Arthroskopie 2022 · 35:48–54
<https://doi.org/10.1007/s00142-021-00502-6>
 Angenommen: 16. Dezember 2021
 Online publiziert: 17. Januar 2022
 © Der/die Autor(en) 2022, korrigierte Publikation 2022

Redaktion

J. H. Schröder, Berlin
 J. Goronzy, Dresden

Prävalenz, Biomechanik und Diagnostik femoraler Achs- und Torsionsfehler

Nicolas Vuillemin¹ · Lorenz Büchler^{1,2} · Simon D. Steppacher¹ · Malin K. Meier¹

¹ Department für Orthopädie und Traumatologie, Inselspital, Universitätsklinik Bern, Universität Bern, Bern, Schweiz

² Klinik für Orthopädie und Traumatologie, Kantonsspital Aarau, Aarau, Schweiz

In diesem Beitrag

- Biomechanik
- Diagnostik
Anamnese und klinische Untersuchung •
Bildgebung
- Prävalenz

Zusammenfassung

Abweichungen der Anatomie des proximalen Femurs (Torsionspathologien, Coxa valga/vara) führen zu Veränderungen der Biomechanik des Hüftgelenks. Dies kann sich in einem femoroazetabulären Impingement (FAI), einer Mehrbelastung durch erhöhten intraartikulären Druck oder einer Fehl- oder Überbelastung der Hüftgelenkabduktoren manifestieren. Die Morphologie des Beckens, insbesondere die Version und Überdachung des Azetabulums, kann einen kompensatorischen oder verstärkenden Effekt haben und muss in die globale Beurteilung des Hüftgelenks miteinbezogen werden. Eine ausführliche klinische und radiologische Evaluation ist für eine korrekte Diagnosestellung von entscheidender Bedeutung. Die Patienten berichten meist von inguinalen, z. T. aber auch von glutealen Schmerzen. Diese sind häufig von mechanischem Charakter und können durch bestimmte Bewegungen provoziert werden. Der Bewegungsumfang der Hüfte ist beim FAI vermindert, und es zeigt sich ein positiver vorderer und/oder hinterer Impingement-Test. Torsionspathologien führen häufig zu einem veränderten Gangbild. So präsentieren sich Patienten mit erhöhter femoraler Torsion oft mit einem innenrotierten, bei verminderter Torsion mit einem außenrotierten Gangbild. Zudem zeigt sich häufig eine Abduktoreninsuffizienz. Während zur Bestimmung des Collum-Diaphysen-Winkels (CCD-Winkel) eine zentrierte Beckenübersichtsröntgenaufnahme im a.-p.-Strahlengang verwendet werden kann, sollte die Bestimmung der Torsion anhand einer Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRT) von Knien und Hüftgelenk erfolgen. Von entscheidender Bedeutung ist die Angabe der verwendeten Messmethode der femoralen Torsion, da große systematische Unterschiede der Torsionswerte zwischen den verschiedenen Messmethoden bestehen.

Schlüsselwörter

Hüftgelenk · Femorale Torsion · Femoroazetabuläres Impingement · Coxa valga · Coxa vara

QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Sowohl Torsionspathologien des Femurs als auch pathologische Werte des Collum-Diaphysen-Winkels (CCD-Winkel) beeinflussen den Bewegungsumfang, die Druckbelastung im Gelenk und die Hebelwirkung der Abduktorenmuskulatur. So können Torsionsfehler zu einem intra- und extraartikulären femoroazetabulären Impingement (FAI) führen, die Druckbelastung bei defizitärer azetabulärer Überdachung verstärken oder zu einer Fehl- oder Überbelastung der Hüftgelenkabduktoren mit entsprechender

Symptomatik führen. Ein zusätzlich erhöhter oder erniedrigter CCD-Winkel (Coxa valga/Coxa vara) kann die funktionellen Einschränkungen und Beschwerden weiter verstärken.

