes J et al (2021) The crescent sign—a predictor of hip instability in magnetic resonance arthrography. *J Hip Preserv Surg* 8:164–171. <https://doi.org/10.1093/jhps/hnab067>
33. Zurmühle C, Stetzelberger V, Hanauer M et al (2022) New concepts in femoroacetabular impingement syndrome. In: Nho S, Bedi A, Salata M et al (Hrsg) *Hip Arthrosc. Hip Jt. Preserv. Surg.* Springer, Cham, S771–801