



Zusammenfassung

Das femoroacetabuläre Impingement und dessen Therapie gewinnt zunehmend an Bedeutung, da diese präarthrotische Deformität unbehandelt zur Koxarthrose führt. Dieser Beitrag soll einen Überblick über die Pathologie, Diagnostik und die operativen Therapieoptionen, speziell im Hinblick auf den aktiven Sportler, geben. Als Therapieoption steht neben der Hüft-Arthroskopie und der offenen Luxation die arthroskopisch assistierte Mini-open-Arthrotomie zur Verfügung.

Schlüsselwörter

Femoroacetabuläre Impingement – Arthroskopisch assistierte Mini-open – Hüft-Arthroskopie – Offene Hüftluxation

M. Ezechieli

The femoroacetabular Impingement in elite athletes

Summary

The femoroacetabular Impingement (FAI) and its treatment has gained importance in the last decade and several studies could show, that untreated it may lead to osteoarthritis of the hip joint. In this article an overview over the pathology of FAI, the diagnosis and its treatment options will be shown. A closer look is taken on the treatment of elite athletes regarding the different techniques. Besides hip arthroscopy and safe dislocation, the arthroscopic assisted mini-open technique will be presented as a treatment option.

Keywords

Femoroacetabular impingement – arthroscopic assisted mini-open approach – hip – Hip arthroscopy – surgical dislocation hip

REVIEW / SPECIAL ISSUE

Das femoroacetabuläre Impingement beim Sportler

Pathologie, Diagnostik und operative Therapieoptionen

M. Ezechieli

Vincenz Krankenhaus GmbH Paderborn, Standort Salzkotten, Salzkotten, Germany

Eingegangen/submitted: 13.04.2019; akzeptiert/accepted: 16.04.2019

Online verfügbar seit/Available online: 14.05.2019

Einleitung

Das femoroacetabuläre Impingement (FAI) ist die Folge von anatomischen Veränderung an der knöchernen Gelenkpfanne (Typ Pincer) oder dem Kopf-Schenkelhals-U'bergang (Typ Cam) des Femurs. In ca. 75% der Fälle liegen kombinierte Pincer- und Cam-Deformitäten vor. Charakteristisch für das FAI ist das dynamische Anschlagen des Kopf-Schenkelhals-U'berganges an den Pfannenrand, was Schäden an dem acetabulären Knorpel und dem Labrum acetabulare (Chondrolabrale Komplex) verursachen kann [3,11]. Der Pathomechanismus und die daraus resultierenden Schäden am Gelenkknorpel unterscheiden sich bei beiden Impingement-Formen [3,10]. Durch eine vermehrte Hüftkopfüberdachung kommt es bei der Pincer-Deformität zum Anschlagen des Schenkelhalses am Pfannenrand und dadurch primär zu einer Labrumläsion zur Quetschung und zu einer schmalen Knorpelaffektion. Dorsoinferior gelegen kann in der Folge des Hebels eine „contre-coup“ Läsion auftreten (Abb. 1). Bei der Cam-Deformität hingegen kommt es zu einem Einreißen des chondro-labralen und in der Folge

zu einer Knorpeldelamination (Abb. 2). Das Cam-Impingement tritt eher bei dem jungen athletischen Mann auf und führt tendenziell zu größeren Knorpelschäden als das Pincer-Impingement [10], wobei beide Pathologien eine präarthrotische Deformität darstellen [3,11]. Einige Studien zeigen, dass durch extreme Bewegungen der Hüfte in einigen Sportarten [6,18] oder eine vermehrte Belastung [13] den Druck auf den chondro-labralen Komplex erhöhen, was in der Folge zu Knorpelschäden führt. Eine kürzlich veröffentlichte Studie von Mariconda et al. zeigte die Prävalenz von radiologisch vorliegenden Cam-Impingement bei Capoeira-Sportlern in 90% der untersuchten Hüften, in 50% zeigte sich sogar ein pathologischer alpha-Winkel von über 60° [16]. Phillippon et al. beschreibt, dass das FAI die häufigste Ursache von Hüftschmerzen beim Sportler ist [20].

FAI Diagnostik

Viele junge Sportler mit FAI geben Schmerzen im Bereich der Leiste an, insbesondere nach längerer, stärkerer Belastung mit kombinierten Beuge-Rotationsbewegungen. Viele Betroffene geben zudem Schmerzen oder ein Spannungsgefühl bei