Das Verständnis des zugrundeliegenden Pathomechanismus, die korrekte Diagnostik und die anschließende Behandlung von femoralen Achs- und Torsionsfehlern sind entscheidend für den Erfolg der Behandlung von symptomatischen Patienten. Bereits 1999 konnte ein Zusammenhang

Abb. 1 ◀ Bei einer normalen femoralen Torsion zeigt sich bei gestrecktem Bein eine balancierte Innen- und Außenrotation. Bei einer hohen femoralen Torsion ist die Außenrotationsfähigkeit vermindert. Bei einer niedrigen femoralen Torsion ist die Innenrotationsfähigkeit vermindert. (Mod. nach [12], mit freundlicher Genehmigung, ©SAGE Publications, alle Rechte vorbehalten)

Abb. 2 ▲ a Präoperative Beckenübersicht eines 20-jährigen Patienten mit linksseitigen inguinalen Schmerzen. Es zeigt sich ein verminderter Offset am lateralen Schenkelhals (Cam-Deformität, Pfeil). b Die präoperative Computertomographie (CT) zeigt eine verminderte femorale Torsion von 3° links (gemessen nach Murphy et al. [14]). c Die dynamische Evaluation mit 3-D-Rekonstruktion zeigt ein anteriores sowohl intra- als auch extraartikuläres Impingement in kombinierter Flexion, Adduktion und Innenrotation, verursacht durch die defizitäre femorale Torsion und Cam-Deformität. d Zur Korrektur des femoroazetabulären Impingements erfolgte die chirurgische Hüftluxation mit Offsetkorrektur. Nur mittels zusätzlicher und subtrocantärer Rotationsosteotomie (+15°) konnte ein suffizienter Bewegungsumfang in der Hüfte erzielt werden

zwischen Torsionsfehlern des Femurs und der Koxarthrose beschrieben werden [26]. Obwohl die biomechanischen Grundlagen damals noch nicht gänzlich geklärt waren, konnte eine Linderung der Beschwerden durch Korrekturosteotomien des Femurs

erreicht werden [28]. Mit der Beschreibung des femoroazetabulären Impingements [5] sowie der biomechanischen Eigenschaften des extraartikulären Impingements bei erhöhter [22] oder verminderter Torsion [8] sind die Zusammenhänge zwischen

Torsions- und Achsfehlern des Femurs und dem Impingement geklärt worden.

» Ein symptomatisches Impingement der Hüfte sollte therapiert werden

Heutzutage wird empfohlen, dass ein symptomatisches Impingement der Hüfte zur Schmerzlinderung der Betroffenen und Verhinderung von Spätschäden des Gelenks therapiert werden sollte [29]. Femorale Torsions- und Achsfehler kommen dabei sowohl als Ursache als auch verstärkende Faktoren für ein Impingement der Hüfte in Frage. Heute gelten die Torsionsstörungen des Femurs neben der Cam- und Pincer-Deformität als dritte Entität des femoroazetabulären Impingements. Eine korrekte Diagnose der Torsions- und Achsfehler ist deshalb von eminenter Wichtigkeit.

Biomechanik

Femorale Torsionspathologien (Abb. 1) haben einen Einfluss auf das Bewegungsausmaß des Hüftgelenks. Je nach Pathologie und Morphologie der Pfanne und des Beckens kann ein Impingement der Hüfte verstärkt oder vermindert werden, wobei zwischen intra- und extraartikulärem Impingement unterschieden wird. Eine übermäßig valgische oder varische Beinachse kann dies zusätzlich aggravieren.

Bei Patienten mit verminderter femoraler Torsion kann vor allem die kombinierte Flexion und Innenrotation zu einem anterioren Impingement führen (Abb. 1). Ei-

Abb. 3 ▲ **a** Präoperative Beckenübersicht einer 25-jährigen Patientin mit glutealen Schmerzen rechts. Es zeigt sich eine Coxa valga mit einem Collum-Diaphysen(CCD)-Winkel von 142°. **b** Die Computertomographie (CT) zeigt eine deutlich erhöhte femorale Torsion von 76° rechts und 79° links (gemessen nach Murphy et al. [14]). **c** Die dynamische Evaluation der 3-D-Rekonstruktion zeigt ein posteriores extraartikuläres Impingement sowohl in reiner Extension als auch in Flexion, Abduktion und Außenrotation (dargestellt in Rot). **d** Postoperative a.-p.-Beckenübersicht nach chirurgischer Hüftluxation mit intertrochantärer derotierender (–25°) und varisierender (–15°) Femurosteotomie

ne zusätzliche Cam- oder Pincer-Morphologie oder Coxa vara kann dies verstärken. Beim intraartikulären Impingement vom Cam-Typ wird die Offsetstörung am Schenkelhals (Cam) bei Beugung in das Gelenk gedrückt mit typischen pfannenrandnahen Knorpelschädigungen des Azetabulums. Beim Pincer-Impingement kommt es zu einem Konflikt zwischen Schenkelhals und Azetabulumrand mit konsekutiver Labrum- und Knorpelschädigung im anterosuperioren Bereich. Des Weiteren kann ein Indentationszeichen am anterioren Schenkelhals entstehen [23]. Beim extraartikulären Impingement kann es zu einem „subspine impingement“ zwischen Trochanter major des proximalen Femurs bzw. des gesamten anterioren Intertrochantärmassivs und der Spina iliaca anterior inferior kommen (■ Abb. 2).

Bei Patienten mit erhöhter femoraler Torsion kann vor allem die kombinierte Extension und Außenrotation zu einem posterioren Impingement führen (■ Abb. 1). Bei einem intraartikulären posterioren Im-

pingement kann es zu einem Anschlagen zwischen dem posterioren Abschnitt des Schenkelhalses und dem posterioren Anteil des Azetabulums kommen. Dies kann zusätzlich durch eine posteriore Cam-Deformität oder eine Anteversion des Azetabulums verstärkt werden. Bei einem extraartikulären Impingement entsteht ein Konflikt zwischen Trochanter major oder minor und Ischium. Eine Coxa valga kann eine solche Situation zusätzlich verstärken ([1, 22]; ■ Abb. 3).

Neben dem Impingement haben Achs- und Torsionsfehler auch einen wesentlichen Einfluss auf die intraartikulären Druckverhältnisse. So zeigt sich gehäuft bei Patienten mit dysplastischem Azetabulum und hoher Torsion ein anterosuperiores Schädigungsmuster. Durch die hohe Torsion mit verminderter Außenrotationsfähigkeit kommt es vermehrt zu einem nach vorne Hebeln des Femurkopfes bei zugleich verminderter Gelenkfläche bei Dysplasie. Dies führt zu erhöhtem Stress im anterosuperioren Gelenkbereich. Ein

valgischer Schenkelhals kann dies weiter aggravieren.

» Achs- und Torsionsfehler wirken sich auf die Kraftübertragung der Muskulatur aus

Des Weiteren wirken sich Achs- und Torsionsfehler auf die Kraftübertragung der Muskulatur aus. Eine erhöhte Torsion hat zu Folge, dass sich der Trochanter major weiter dorsal befindet mit entsprechendem verkürztem Hebelarm für die Hüftabduktoren. Kompensatorisch weisen Patienten ein innenrotiertes Gangbild auf, wobei der Trochanter weiter nach ventral rückt zur Verbesserung des Hebelarms. Gegenteiliges geschieht bei einer verminderten Torsion. Der Trochanter befindet sich weiter ventral als bei einer regelrechten Torsion. Dies führt zu einer negativen Veränderung des Zugvektors der Abduktoren. Eine Außenrotation des Beins kann dies teilweise ausgleichen durch die Verschiebung des Trochanters nach dorsal und lateral [15, 18]. Eine valgische Stellung des Schenkelhalses hat durch die Verkürzung des Gesamthebelarms der Hüfte einen negativen Einfluss auf die Kraft der Abduktoren und kann zu einem ischiofemorale Impingement führen [15]. Eine varische Schenkelhalsstellung verbessert die Abduktionskraft, führt aber zu einer Zunahme der Druckkräfte im Gelenk. Zudem kann der Abduktionsumfang durch ein laterales Impingement vermindert sein [2, 15]. Folglich stellt ein normaler CCD-Winkel ein Kompromiss dar zwischen Abduktionskraft, Gelenkbelastung und Bewegungsumfang der Hüfte.