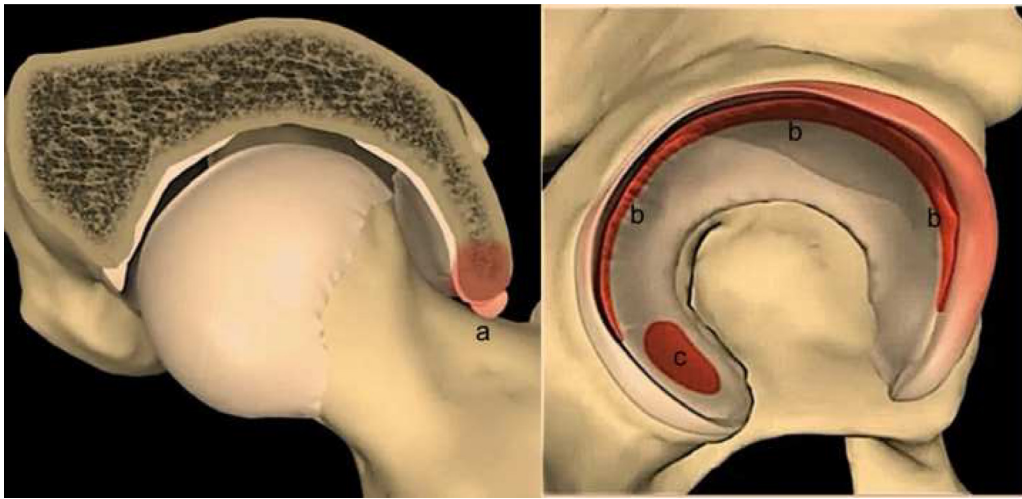


Abbildung 1

Pincer-Impingement einer rechten Hüfte:

Links: Anschlagen des Schenkelhalses und Quetschung des Labrum acetabulare durch eine vermehrte Hüftkopfüberdachung (a). Dadurch kommt es zum Hebeln des Hüftkopfes nach dorsoinferior (Pfeil). Rechts: Rot dargestellt zeigen sich die durch die Pathologie betroffenen Knorpelareale am Acetabulum (b), „contre-coup“-Läsion dorsoinferior (c).

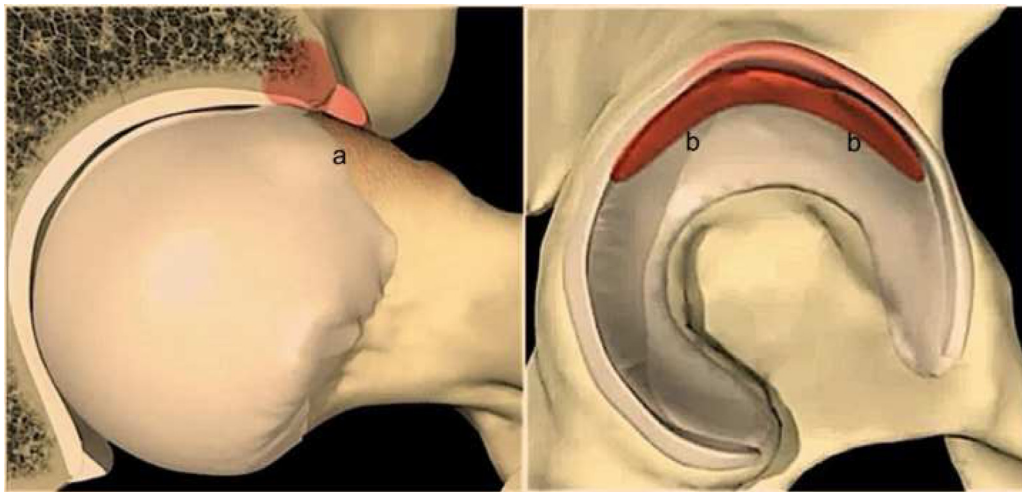


Abbildung 2

Cam-Impingement einer rechten Hüfte:

Links: „Schenkelhals-Bump“ am Kopf-Schenkelhalsübergang mit Anschlagen an den Pfannenrand bei Beugung (a). Rechts: Rot dargestellt zeigen sich die durch die Pathologie betroffenen Knorpelareale am Acetabulum (b).

Tätigkeiten mit gebeugter Hüfte (z.B. Rennradfahren, Rudern), längerem Sitzen oder längeren Autofahrten an. Häufig führt eine längere physiotherapeutische Beübung zwar zu einer Linderung der begleitenden lumbopelvinen muskulären Dysbalance,

nicht aber zu einer Verbesserung des Schmerzes oder des Druckgefühls im Bereich der Leiste.

In der klinischen Untersuchung imponiert ein positiver *Impingement-Test*, der in Rückenlage durch Hüftflexion-Innenrotation und Adduk-

tion erfolgt. Der *Apprehension-Test* mit gestrecktem Bein und Rotation ist in sehr ausgeprägten Fällen ebenfalls positiv. Der *Kompressions-De-kompressions Test nach Ribas* [17] ist eine weitere hilfreiche Untersuchung, um die Beschwerden im