Diagnostik

Anamnese und klinische Untersuchung

Patienten mit einer pathologischen femoralen Torsion äußern meist Leistenschmerzen. Bei verminderter Torsion werden die Beschwerden vor allem in tiefer Flexion und Innenrotation angegeben, bei erhöhter Torsion meist in kombinierter Extension und Außenrotation. Zusätzlich berichten Patienten mit erhöhter Torsion häufig von glutealen Schmerzen, insbesondere beim Stehen oder Treppensteigen als Folge des extraartikulären Impingements sowie über

Abb. 4 ▲ a Patient mit verminderter femoraler Torsion und entsprechend reduzierter Innenrotationsfähigkeit in Bauchlage. b Patientin mit erhöhter femoraler Torsion und entsprechend vermehrter Innenrotationsfähigkeit in Bauchlage (Aus [23] mit freundlicher Genehmigung, © Georg Thieme Verlag, Stuttgart, alle Rechte vorbehalten)

Abb. 5 ◀ Schematische Darstellung der verschiedenen Methoden zur Bestimmung der femoralen Torsion (Tab. 1). (Mod. nach [21], mit freundlicher Genehmigung, © Wolters Kluwer Health, alle Rechte vorbehalten)

die Unfähigkeit eines Schneidersitzes [23]. Eine pathologische Torsion führt bei den meisten Patienten nicht zu einem veränderten Gangbild (falsch-negativer Wert in 77% für erhöhte Torsion, 81% für verminderte Torsion). Kommt es hingegen zu einer kompensatorischen Innenrotationsstellung des Fußes beim Gehen („intoeing“), so weist dies mit hoher Spezifität (99%) und positivem prädiktivem Wert (93%) auf eine erhöhte femoralen Torsion hin. Bei Außenrotationsstellung („outtoeing“) beträgt die Spezifität 96%, der positive prädiktive Wert 64% für eine verminderte Torsion [10]. Des Weiteren zeigt sich bei Patienten mit erhöhter femoraler Torsion gehäuft nach innen gerichtete Patellae, welches auch als *Patellaschiel* bezeichnet wird. Zur Objektivierung des Gangbilds kann eine Gangbildanalyse (z. B. GAIT-Rite Electronic Walkway, CIR Systems Inc., USA) durchgeführt werden.

In der klinischen Untersuchung zeigt sich bei gestreckter Hüfte eine unbalancierte Hüftrotation (Abb. 1). Bei Patienten mit verminderter femoraler Torsion zeigt sich v. a. in Bauchlage eine verminderte Innenrotation (Abb. 4) bei zugleich erhöhter Außenrotation. Der anteriore Impingement-Test (Reizung des anterioren Labrums durch forcierte Flexion, Adduktion und Innenrotation der Hüfte) ist meist positiv. Der posteriore Impingement-Test ist meist negativ. Bei Patienten mit erhöhter femoraler Torsion zeigt sich sowohl in 90° Flexion als auch in Bauchlage eine deutlich erhöhte Innenrotationsfähigkeit (Abb. 4) bei zugleich verminderter Außenrotationsfähigkeit. Ein dorsales extraartikuläres Impingement als Folge eines knöchernen Kontaktes zwischen Os ischium und Trochanter minor kann durch eine forcierte Extension und Außenrotation (posteriorer Impingement-Test) bzw. in 20°

Flexion und 40° Außenrotation (modifizierter FABER-Test) der Hüfte getestet werden [13]. Inguinale Schmerzen sind Folge einer Subluxationsbewegung der Hüfte nach ventral. Diese kann zu einer Inside-out-Verletzung des anterioren Labrums führen, sodass auch der anteriore Impingement-Test positiv sein kann.