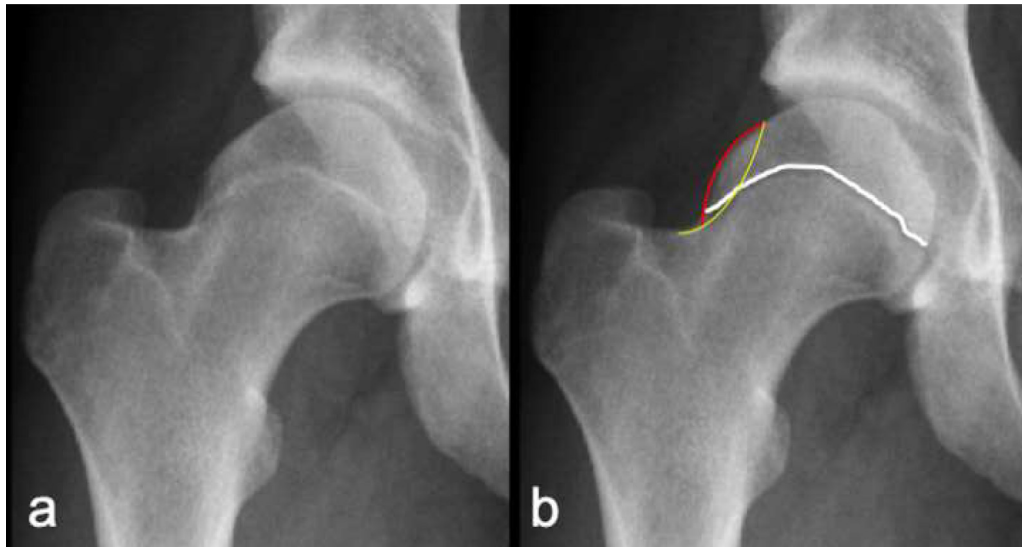


Abbildung 3

Cam-Implingement mit Schenkelhals-Bump mit *horizontal growth plate sign* (HGSP). Links: Die weiße Linie zeigt die in den Schenkelhals-Bump (Rote Linie) auslaufende Epiphysennarbe. Die gelbe Linie deutet eine physiologischen Kopf-Schenkelhalsübergang an.

Bereich des Hüftgelenkes weiter einzugrenzen und die Diagnose des FAI zu sichern. Es erfolgt nach dem *Impingement-Test* der gleiche Bewegungsablauf mit axialer Dekompression. Gibt der Patient hierbei eine Linderung an, wird der Test positiv gewertet.

Die konventionelle Radiografie ist das Basisverfahren, um die Geometrie des Hüftgelenkes zu beurteilen [24]. Dazu gehört eine Beckenübersicht im a.-p.-Strahlengang und eine axiale Aufnahme. Es konnte gezeigt werden, dass dies die axiale nach DUUN nach Dunn (im Stehen, 45° Hüft-Flexion, 20° Hüft-Abduktion und 10°Innenrotation des Fußes) die axiale Aufnahme ist, bei welcher das Kopf-Schenkelhals-Offset am Besten dargestellt werden kann, und der alpha-Winkel nach Nötzli gemessen werden kann [19]. Um einen ventral gelegenen Schenkelhals-Bump (*Pistol-grip deformity*) darzustellen, kann ergänzend eine Aufnahme der Hüfte a.-p. Projektion in 30°Außenrotation erfolgen. Oftmals findet sich zusätzlich eine in

den Schenkelhals-Bump auslaufende Epiphysennarbe (Abb. 3). Dieses Zeichen wird als *horizontal growth plate sign* (HGSP) bezeichnet, und gibt Hinweise darauf, dass sich die Konfiguration in der Wachstumsphase entwickelt hat [1].

Zeigt sich bei der konventionellen Röntgendiagnostik das Vorliegen eines CAM-und/oder Pincer-Implingements, und wird eine operative Therapie angestrebt, ist das MRT mit intraartikulärem Kontrastmittel der Goldstandard. Empfohlen werden folgende 4 Schichten: axial, coronar-schräg, sagittal, und radial [14] sodass dadurch das Ausmaß der intraartikulären Schäden am verlässlichsten beurteilt werden kann. Das Arthro-MRT dient der präoperativen Planung, der Entscheidungsfindung über die anzuwendende Technik und Einschätzung der Begleitpathologien und deren Therapie (z.B. Auffüllen von anterosuperior gelegenen Pfannendach-Zysten). Eine ergänzende Computertomografie (CT) mit 3D-Rekonstruktion kann in komplexen Fällen mit im

konventionellem Röntgen unklarer knöcherner Situation, wie Zustand nach hüftgelenksnahen Vor-Operationen oder Trauma, in einigen wenigen Fällen indiziert sein.

Weitere radiologische Techniken, wie das dGEMRIC (delayed gadolinium enhanced MR-imaging), stehen zur Verfügung, um Knorpelschäden besser zu evaluieren. Bei dieser Untersuchung wird die Glykosaminglycan-Bindung am Knorpel – die je geringer ist, desto degenerierter der Knorpel ist – visualisiert [2]. Diese Untersuchung hat sich im deutschsprachigen Raum aufgrund der Kosten und des Aufwandes der Untersuchung bisher nicht flächendeckend durchsetzen können.

DIE KORREKTE PRÄOPERATIVE PLANUNG

Beispiel (33-jährige Springreiterin) zur Bestimmung der Resektionshöhe bei CAM-Implingement in der axialen nach Dunn (Abb. 4): Zunächst wird ein Kreis zur Bestimmung des

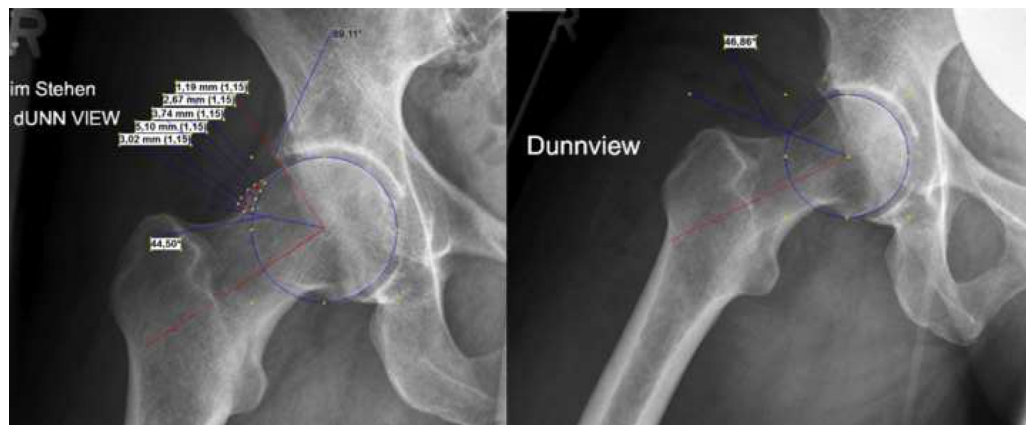


Abbildung 4

Rechts: Präoperative Planung bei kombiniertem Cam- und Pincer-Impingement einer 33-jährigen professionellen Springreiterin. Links: postoperatives Ergebnis. Die genauere Beschreibung ist in dem Textfeld „Die korrekte präoperative Planung“ zu finden.

Kopfmittelpunktes angelegt. Dann wird der IST- α -Winkel folgendermaßen bestimmt: Ein Schenkel wird entlang der Schenkelhalsachse zum Kopfmittelpunkt gelegt und ein Schenkel zu dem Punkt, wo der Kopf-Schenkelhals den Kreis verlässt. In unserem Beispiel ist der IST- α -Winkel 89° (rote Linie). Da dieser Wert pathologisch ist, wird nun der SOLL- α -Winkel von 44° eingetragen (blaue Linie). Der Bereich, der nun zwischen der roten und blauen Linie außerhalb des Kreises liegt, ist der Teil des Schenkelhals-Bumps, der abgetragen werden muss. Um eine Orientierung für die Operation zu haben, wie viel Millimeter entfernt werden müssen, kann dieser Abstand eingetragen werden. Postoperativ kann in gleicher Weise der IST-Winkel bestimmt werden, und so das operative Ergebnis kontrolliert werden. In unserem Beispiel zeigt sich postoperativ eine gute Rekonturierung des Kopf-Schenkelhals-Überganges mit einem Winkel von 46° . In dem Beispiel

zeigt sich auch die Reduktion des Pfannenrandes bei gleichzeitiger Pincer-Komponente, die durch Pfannenrandtrimmung und anschließender Labrumrefixation mittels Nahtanker durchgeführt wurde.

Durchgeführte OP-Technik im Beispiel: Arthroskopisch assistierte Mini-open Arthrotomie (Abb. 4).

Operative Therapieoptionen

Es gibt verschiedene operative Techniken, um das FAI zu behandeln. Eine Entscheidungshilfe, welche Technik bei welcher Pathologie und Ausprägung angewandt werden kann, wird in Tabelle 1 gezeigt (Tabelle 1). Das versorgende Zentrum sollte alle 3 unten genannten Techniken beherrschen, um den Patienten die bestmögliche Therapie anzubieten.

Die offene Luxation nach Ganz

Diese Technik ist als erste in jüngerer Zeit zur Behandlung des FAI durch R. Ganz beschrieben worden [10]. In Seitenlage erfolgt ein ca. 15–20 cm

langer Hautschnitt über dem Trochanter major. Nach Längsspaltung des Traktus erfolgt die Darstellung der von proximal in den Trochanter einstrahlenden Glutealsehnen und die von distal einstrahlenden Anteile des M. vastus lateralis. Es wird nun eine triplanare Trochanterosteotomie durchgeführt, wobei der M. piriformis und die kleinen Außenrotatoren geschont werden. Anschließend erfolgt die Darstellung der ventralen Hüftgelenkskapsel in Flexion, Außenrotation und Abduktion, um die Z-förmige Kapsulotomie durchzuführen. Es kann nun, nach Durchtrennen des Ligamentum capitis femoris, der Kopf aus der Pfanne luxiert werden. Mit entsprechenden Schablonen kann die Schenkelhals-Osteoplastik (SH-0) an dem luxierten Femurkopf erfolgen. Durch die gute Exposition ist eine 360° Korrektur am Kopf-Schenkelhalsübergang möglich. Auch eine gezielte Labrum- und Knorpeltherapie kann in der offenen Einstellung erfolgen. Nach Reposition und Kapselverschluss erfolgt die Refixation des Trochanterfragmentes mittels 2 Schrauben. Die Patienten müssen in der Regel 6 Wochen mit

Tabelle 1. Algorithmus zur Entscheidungsfindung der FAI Behandlung nach *M. Ribas* und *O. Marin-Peña* [17].