Bildgebung

Röntgenuntersuchung

Anhand eines anteroposterioren Röntgenbildes des Beckens kann die Inklination der Schenkelhalsachse zum Femurschaft als sog. CCD-Winkel bestimmt werden. Zur korrekten Bestimmung des Winkels ist zu beachten, dass die physiologische Ante-torsion des Schenkelhalses durch eine 10° Innenrotation der Füße neutralisiert werden muss. Ein CCD-Winkel zwischen 125° und 139° gilt als physiologisch [19]. Ist der CCD-Winkel > 140° spricht man von einer valgischen Hüfte und bei Werten des CCD-Winkels < 125° von einer varischen Hüfte. Bei der Bestimmung des CCD-Winkels gilt es stets zu berücksichtigen, dass es bei Patienten mit einer erhöhten oder vermindernden Torsion zu einer projektionsbedingten Vergrößerung des CCD-Winkels kommt [6] und somit fälschlicherweise eine Coxa valga diagnostiziert werden kann. Zur genauen Bestimmung des CCD-Winkels empfiehlt sich daher eine Schichtbildgebung.

» Zur Bestimmung von femoralen Torsionspathologien kann die Dunn-Rippstein-Aufnahme verwendet werden

Zur Bestimmung von femoralen Torsionspathologien mittels konventioneller Röntgendiagnostik kann die Dunn-Rippstein-Aufnahme verwendet werden [17]. Hierbei wird die Aufnahme mit a.-p.-Strahlengang in Rückenlage mit 90° Flexion in Hüften und Knien sowie in 20° Abduktion durchgeführt. Alternativ wird die axiale Aufnahme verwendet mit gestrecktem Bein. Bei beiden Techniken besteht eine große Anfälligkeit auf Fehler, da die Darstellung des Schenkelhalses stark von der Rotation der Beine abhängig ist [18]. Zur präzisen Bestimmung der Torsion ist deshalb eine Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRT)

Tab. 1 Übersicht über verschiedene Methoden zur Bestimmung der femoralen Torsion in der Schnittbildgebung (schematische Darstellung in **Abb. 5**). (Mod. nach [21])

Messmethode	Orientierung	Ebene(n)	Definition der Landmarken	Systematische Differenz zu Murphy et al. [14]
Lee et al. [7]	Axial	Erstes axiales Bild, welches eine Verbindung zwischen Schenkelhals und Trochanter major darstellt	Linie zwischen Zentrum des Femurkopfes und der Mitte des Schenkelhalses	17°
Reikerås et al. [16]	Axial	Zwei axiale Bilder: eines, auf dem das Femurkopfzentrum ersichtlich ist und eines, auf welchem der anteriore und posteriore Kortex des Schenkelhalses parallel sind	Verbindungsline zwischen Femurkopfzentrum und der Mitte des Schenkelhalses	13°
Jarrett et al. [4]	Axial-oblique	Axial-obliques Bild, auf welchem das Femurkopfzentrum und der Schenkelhals ersichtlich sind	Verbindungsline zwischen Femurkopfzentrum und Zentrum des Schenkelhalses	9°
Tomczak et al. [25]	Axial	Zwei axiale Bilder: eines, auf welchem das Femurkopfzentrum ersichtlich ist und eines, auf welchem die Basis des Schenkelhalses ersichtlich ist	Verbindungsline zwischen Femurkopfzentrum und Zentrum des Trochanter major	3°
Murphy et al. [14]	Axial	Zwei axiale Bilder: eines, auf welchem das Femurkopfzentrum ersichtlich ist und eines, auf welchem der Trochanter minor am prominentesten ist	Verbindungsline zwischen Femurkopfzentrum und Zentrum des Femurschaftes	0°

mit gleichzeitiger Darstellung des Beckens und der Kniegelenke nötig.