	α -Winkel	FAI-Formen	Bump-Lokalisation	Spezifische Pathologien	Geschlecht	BMI
Arthroskopie	$<70^\circ$	geringes Pincer, SH-Bump <5 mm	anterior	Überdachung < 5 mm	egal (eher weiblich)	bevorzugt < 25
Arthroskopisch assistierte Mini-open	$<70^\circ$ egal	alle Arten, Große und prominente Bumps	anterior, ant-lateral und gering posterior	alle Arten, Retroversion Assoziiert mit Dysplasie	egal (eher männlich)	egal
Offene Luxation	egal	egal, große und prominente Bumps	anterior, ant-lateral und gering posterior	Coxa profunda, posteriore labrate Zysten, fortgeschrittene ECF, Verbindung mit subcapitale Osteotomien möglich	egal (eher männlich)	egal

Entlastung mobilisiert werden und haben eine Beugelimitierung von 70° einzuhalten. In der Regel kann nach 3 Monaten wieder sportliche Aktivität aufgenommen werden. Eine Metallentfernung kann bei Trochanterreizung notwendig sein.

Es zeigen sich gute Ergebnisse in Hinblick auf das klinische Outcome der Patienten [4,5]. Verglichen mit der Arthroskopie ist auch die Behandlung von großen Pathologien wie dem Global-Pincer oder Rekonstruktionen des Labrums mittels Traktusstreifen oder Hamstringsehnen durchführbar [7].

In Hinblick auf die Versorgung von Profi-Sportlern sind die Invasivität, die längere Nachbehandlung und eine eventuelle Metallentfernung für die Betroffenen häufig abschreckend und es werden alternative, weniger invasive Verfahren bevorzugt.

Hüftarthroskopie

In den letzten Jahren hat sich die Hüftarthroskopie stetig weiterentwickelt und ist unter anderem durch die Verbesserung des Instrumentariums und die Erfahrung der Operateure zum Standardverfahren der Behandlung des FAI geworden.

Es gibt zwei Lagerungsarten, Rücken- und Seitenlagerung, wobei

bei beiden das zu operierende Bein beweglich sein und Traktion angelegt werden muss. Über Traktion an dem zu operierenden Bein erfolgt bei der „central first“-Technik die Anlage der Portale, um das zentrale Kompartiment darzustellen. Standardportale für das Arbeiten im zentralen Gelenkkompartiment sind das anterolaterale, das posterolaterale und das anteriore Portal. Zur Labrumrekonstruktion kann noch zusätzlich das „tiefe anteriore“ Portal angelegt werden. Das periphere Kompartiment zur CAM-Resektion wird dann mit Flexion des Beines und Nachlassen der Traktion dargestellt. Die benötigten Portale hierfür sind das anterolaterale, das anteriore und ggf. das ventrolaterale Portal. Weitere Portale können angelegt werden, um die Erreichbarkeit zu erweitern. Bei der „peripher first“-Technik erfolgen die Schritte in umgekehrter Reihenfolge, d.h., zunächst wird ohne Traktion das periphere Kompartiment behandelt und anschließend in Traktion das zentrale Kompartiment.

Da die Hüftarthroskopie aufgrund der Tiefe des Gelenkes und der limitierten Bewegung der Instrumente vergleichbar schwierig, verglichen mit der Arthroskopie anderer Gelenke (Schulter, Knie) ist, ist die Lernkurve entsprechend flach. Es konnte

gezeigt werden, dass die klinischen Ergebnisse sehr von der Erfahrung des Operators abhängen. Es besteht die Tendenz zur Hypokorrektur, und somit zur insuffizienten Reduktion des α -Winkel, da der Schenkelhals-Bump tendenziell eher etwas weiter posterior und distal lokalisiert ist, als anfänglich gedacht [15]. Wird die Hüftarthroskopie jedoch durch erfahrene Operateure durchgeführt, zeigen sich gute bis sehr gute klinische Ergebnisse. Auch bei der arthroskopischen Behandlung von Profisportlern mit FAI zeigten sich diese guten Ergebnisse [21].

Arthroskopisch assistierte Mini-open Arthrotomie nach Ribas über direkt anterioren Zugang

Als eine weitere Therapieoption des FAI beim jungen Erwachsenen beschrieb Ribas et al., 2007 die arthroskopisch assistierte Mini-open-Arthrotomie über den direkt anterioren Zugang [22]. Eine detaillierte Video-Darstellung der Operationstechnik findet sich in einer kürzlich veröffentlichten Arbeit [8]. Die Lagerung erfolgt im Extensionstisch wie zur Hüftarthroskopie. Ca. 1 cm distal und ca. 1 cm lateral der Spina iliaca anterior superior erfolgt ein ca 5–7 cm langer Hautschnitt. Nach Darstellung und unter Schonung des

Nervus cutaneus femoris lateralis (NCFL) zwischen dem oberflächlichen und tiefen Oberschenkelfaszienblattes erfolgt der Zugang zum Schenkelhals über die natürliche Muskellücke zwischen M. sartorius und M. tensor fasciae latae. Nach T-förmiger Kapsulotomie und Anlegen von Extension wird der Hüftkopf subluxiert. Man kann nun das Gelenk arthroskopieren und ohne große Mühe Knorpeltherapie und Labrumrekonstruktion durchführen. Die Pincer- und CAM- Resektion kann unter Sicht durchgeführt werden. Es besteht eine „doppelte visuelle Kontrolle“, was ein präzises Arbeiten ermöglicht [23]. Die SH-O wird mit einer Zeppellinfräse mit den entsprechenden Kugelkopffräsen (3 mm, 6 mm) durchgeführt. So kann der Operateur Anhand der präo-

perativen Planung die korrekte Resektionstiefe intraoperativ korrelieren. Die Rekonturierung des Kopf-Schenkelhalsüberganges erfolgt nach der Ribas beschriebenen „rules of spaces“, die durch die Positionierung des Beines während der SH-O eine nahezu 360° Rekonturierung zulässt und ein hohes Maß an Präzision bietet. Die Rekonturierung beginnt in leichter Extension, Adduktion und Innenrotation, sodass die dorso-lateralen Anteile des Kopfes – unter Schonung der kopfversorgenden Gefäße – adressiert werden. Danach erfolgt die weitere Rekonturierung mit zunehmender Außenrotation des Beines, um an die vorderen Anteile zu gelangen. Die inferioren Anteile lassen sich dann mit zunehmender Flexion und Außenrotation des Beines erreichen.

Um periartikuläre Ossifikationen durch in der Wunde verbliebenes Knochenmehl zu verhindern, ist regelmäßiges Spülen während des Vorganges sehr wichtig. Nach Kontrolle des Korrekturergebnisses unter Bildwandler erfolgt die Glättung der Oberfläche mit einer Diamantfräse, um die Rekortikalisierung zu fördern und Blutungen aus dem Schenkelhals zu minimieren. Vor dem Kapselverschluss erfolgt das Einbringen von Fibrinkleber, um die Blutungen aus der Schenkelhalspongiosa weiter zu minimieren. Die Operationszeit, Nachbehandlung und die Liegedauer ist analog zur Hüftarthroskopie. Im Vergleich zur offenen Luxation besteht bei der Mini-open-Arthrotomie keine Notwendigkeit einer längeren Teilbelastungsphase, außer bei einer spezifischen Knorpeltherapie, wie

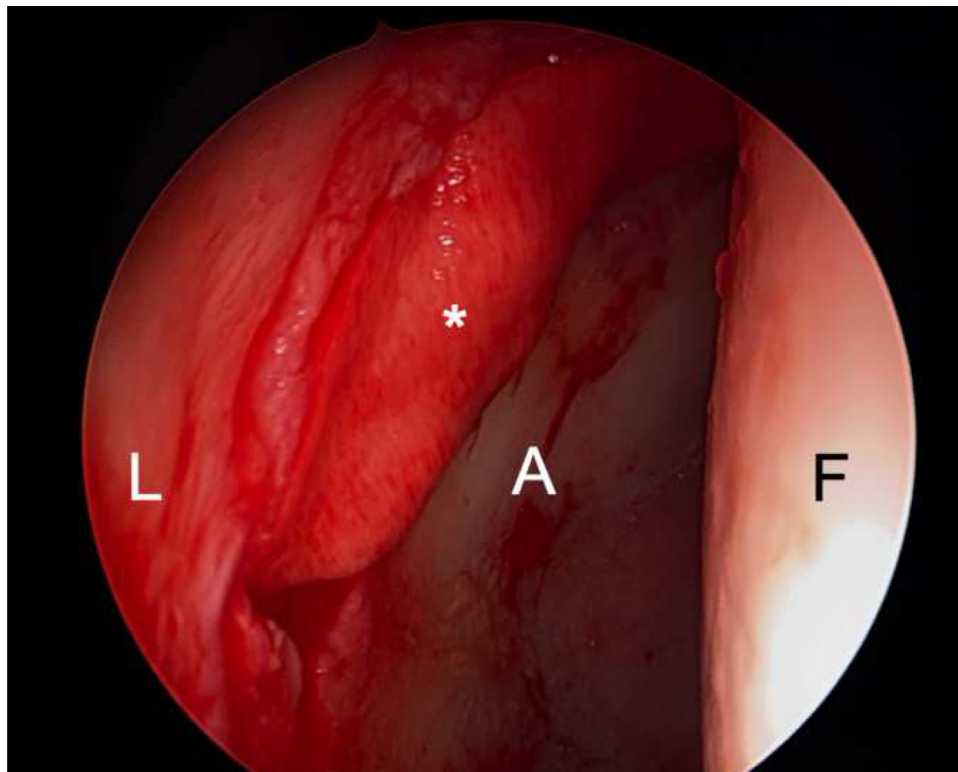


Abbildung 5

Arthroskopisches intraartikuläres Bild einer rechten Hüfte eines 29-jährigen Fußball Bundesliga-Profis. Femurkopf (F), Acetabulum (A) und Labrum acetabulare (L) sind dargestellt. Der weiße Stern kennzeichnet die in den debridierten Knorpeldefekt eingelegte azelluläre Kollagenmatrix (Chondroguide®).

der Behandlung mit azellulärer Kollagenmatrix (Chondroguide®, Fr. Geistlich, Wolhusen, Schweiz). Dies träge jedoch für alle 3 oben beschriebenen Verfahren zu. Insbesondere bei der Behandlung von Sportlern scheint die arthroskopisch assistierte Mini-open Arthrotomie keine Nachteile gegenüber der Hüftarthroskopie zu haben. **Abbildung 5** zeigt ein Beispiel eines 29-jährigen Fußball Bundesligaprofis nach Labrumrefixation und Behandlung eines anterosuperioren Knorpeldefektes mittels Chondroguide®.