Computertomographie, Magnetresonanztomographie und 3-D-Impingementsimulation

Der Goldstandard zur Bestimmung der femoralen Torsion war bisher die CT [27]. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass die MRT eine valide Alternative zur CT darstellt [20]. Da die Untersuchungen häufig bei jungen Patienten durchgeführt werden, ist die fehlende Strahlenbelastung bei der MRT ein großer Vorteil und hat sich mittlerweile vielerorts als Standarduntersuchung in der radiologischen Abklärung eines FAI etabliert. In Studien, die die Messung der femoralen Torsion anhand von MRT- und CT-Aufnahmen verglichen, wurde eine mögliche Ungenauigkeit der Messungen in der MRT aufgrund der längeren Akquisitionszeiten und damit eventuell ungewollte Bewegungen des Beines, beschrieben [9]. Dies kann minimiert werden, wenn die axialen Schnittbilder des proximalen und distalen Femurs unmittelbar nacheinander angefertigt werden und das Bein in einer Lagerungsschiene fixiert wird.

Der Normwert für die femorale Torsion liegt zwischen 10 und 25° [26]. Es ist zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Messmethoden zu systematischen Unterschieden von bis zu 17° entstehen (Unterschied zwischen der Definition von Murphy et al. und Lee et al.). Der Messwert

der Torsion fällt dabei umso höher aus, je kaudaler der Referenzpunkt für die Definition der Schenkelhalsachse gewählt wird ([21]; **Tab. 1** und **Abb. 5**).

Computertomographie und moderne 3-D-Sequenzen in der MRT erlauben animierte 3-D-Rekonstruktionen mit der Möglichkeit zur dynamischen Bewegungsanalyse und Impingementsimulation. Diese validierte Methode der MRT- und CT-3-D-Rekonstruktion [5, 24] ermöglicht die Visualisierung des impingementfreien Bewegungsumfanges und der Impingementareale ([11]; **Abb. 2** und **3**). Neben akademischen Animationsprogrammen gibt es kommerzielle Programme und webbasierte Anwendungen, welche die Auswertung und Animation der Daten ermöglichen.

Prävalenz

Die Prävalenz femoraler Achs- und Torsionsfehler bei asymptomatischen Patienten ist unbekannt, da dazu spezifische Untersuchungen fehlen. Bei radiologischen Studien an symptomatischen Patienten mit FAI oder Dysplasie [12] bzw. Labrumschäden [3] zeigte sich eine verminderte femorale Torsion in 15–22% und eine erhöhte femorale Torsion in 16–30% der Fälle. Dabei zeigte sich ein valgischer CCD-Winkel in 5–12% und ein Valgus bei 0–10%. Zur Messung der Torsion wurde jeweils die Methode von Murphy et al. [14] verwendet.

Fazit für die Praxis

- Abweichungen der Anatomie des proximalen Femurs, insbesondere von Torsion und CCD-Winkel, führen zu einer veränderten Biomechanik des Hüftgelenks, was zu Beschwerden, funktionellen Einschränkungen, einem kompensatorisch veränderten Gangbild sowie einer mechanisch bedingten Veränderung des Bewegungsumfanges führen kann.
- Eine ausführliche Abklärung mittels Anamnese, körperlicher Untersuchung und Bildgebung (MRT und CT) sind essenziell zur korrekten Diagnostik und Erstellung eines adäquaten Behandlungsplans.
- Die femorale Torsion ist ein entscheidender Faktor beim FAI und sollte in der radiologischen Abklärung eines Hüftimpingements standardmäßig bestimmt werden. Dabei ist die Angabe der Messmethode unabdingbar, da je nach Methode systematische Unterschiede von bis zu 17° entstehen.
- Die Morphologie des Beckens, insbesondere die Version und Überdachung des Azetabulums, kann die Auswirkungen der femoralen Pathomorphologie verstärken oder kompensieren und muss in die globale Beurteilung des Hüftgelenks mit einbezogen werden.

Korrespondenzadresse

PD Dr. Lorenz Büchler
Klinik für Orthopädie und Traumatologie,
Kantonsspital Aarau
Tellstrasse 25, 5001 Aarau, Schweiz
lorenz.buechler@ksa.ch

Funding. Open access funding provided by University of Bern

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. N. Vuillemin, L. Büchler, S.D. Steppacher und M. K. Meier geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren 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>.

Literatur

1. Bredella MA, Azevedo DC, Oliveira AL et al (2015) Pelvic morphology in ischiofemoral impingement. *Skelet Radiol* 44:249–253
2. Büchler L, Tannast M, Siebenrock KA et al (2018) Biomechanics of the hip. In: Egol KA, Leucht P (Hrsg) Proximal femur fractures: an evidence-based approach to evaluation and management. Springer, Cham, S9–15
3. Dolan MM, Heyworth BE, Bedi A et al (2011) CT reveals a high incidence of osseous abnormalities in hips with labral tears. *Clin Orthop Relat Res* 469:831–838
4. Jarrett DY, Oliveira AM, Zou KH et al (2010) Axial oblique CT to assess femoral anteversion. *Am J Roentgenol* 194:1230–1233
5. Kubiak-Langer M, Tannast M, Murphy SB et al (2007) Range of motion in anterior femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res* 458:117–124
6. Lechler P, Frink M, Gulati A et al (2014) The influence of hip rotation on femoral offset in plain radiographs. *Acta Orthop* 85:389–395
7. Lee YS, Oh SH, Seon JK et al (2006) 3D femoral neck anteversion measurements based on the posterior femoral plane in ORTHODOC system. *Med Biol Eng Comput* 44:895–906
8. Lerch TD, Boschung A, Todorski IS et al (2019) Femoroacetabular impingement patients with decreased femoral version have different impingement locations and intra- and extraarticular anterior subspine FAI on 3D-CT-based impinge-

Pervallence, biomechanics and diagnostics of torsional and axial abnormalities of the femur

Deviations in the anatomy of the proximal femur (torsional pathologies, coxa valga/coxa vara) lead to changes in the biomechanics of the hip joint. This can lead to femoroacetabular impingement, increased intra-articular pressure and abnormal or excessive loading of the hip joint abductors with corresponding clinical symptoms. Pelvic morphology, particularly acetabular version and coverage can have a compensatory or reinforcing effect and must therefore be included in the global evaluation of the hip joint. A detailed clinical and radiological evaluation (including layer imaging) is crucial to make a correct diagnosis. Patients usually suffer from mechanical inguinal or gluteal pain that can be provoked by certain movements. The range of motion in femoroacetabular impingement is often decreased with a positive anterior and/or posterior impingement test. Torsional pathologies often result in an altered gait pattern. To compensate the altered lever arm of the hip abductors, patients with increased femoral torsion often present with an internally rotated gait pattern, while those with decreased torsion present with an externally rotated foot while walking. In addition, an abductor insufficiency is also often present. A centered pelvic overview X-ray in anteroposterior beam path can be used to determine the caput-collum-diaphyseal angle (CCD angle). Femoral torsion should be determined using CT or MRI with the knees included. Of decisive importance is to specify which measurement method is used as there are large systematic differences in the torsion values between the various measurement methods.