Phillippon et al. konnte in einer kürzlich veröffentlichten Arbeit die Wichtigkeit der Labrumrekonstruktion bei der FAI Therapie aufzeigen [20]. Das Labrum spielt eine essentielle Rolle für die Stabilität des Gelenkes, bildet eine Abdichtung des Gelenkes, reguliert den Fluss der Synovialflüssigkeit und dient zur Vereilung des Druckes bei der Krafteinleitung [9]. Fehlt das Labrum, führt dies zu höheren Kompressionskräften am Acetabulum und somit zu erhöhtem Knorpelverschleiß, die beginnende Arthrose führt wahrscheinlich dann schneller zur Koxarthrose.

Es wird empfohlen, bei der FAI Therapie mit Rekonturierung des Kopf-Schenkelhalsüberganges die meistens artikulareseitig auftretende Labrumläsion mit beginnender Knorpel delamination zu adressieren, indem das Labrum abgelöst wird, der Pfannenrand angefrischt oder bei Pincer-Komponente getrimmt wird, im Anschluss die notwendige Knorpeltherapie durchgeführt wird und das Labrum mit Nahtankern wieder refixiert wird. Langzeitergebnisse konnten aufzeigen, dass die Labrumrekonstruktion dem reinen Debridement in allen Belangen überlegen ist. Es zeigten sich eine schnelle postoperative Erholung und bessere klinische und radiologische Ergebnisse. Mit diesem Wissen sollte das Labrum rekonstruiert werden [14].

Was ist evidence-based in der Behandlung des FAI

Garijo RL et al. haben folgende Aussagen aus der aktuellen Literatur herausgearbeitet, die in Hinblick auf die Ätiologie, Diagnostik und Behandlung des FAI Evidenz basiert sind [12]:

- FAI ist ein mechanischer Konflikt, der unbehandelt zur Koxarthrose führt
- Das MRT – und im Besonderen das MRT mit intraartikulärem Kontrastmittel – sind der „Goldstandard“ in der FAI-Diagnostik
- Keine der drei beschriebenen operativen Techniken ist einer der anderen überlegen. Die gewählte Technik ist oft von den Vorzügen, des Könnens und der Erfahrung des Operateurs abhängig
- Die Normalisierung des α -Winkels auf 43° benötigt ca. 30% Resektion des Schenkelhalses und sollte das Ziel jeder Behandlung sein, unabhängig von der gewählten OP-Methode

FAZIT FÜR DIE PRAXIS:

- Aus der Anamnese, der klinischen Untersuchung und der radiologischen Diagnostik sollte für jeden Patienten individuell das geeignete Verfahren ausgewählt werden und eine präzise präoperative Planung erfolgen.
- Entscheidend ist nicht, welches operative Verfahren angewandt wird, sondern dass die Therapie korrekt und präzise durchgeführt wird. Die Rekonstruktion des Labrums, die Knorpeltherapie sowie die Korrektur des α -Winkel sind die 3 Faktoren, die über den klinischen Erfolg entscheiden.
- Die Hüftarthroskopie sollte nur durchgeführt werden, wenn der Operateur die rekonstruktive Labrumchirurgie beherrscht. Die

Hypokorrektur ist der häufigste Grund des Therapieversagens.

- Je geringer der Verschleiß zum Operationszeitpunkt, desto zufriedener ist der Patient postoperativ.
- Für professionelle Sportler sollte die „return-to-play“-Zeit bei der Entscheidungsfindung der OP-Methode berücksichtigt werden. Lange Ausfallzeiten durch Teilbelastung oder Zweitoperation werden oft nicht toleriert.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Die Autor gibt an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Die Studie entspricht den Richtlinien zur Einhaltung klinischer Studien.

Literatur

- [1] R. Agricola, H. Weinans, What causes cam deformity and femoroacetabular impingement: still too many questions to provide clear answers, *Br J Sports Med.* 50 (5) (2016) 263–264.
- [2] A. Bashir, M.L. Gray, R.D. Boutin, D. Burstein, Glycosaminoglycan in articular cartilage: in vivo assessment with delayed Gd(DTDA)(2-)-enhanced MR imaging, *Radiology* 205 (2) (1997) 551–558.
- [3] M. Beck, M. Kalhor, M. Leunig, R. Ganz, Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage. Femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip, *J Bone Joint Surg* 87-B (2005) 1012–1018.
- [4] M. Beck, M. Leunig, J. Parvizi, V. Bouter, D. Wyss, R. Ganz, Anterior femoroacetabular impingement: part II. Midterm results of surgical treatment, *Clin Orthop Relat Res* 418 (2004) 67–73.
- [5] M. Bizzini, H.P. Notzli, N.A. Maffuletti, Femoroacetabular impingement in professional ice-hockey players: a case series of 5 athletes after open surgical decompression of the hip, *Am J Sports Med* 35 (11) (2007) 1955–1959.
- [6] C. Charbonnier, F.C. Kolo, V.B. Duthon, N. Magnenat-Thalmann, C.D. Becker, P. Hoffmeyer, J. Menetrey, Assessment of