Keywords

Hip joint · Femoral torsion · Femoroacetabular impingement · Coxa valga · Coxa vara

- ment simulation: implications for hip arthroscopy. *Am J Sports Med* 47:3120–3132
9. Lerch TD, Degonda C, Schmaranzer F et al (2019) Patient-specific 3-D magnetic resonance imaging-based dynamic simulation of hip impingement and range of motion can replace 3-D computed tomography-based simulation for patients with femoroacetabular impingement: implications for planning open hip preservation surgery and hip Arthroscopy. *Am J Sports Med* 47:2966–2977
10. Lerch TD, Eichelberger P, Baur H et al (2019) Prevalence and diagnostic accuracy of in-toeing and out-toeing of the foot for patients with abnormal femoral torsion and femoroacetabular impingement: implications for hip arthroscopy and femoral derotation osteotomy. *Bone Joint J* 101-b:1218–1229
11. Lerch TD, Schmaranzer F, Hanke MS et al (2020) Femorale Torsionsfehler bei Patienten mit femoroacetabulärem Impingement. *Orthopäde* 49:471–481
12. Lerch TD, Todorski IAS, Steppacher SD 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
13. Lerch TD, Zwingelstein S, Schmaranzer F et al (2021) Posterior extra-articular Ischiofemoral impingement can be caused by the lesser and greater trochanter in patients with increased femoral version: dynamic 3D CT-based hip impingement simulation of a modified FABER test. *Orthop J Sports Med* 9:2325967121990629
14. Murphy SB, Simon SR, Kijewski PK et al (1987) Femoral anteversion. *J Bone Joint Surg Am* 69:1169–1176
15. Radin EL (1980) Biomechanics of the human hip. *Clin Orthop Relat Res* 180(152):28–34
16. Reikerås O, Bjerkreim I, Kolbenstvedt A (1983) Anteversion of the acetabulum and femoral neck in normals and in patients with osteoarthritis of the hip. *Acta Orthop Scand* 54:18–23
17. Reikerås O, Hoiseth A, Reigstad A (1985) Evaluation of the Dunlap/Rippstein method for determination of femoral neck angles. *Acta Radiol Diagn* 26:177–179
18. Ruby L, Mital MA, O'Connor J et al (1979) Anteversion of the femoral neck. *J Bone Joint Surg Am* 61:46–51
19. Schmaranzer F, Hanke M, Lerch T et al (2016) Impingement der Hüfte. *Radiologe* 56:825–838
20. Schmaranzer F, Kallini JR, Miller PE et al (2020) The effect of modality and landmark selection on MRI and CT femoral torsion angles. *Radiology* 296:381–390
21. Schmaranzer F, Lerch TD, Siebenrock KA 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
22. Siebenrock KA, Steppacher SD, Haefeli PC et al (2013) Valgus hip with high antetorsion causes pain through posterior extraarticular FAI. *Clin Orthop Relat Res* 471:3774–3780
23. Steppacher SD, Lerch TD, Schmaranzer F et al (2018) 11 Femorale Rotationspathologien. In: Hüftarthroskopie. Thieme, Stuttgart, S 138–153
24. Tannast M, Kubiak-Langer M, Langlotz F et al (2007) Noninvasive three-dimensional assessment of femoroacetabular impingement. *J Orthop Res* 25:122–131
25. Tomczak RJ, Guenther KP, Rieber A et al (1997) MR imaging measurement of the femoral antetorsional angle as a new technique: comparison with CT in children and adults. *Am J Roentgenol* 168:791–794

-
26. Tönnis D, Heinecke A (1999) Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 81:1747–1770
 27. Tönnis D, Heinecke A (1999) Current concepts review—acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg* 81:1747–1770
 28. Tönnis D, Heinecke A (1991) Diminished femoral antetorsion syndrome: a cause of pain and osteoarthritis. *J Pediatr Orthop* 11:419–431
 29. Ziebarth K, Milosevic M, Lerch TD et al (2017) High survivorship and little osteoarthritis at 10-year followup in SCFE patients treated with a modified Dunn procedure. *Clin Orthop Relat Res* 475:1212–1228

Hier steht eine Anzeige.