- congruence and impingement of the hip joint in professional ballet dancers: a motion capture study, *Am J Sports Med* 39 (2011) 557–566.
- [7] P. Costa Rocha, G. Klingenstein, R. Ganz, B.T. Kelly, M. Leunig, Circumferential reconstruction of severe acetabular labral damage using hamstring allograft: surgical technique and case series, *Hip Int.* 23 (Suppl. 9) (2013) 42–53.
- [8] M. Ezechieli, H. Windhagen, T. Floerkemeier, M. Ribas, Arthroscopic-assisted mini-open technique for the treatment of femoroacetabular impingement: Video article, *Der Orthopäde* 48 (3) (2019) 195–201.
- [9] S.J. Ferguson, J.T. Bryant, R. Ganz, K. Ito, The acetabular labrum seal: A poroelastic finite element model, *Clin Biomech* 15 (2000) 463–468.
- [10] R. Ganz, M. Leunig, K. Leunig-Ganz, W. H. Harris, The etiology of osteoarthritis of the hip: an integrated mechanical concept, *Clin Orthop Relat Res* 466 (2008) 264–272.
- [11] R. Ganz, J. Parvizi, M. Beck, M. Leunig, H. Notzli, K.A. Siebenrock, Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip, *Clin Orthop Relat Res* 417 (2003) 112–120.
- [12] Garijo RL, Garcia-Bogalo R, Diez-Nicolas E. Evidence-Based medicine in the treatment of femoroacetabular impingement. In: *Femoroacetabular Impingement*. (O. Marin-Peña) Springer Verlag Berlin Heidelberg, Kapitel 2012; 7: 65–71.
- [13] A.L. Kapron, A.E. Anderson, S.K. Aoki, Radiographic prevalence of femoroacetabular impingement in collegiate football players, *J Bone Joint Surg* 93 (2011) 1110–1111.
- [14] C.M. Larson, M.R. Givens, Arthroscopic debridement versus refixation of the acetabular labrum associated with femoroacetabular impingement, *Arthroscopy* 25 (2009) 369–376.
- [15] R. Mardones, J. Lara, A. Donndorff, S. Barnes, M.J. Stuart, J. Glick, R. Trousdale, Surgical correction of „cam-type“ femoroacetabular impingement: a cadaveric comparison of open versus arthroscopic debridement, *Arthroscopy* 25 (2) (2009) 175–182.
- [16] M. Mariconda, A. Cozzolino, F. Di Pietto, M. Ribas, V. Belotti, A. Soldati, Radiographic findings of femoroacetabular impingement in capoeira players, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 22 (4) (2014) 874–881.
- [17] O. Marin, *Femoroacetabular Impingement*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2012, pp. 87–89.
- [18] J.B. Mason, Acetabular labral tears in the athlete, *Clin Sports Med.* 20 (2001) 779–790.
- [19] D.C. Meyer, M. Beck, T. Ellis, R. Ganz, M. Leunig, Comparison of six radiographic projections to assess femoral head/neck asphericity, *Clin Orth and Rel Res* 445 (2006) 181–185.
- [20] M.J. Philippon, R.B. Maxwell, T.L. Johnston, M. Schenker, K.K. Briggs, Clinical presentation of femoroacetabular impingement, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 15 (8) (2007) 1041–1047.
- [21] M.J. Philippon, D.R. Weiss, D.A. Kumpersmith, K.K. Briggs, C.J. Hay, Arthroscopic labral repair and treatment of femoroacetabular impingement in professional hockey players, *Am J Sports Med* 38 (1) (2010) 99–104.
- [22] M. Ribas, O.R. Marín-Peña, B. Regenbrecht, B. De La Torre, J.M. Vilarrubias, Hip osteoplasty by an anterior minimally invasive approach for active patients with femoroacetabular Impingement, *Hip Int* 17 (2) (2007) 91–98.
- [23] M. Ribas, R. Ledesma, C. Cardenas, O. Marín-Peña, J. Toro, E. Caceres, Clinical results after anterior mini-open approach for femoroacetabular impingement in early degenerative stage, *Hip Int. Suppl* 7 (2010) 36–42.
- [24] M. Tannast, K.A. Siebenrock, S.E. Anderson, Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis- what the radiologist should know, *AJR Am J Roentgenol* 188 (2007) 1540–1552.

Korrespondenzadresse:

Priv.- Doz. Dr. med. Marco Ezechieli,
Dr. Krismann Strasse 12, 33154 Salzkotten
E-Mail: m.ezechieli@sjks.de

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect