

Michael Bohnsack

Diagnostik und erfolgreiche Therapie des extraartikulären Hüftimpingements

Zusammenfassung:

In den vergangenen 20 Jahren haben die Diagnostik und Behandlung des intraartikulären femoroazetabulären Hüftimpingements Typ Cam oder Pincer einen festen Stellenwert in der gelenkerhaltenden Hüftchirurgie bekommen. Weit weniger bekannt sind dagegen die unabhängig vom oder gemeinsam mit dem intraartikulären Impingement vorliegenden extraartikulären Impingementsyndrome am Hüftgelenk. Sowohl in der klinischen als auch in der bildgebenden Diagnostik werden diese Pathologien daher als Auslöser von wiederkehrenden Hüftbeschwerden insbesondere bei jungen und aktiven Patienten häufig übersehen. In dieser Arbeit sollen die 5 bekannten extraartikulären Impingementpathologien am Hüftgelenk hinsichtlich ihrer Ätiologie, der klinischen Diagnostik und der möglichen sinnvollen Therapiemaßnahmen beschrieben werden. Es sind dies das ischiofemorale Impingement als Kompressionsyndrom des Musculus quadratus femoris zwischen dem Trochanter minor und dem Sitzbein (1), das subspinale Impingement als mechanischen Konflikt zwischen einer vergrößerten oder fehlorientierten Spina iliaca anterior inferior und dem distalen anterioren Schenkelhals (2), das Iliopsoasimpingement als Konflikt zwischen der Psoassehne und dem vorderen Labrum azetabulare (3), das tiefe Glutealsyndrom als mechanisches Kompressionsyndrom des Nervus Ischiadicus (4) und das pectineofoveale Impingement als Konflikt zwischen der medialen Plica Synovialis und der Zona orbicularis (5).

Schlüsselwörter:

extraartikuläres Hüftimpingement, ischiofemorales Impingement, subspinale Impingement, Iliopsoasimpingement, Glutealsyndrom, pectineofoveales Impingement

Zitierweise:

Bohnsack M: Diagnostik und erfolgreiche Therapie des extraartikulären Hüftimpingements. OUP 2019; 8: 390–395

DOI 10.3238/oup.2019.0390–0395

Einleitung

Das femoroazetabuläre Hüftimpingement hat sich in den vergangenen Jahren als häufige, gut zu diagnostizierende und adäquat arthroskopisch zu therapierende Ätiologie in der gelenkerhaltenden Hüftchirurgie entwickelt. Über das Verständnis der intraartikulären Impingementpathologie kam es insbesondere bei jungen Athleten zu einer erheblich differenzierteren klinischen und bildgebenden Diagnostik bei belastungsbedingten Hüftbeschwerden. Insbesondere das eindeutig vorliegende klinisch positive Hüftimpingement unter si-

cherem Ausschluss einer intraartikulären Ursache führte zu einer zunehmenden Wahrnehmung extraartikulärer Hüftpathologien. Diese wurden hinsichtlich ihrer Ätiologie, der klinischen Symptomatik und ihrer Bildgebung differenziert und konservative und operative Behandlungspfade wurden entwickelt. Heute werden unter dem Begriff „extraartikuläres Hüftimpingement“ das ischiofemorale Impingement, das subspinale Impingement, das Iliopsoasimpingement, das tiefe Glutealsyndrom und das pectineofoveale Impingement zusammengefasst. Alle Syndrome sind

im Vergleich zum intraartikulären Hüftimpingement Typ Cam und Pincer selten und erheblich schwieriger klar zu diagnostizieren. Da neben einem intraartikulären Hüftimpingement gleichzeitig auch ein extraartikuläres Hüftimpingement vorliegen kann, wird das extraartikuläre Problem in diesen Fällen oft übersehen. Hierdurch kann es zu unbefriedigenden Behandlungsergebnissen und notwendigen Revisionseingriffen am Hüftgelenk kommen. In der vorliegenden Arbeit werden die bekannten extraartikulären Impingementpathologien am Hüftgelenk dargestellt und

Diagnosis and successful treatment of extraarticular hip impingement

Summary: In the last twenty years, the diagnosis and treatment of intraarticular femoroacetabular impingement type Cam or Pincer gained a significant position in joint preserving hip surgery. Much less known in the daily treatment of hip pathologies are the different types of extraarticular hip impingement syndromes. Therefore they are often overlooked in the clinical and radiological diagnosis especially in young and active patients.

This article describes the etiology, clinical diagnosis and treatment options of five different types of extraarticular hip impingement: the ischiofemoral impingement as a compression of the quadratus femoris muscle between the lesser trochanter and the ischial tuberosity (1), the subspine impingement as a mechanical conflict between the enlarged or malorientated inferior iliac spine and the distal anterior femoral neck (2), the iliopsoas impingement as a conflict between the iliopsoas and the labrum resulting in distinct labral pathology (3), the deep gluteal syndrome as a pain in the buttock due to the entrapment of the sciatic nerve in the deep gluteal space (4) and the pectineofoveal impingement as a conflict between the medial plica synovialis and the zona orbicularis (5).

Keywords: extraarticular hip impingement, ischiofemoral impingement, subspinal impingement, iliopsoas impingement, deep gluteal syndrome, pectineofoveal impingement

Citation: Bohnsack M: Diagnosis and successful treatment of extraarticular hip impingement. OUP 2019; 8: 390–395 DOI 10.3238/oup.2019.0390–0395

Empfehlungen für die Diagnostik und Behandlung dieser neuen Krankheitsbilder gegeben.

Ischiofemorales Hüftimpingement

Das ischiofemorale Impingement (IFI) (Abb.1) wurde 1977 erstmals als Beschwerdeursache nach Hüftendoprothese erwähnt [22]. Schmerzauslösend ist eine Kompression des M. quadratus femoris durch eine Verminderung des Abstands zwischen dem Trochanter minor und dem Sitzbein, insbesondere in der Streckung, der Adduktion und der Außenrotation. Zusätzlich kann eine Bursitis am Iliopsoasansatz oder am Ansatz der Hamstrings zu einer Raumverengung beitragen. Weiterhin sind ein steiler Schenkelhalswinkel, eine vermehrte Antetorsion [30] und ein sehr proximaler Ansatz der Hamstrings als anatomische Prädisposition für ein iliofemorales Impingement beschrieben worden [8]. Bei 25–40 % der Patienten tritt eine beidseitige Symptomatik auf [31], Frauen sind aufgrund ihrer Beckenanatomie häufiger betroffen als Männer. Der Schmerz wird als Leisten- oder Glutealschmerz beschrieben, mit Ausstrahlung auf die Oberschenkelinnenseite bis zum Knie. Bei fortgeschrittener Symptomatik

kannte es zu einer Reizung des N. ischiadicus mit ischialgieformiger Symptomatik kommen. Bei einer Streckung der Hüfte in Abduktion mit Vergrößerung des ischiofemorale Abstands sollte kein Schmerz auslösbar sein.

Neben dem Standardröntgen sollte bei Verdacht auf IFI immer eine Kernspintomografie durchgeführt werden. Hier können stressbedingte Signalveränderungen im M. quadratus femoris und ggf. vorliegende Bursitiden dargestellt und der ischiofemorale Abstand vermessen werden. Als Normwert nach CT-Untersuchung bei 298 normalen Hüften werden 18,6 mm für Frauen und 23 mm für Männer angegeben [27].

Die Therapie des IFI erfolgt in erster Linie konservativ mit Ruhe, Modifizierung des Aktivitätsniveaus, Gabe von NSAR und ggf. lokaler Infiltrationsbehandlung. Der Anteil einer operativen Interventionsnotwendigkeit wird mit unter 5 % angegeben [29]. Da eine Resektion des Trochanter minor eine signifikante Funktionsminderung der Hüftbeugung bedingt und es bei einer Teilablösung der Quadratussehne durch eine Verletzung der medialen Arteria circumflexa zu einer Hüftkopfnekrose kommen kann, hat sich lediglich die intertrochantäre fe-

morale Varisierung mit Vergrößerung des iliofemorale Abstands zur adäquaten operativen Behandlung des IFI durchgesetzt [16].

Subspinales Hüftimpingement

Der Begriff „subspinales Hüftimpingement“ (Abb. 2) beschreibt eine Kollision der Weichteile zwischen dem distalen anterioren Schenkelhals mit einer vergrößerten oder fehlorientierten Spina iliaca anterior inferior (SIAI) in Hüftbeugung. Bei den komprimierten und schmerzempfindlichen Weichteilen handelt es sich um das Caput rectum des M. rectus femoris, den M. iliocapsularis und die vordere Gelenkkapsel [6, 20, 21]. Der Abstand zwischen der Spitze der SIAI und dem vorderen Azetabulumrand betrug in einer CT-Studie von Amar et al. [2] bei Männern 21,8 mm und bei Frauen 18,6 mm. Hapa et al. [17] untersuchten in einer Kadaverstudie an 11 männlichen Hüftpräparaten die umliegenden Weichteile der SIAI und fanden den Ursprung des Caput reflectum des M. rectus femoris regelmäßig bei 12 Uhr und den Ursprung des direkten Anteils des M. rectus femoris variabel zwischen 1 und 2.30 Uhr (rechte Hüfte). An dem anteroinferioren Aspekt der SIAI fand sich an

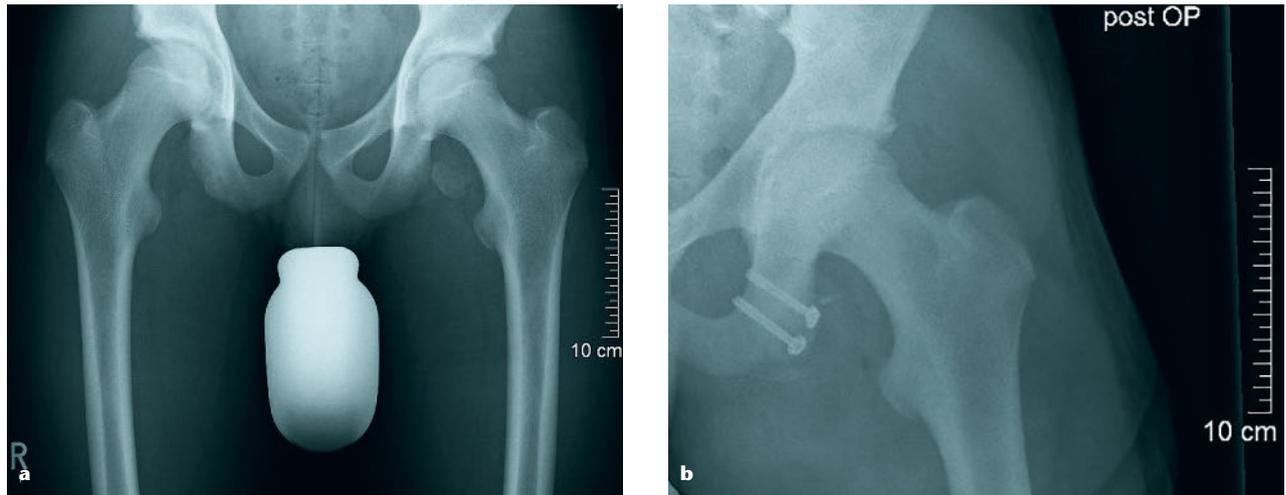


Abbildung 1a–b Präoperatives Standardröntgen eines jungen Fußballspielers mit knöchernem Abriss des M. Quadratus femoris am Sitzbein und ausgeprägtem ischiofemoralem Hüftimpingement. Nach offener Refixation des Knochenfragments in anatomischer Position mit kanülierten Schrauben vollständige Ausheilung und symptomfreie weitere Ausübung der sportlichen Belastung.

allen Hüften ein sehnenfreies Areal von etwa 5 x 15 mm. Sie lokalisierten diesen bare spot im anterioren und inferomedialen Anteil der SIAI. Pan et al. [28] erwähnten 2008 erstmalig ein mögliches Impingement zwischen einer prominenten SIAI und dem femoralen Kopf-Schenkelhals-Übergang und empfahlen eine offene Dekompression über den Smith-Petersen-Zugang. Larson et al. [24] prägten 2011 den Begriff des subspinalen Impingements und beschrieben eine arthroskopische Dekompression bei 3 Athleten. Hetseroni et al. beschrieben 2012 eine Fallserie mit 10 Patienten [18] und klassifizierten 2013 [19] die Morphologie der SIAI an 3D-Rekonstruktions-CTs bei 53 Patienten mit femoroazetabulärem Impingement. Bei der SIAI Typ 1 findet sich ein flacher Darmbeinanteil zwischen dem distalen Ausläufer der Spina und dem Azetabulumrand. Beim Typ 2 reicht der prominente untere Spinaanteil bis zum knöchernen Pfannenrand und beim Typ 3 darüber hinaus nach distal. In der Studie zeigte sich für den häufigsten Typ 1 ein knöchernes subspinales Impingement bei 120° Beugung und 21° Innenrotation gegenüber 107°/11° bei Typ 2 und 93°/8° bei Typ 3. Der femorale Kollisionspunkt lag dabei gegenüber dem CAM-Impingement anteroinferior am Schenkelhals, deutlich distal des Hüftkopf-Schenkelhals-Übergangs. Neben einer anatomischen Normvarian-

te mit Vergrößerung oder Fehlorientierung der SIAI tritt das subspinale Impingement auch nach azetabulären Korrekturosteotomien, bei hypertrophen Ossifikationen nach distal fehlverheilten knöchernen Sehnenrissen (Sprinterfraktur) und bei belastungsbedingten hypertrophen Traktionsosteophyten an der vorderen Gelenkkapsel und am iliofemoralem Ligament auf. Eine Retroversion der Hüftpfanne oder eine vermehrte anteriore Beckenkipfung zum funktionellen Ausgleich einer Hyperlordose können bei einer grenzwertigen subspinalen Enge ein knöchernes Impingement der SIAI mit dem distalen Schenkelhals begünstigen [9].

Die klinische Symptomatik besteht in einer zunehmend schmerzhaft eingeschränkten Hüftbeugung und Rotation aufgrund der subspinal einklemmenden und sekundär anschwellenden Weichteile. Da es sich um eine extraartikuläre Pathologie handelt, führt die diagnostische oder therapeutische Hüftinfiltration nicht zu einer Besserung der Beschwerden. In einer vergleichenden Studie konnten Balazs et al. [5] zeigen, dass es auch asymptotische Verläufe bei radiologisch eindeutigem subspinalen Impingement gibt. Eine eindeutige Darstellung der Spina iliaca anterior inferior (SIAI) und des subspinalen Raums ist in den Standardröntgenaufnahmen (anteroposterior und seitlich) nicht möglich. Für die bildgebende Diag-

nostik werden daher zusätzlich zu den Standardröntgenaufnahmen eine Faux-Profil-Aufnahme, bei komplexen Fehlstellungen ein 3D-Rekonstruktions-CT und zur Evaluierung möglicher intraartikulärer Begleitpathologien eine Kernspintomografie mit adäquater Knorpeldarstellung empfohlen [23]. Präoperative Simulationsprogramme (Fa. MedCad, Deutschland) zur Verbesserung der Eingriffsplanung liegen vor und befinden sich in der klinischen Erprobung.

Die operative Dekompression des symptomatischen subspinalen Impingements kann arthroskopisch oder offen erfolgen [7], wobei grundsätzlich eine adäquate Versorgung möglicher vorliegender intraartikulärer Begleitpathologien ausschließlich arthroskopisch möglich ist. Bei der arthroskopischen Technik erfolgt eine vollständige Dekompression der ventralen Hüftgelenkkapsel unterhalb der SIAI und weiterer subspinal einklemmender Weichteile mit dem Shaver und der Radiofrequenzelektrode. Hiernach kommt es zur Darstellung der prominenten SIAI von der Spitze bis zum Azetabulum unter vollständiger Belastung des sehnigen Rektusursprungs. Mit der Kugelfräse oder Walze wird die subspinale knöchernen Impingementformation abgetragen, bis eine Distanz von 11 mm (2-mal Durchmesser der Kugelfräse) der SIAI zum vorderen Azetabulumrand erreicht ist. Sehr große subspinale Deformität-

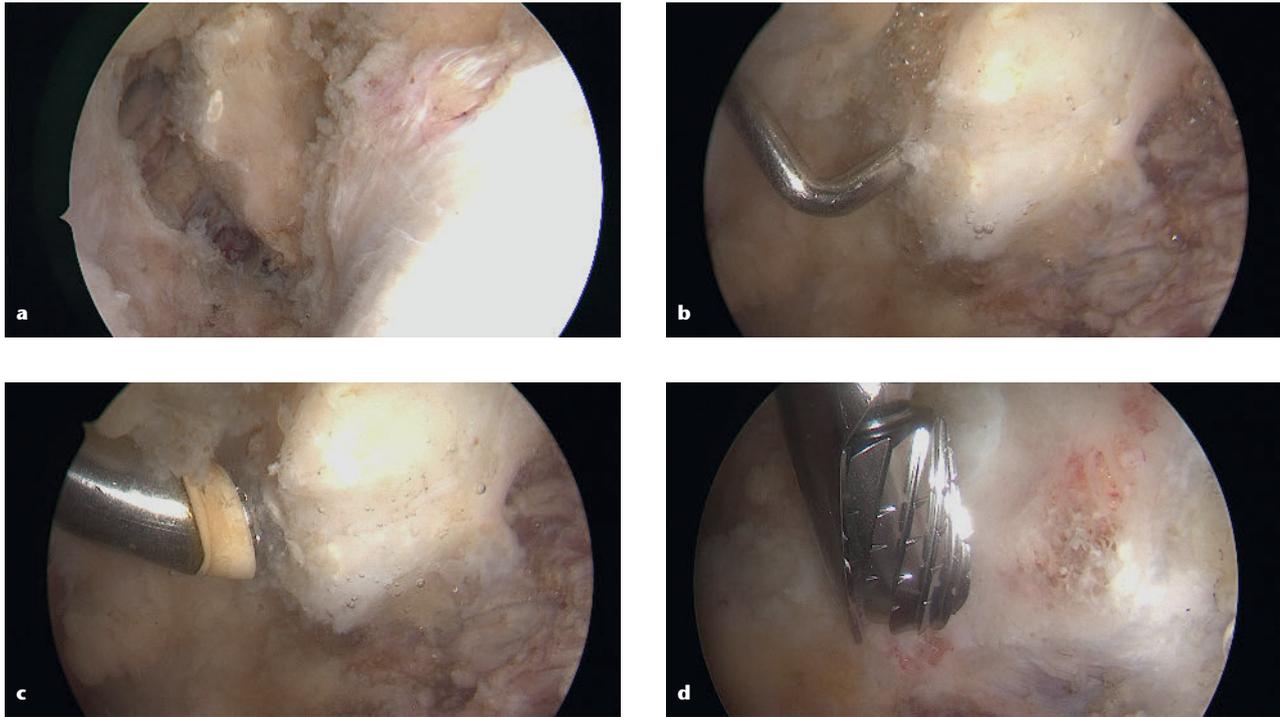


Abbildung 2 a–b) Intraoperative Darstellung eines großen knöchernen subspinalen Impingements bei einem jungen Sportler nach Präparation der Hüftgelenkkapsel über das periphere Kompartiment; **c)** exakte Präparation des Knochensporns mit der Radiofrequenzelektrode; **d)** und nachfolgend vollständige Abtragung desselben mit der Walze unter arthroskopischer Sicht. Nach postoperativer Rehabilitation Symptombefreiheit des Patienten unter uneingeschränkter sportlicher Belastung.

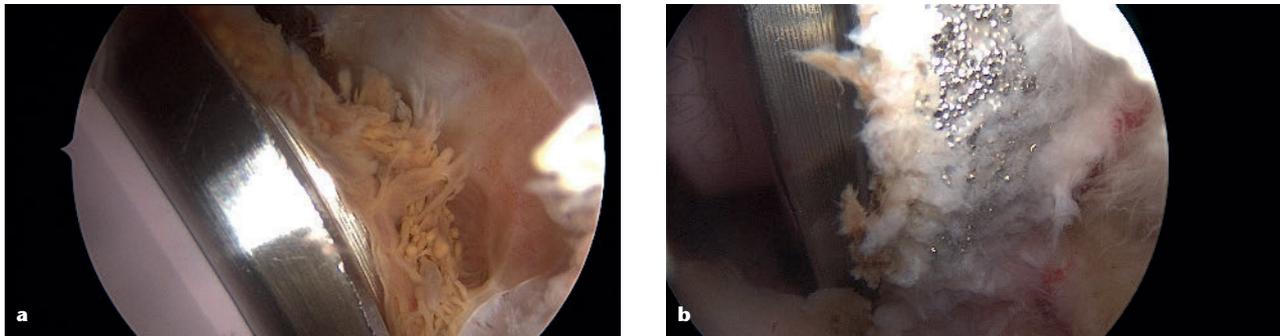


Abbildung 3a–b) Intraoperative arthroskopische Darstellung eines kranialen Pfannenüberstands bei einer 56-jährigen Patientin mit chronisch persistierendem Psoasimpingement nach auswärtiger Hüftendoprothesenimplantation; **a)** chronisch entzündliche Synovialitis zwischen dem oberen Pfannenrand und der ventralen Hüftgelenkkapsel unterhalb der Psoassehne; **b)** nach arthroskopischer Synovektomie und Weichteilbridement bis zum knöchernen Pfannenrand zeigt sich der erhebliche Pfannenüberstand als Auslöser der Beschwerden. Nachfolgend offene Revision mit Pfannenwechsel und Vertiefung des Pfannenlagers mit bündigem Abschluss des Implantats am Azetabulumrand. Vollständige Beschwerdefreiheit der Patientin nach der Rehabilitation und Regeneration der chronisch gereizten Psoassehne.

ten mit Angrenzung an die medialen Gefäße und Nerven sollten unter Schonung des Nervus cutaneus femoris lateralis offen abgetragen werden. Über das sog. Smith-Peterson-Intervall zwischen M. tensor fascia latae und M. rectus femoris erfolgt eine stumpfe Präparation der ventralen Hüftkapsel und der prominenten SIAI und die nachfolgende Dekompression. Differenzialdiagnostisch sollten vor der Indikationsstellung zur sub-

spinalen Dekompression andere mögliche Ursachen eines anterioren Hüftimpingements erkannt, ausgeschlossen oder in die Behandlung eingeschlossen werden. Insbesondere kann eine azetabuläre Retroversion, eine ausgeprägte Coxa vara oder eine verringerte Anteversion des Schenkelhalses zu einer Verminderung des Abstands zwischen der SIAI und dem Schenkelhals mit nachfolgendem symptomatischen Impingement füh-

ren. Das SIAI Impingement tritt häufig in Kombination mit einem intraartikulären Impingement auf [3, 23] und ist ein häufiger Grund für Revisionen nach Hüftarthroskopie, wenn es nicht adressiert wurde [25].

Da es sich bei der arthroskopischen SIAI-Dekompression um eine neue Methode handelt, liegen in der Literatur keine vergleichenden Studien, mittel- bzw. langfristige Studienergebnisse vor. Die aktuell publizierten

Fallserien zeigen eine Verbesserung der ermittelten Score-Werte, wobei in der einzigen größeren Serie auch kombinierte Dekompressionen (SIAI und FAI) einbezogen wurden [17].

Iliopsoasimpingement

Der Musculus iliopsoas setzt sich zusammen aus dem M. iliacus mit Ursprung am Darmbeinkamm und dem Innenrand der Darmbeinschaukel und dem M. psoas mit Ursprung von Th12 bis L5. Die Iliopsoassehne liegt bei etwa 3 Uhr (rechte Hüfte) dem kapsulolabralen Komplex auf und inseriert nachfolgend am Trochanter minor [1]. Es wird vermutet, dass die Ursache des Iliopsoasimpingements (Abb. 3) in einer Mikrotraumatisierung und Verdickung der Sehne liegt mit einem nachfolgenden Impingement am ventralen Kapsel-Labrum-Komplex in Hüftstreckung [12]. Ebenfalls wird von den betroffenen Patienten eine schmerzhaftige Hüftbeugung und zeitweise ein Überschnappen beschrieben. Dieses sog. interne Hüftschnappen lässt sich auslösen, wenn die Hüfte aus der Beugung, der Abduktion und der Außenrotation in die Streckung gebracht wird [33]. Ein chronisches Iliopsoasimpingement wird als Auslöser von Läsionen am anterioren Labrum acetabulare angesehen [15], bei Hüftarthrose können Pfannenrandosteophyten die Beschwerden verstärken [14].

Die Behandlung erfolgt in erster Linie konservativ mit Physiotherapie, physikalischen Behandlungen, Dehnung, Sportkarenz und NSAR, ggf. auch Infiltrationen. Bei ausbleibendem Behandlungserfolg kann in zweiter Linie eine arthroskopisch kontrollierte Einkerbung der Sehne zur Verlängerung und Entlastung durchgeführt werden. Eine vollständige Durchtrennung sollte in jedem Fall vermieden werden, die volle Funktion der Hüftbeugung ist etwa 3 Monate postoperativ zu erwarten [10].

Tiefes Glutealsyndrom

Der Begriff „tiefes Glutealsyndrom“ ersetzt den Begriff „Piriformissyndrom“ insofern, dass es außerhalb der Piriformisloge weitere Ursachen einer extrapelvinen Einengung und Irritation des Nervus ischiadicus geben kann. In Untersuchungen konn-

te gezeigt werden, dass der Nerv abhängig von der Hüft- und Kniebewegung im Glutealbereich eine Positionsveränderung von etwa 28 mm vollzieht [11]. Eine Neurapraxie des Ischiadicus kann ab 6 % Dehnung und eine Parese ab 12 % Dehnung auftreten [32]. Neben Normvarianten im Verlauf des Nervs zum M. piriformis kann es im gesamten glutealen Verlauf zwischen den Faszien zu Engpass-Syndromen und Adhäsionen kommen. Die klinische und bildgebende Diagnostik ist häufig unklar, die Patienten beschreiben Schmerzen im Gesäß mit ischialgieformiger Ausstrahlung und einer Verstärkung in Hüftbeugung, Kniestreckung und Hüftrotation. Häufig lässt sich dazu ein lokaler Druckschmerz im Verlauf des N. Ischiadicus auslösen. Ein positiver Infiltrationstest ist hilfreich in der Abgrenzung zu intraartikulären Pathologien.

Neben der konservativen Behandlung mit Ruhe, Physiotherapie und Infiltrationen wurde in den letzten Jahren gegenüber der offenen Neurolyse zunehmend auch die endoskopisch unterstützte Dekompression des Nervs empfohlen [13]. Eine iatrogene Schädigung des Nervs sollte bei beiden Methoden unbedingt vermieden werden.

Pectineofoveales Impingement

Das pectineofoveale Impingement ist eine seltene Ursache unklarer Hüftschmerzen bei jungen Erwachsenen. Bisher gibt es nur wenige Publikationen über dieses Krankheitsbild [4, 26]. Als Ursache der Beschwerden wird ein Impingement der medialen Plica synovialis gegen darüber liegendes Weichteilgewebe wie die Zona orbicularis beschrieben. Eine Verdickung der Plica oder eine synoviale Zyste können vorliegen und problemlos arthroskopisch dekompriert werden.

Schlussfolgerungen

Als Auslöser chronischer Belastungsschmerzen am Hüftgelenk können neben intraartikulären Ursachen auch extraartikuläre Ursachen verantwortlich sein und Kombinationen aus beiden vorliegen. Insbesondere bei der Behandlung junger Athleten

sollten die seltenen extraartikulären Ursachen des Hüftimpingements bekannt sein und in den Therapiealgorithmus einbezogen werden. Eine unnötige Verlängerung der Krankheitsdauer und frustrierende Behandlungsverläufe können somit vermieden werden. Die Behandlung des extraartikulären Hüftimpingements kann typ- und stadienabhängig konservativ, operativ in offener Technik oder arthroskopisch erfolgen.

Interessenkonflikte:

Keine angegeben.

Literatur

1. Alpert JM, Kozanek M, Li G, Kelly BT, Asnis PD: Cross-sectional analysis of the iliopsoas tendon and its relationship to the acetabular labrum: an anatomic study. *Am J Sports Med* 2009; 37: 1594–98
2. Amar E, Druckmann I, Flusser G, Safran MR, Salai M, Rath E: The anterior inferior iliac spine: size, position and location. An anthropometric and sex survey. *Arthroscopy* 2013; 29: 874–81
3. Amar E, Warschawski Y, Sharfman ZT, Martin HD, Safran MR, Rath E: Pathological findings in patients with low anterior inferior iliac spine impingement. *Surg Radiol Anat* 2016; 5: 569–75
4. Aprato A: Peri-articular diseases of the hip: emerging frontiers in arthroscopic and endoscopic treatments. *J Orthop Traumatol* 2014; 15: 1–11
5. Balazs GC, Williams BC, Knaus CM et al.: Morphological distribution of the anterior inferior iliac spine in patients with and without hip impingement: reliability, validity, and relationship to the intraoperative assessment. *Am J Sports Med* 2017; 5: 1117–23
6. Bardakos NV: Hip impingement: beyond femoroacetabular. *J Hip Preserv Surg* 2015; 3: 206–23
7. Bohnsack M: Arthroscopic decompression of extra-articular subspinal hip impingement. *Oper Orthop Traumatol* 2018; 30: 87–97
8. Bredella MA, Azevedo DC, Oliveira AL et al.: Pelvic morphology in ischiofemoral impingement. *Skelet Radiol* 2015; 44: 249–53
9. Carton P, Filan D: Anterior inferior iliac spine (AIIS) and subspine hip im-

- impingement. *Muscles Ligaments Tendons J* 2016; 3: 324–36
10. Cascio BM: King D, Yen YM: Psoas impingement causing labrum tear: a series from three tertiary hip arthroscopy centers. *J La State Med Soc* 2009; 165: 88–93
 11. Coppieters MW, Alshami AM, Babri AS, Souvlis T, Kippers V, Hodges PW: Strain and excursion of the sciatic, tibial and plantar nerves during a modified straight leg raise test. *J Orthop Res* 2006; 24: 1883–9
 12. De Sa, Alradwan H, Cargnelli S et al.: Extra articular hip impingement: a systematic review examining operative treatment of psoas, subspine, ischiofemoral, and greater trochanter/pelvic impingement. *Arthroscopy* 2014; 30: 1026–41
 13. Dezawa A, Kusano S, Miki H: Arthroscopic release of the piriformis muscle under local anesthesia for piriformis syndrome. *Arthroscopy* 2003; 19: 554–7
 14. Di Lorenzo L Jennifer Y, Pappagallo M: Psoas impingement syndrome in hip osteoarthritis. *J Bone Spine* 2009; 76: 98–100
 15. Domb BG, Shindle MK, McArthur B, Voos JE, Magennis EM, Kelly BT: Iliopsoas impingement: a newly identified cause of labral pathology in the hip. *HSS J* 2011; 7: 145–50
 16. Ganz R: The lesser trochanter as a cause of hip impingement: pathophysiology and treatment options. *Hip Int* 2013; 23: 35–41
 17. Hapa O, Bedi A, Gursan O et al.: Anatomic footprint of the direct head of the rectus femoris origin: cadaveric study and clinical series of hips after arthroscopic anterior inferior iliac spine/subspine decompression. *Arthroscopy* 2013; 29: 1932–40
 18. Hetseroni I, Larson CM, Dela Torre K, Zbeda RM, Magennis E, Kelly BT: Anterior inferior iliac spine deformity as an extra-articular source for hip impingement: a series of 10 patients treated with arthroscopic decompression. *Arthroscopy* 2012; 28: 1644–53
 19. Hetseroni I, Poultides L, Bedi A, Larson CM, Kelly BT: Anterior inferior iliac spine morphology correlates with hip range of motion: a classification system and dynamic model. *Clin Orthop* 2013; 471: 2497–503
 20. Hufeland M, Hartwig T, Krüger D, Perka C, Haas NP, Schröder JH: Arthroscopic correction of extra-articular subspinal impingement in the hip joint. *Orthopaede* 2013; 10: 879–83
 21. Ilizaliturri VM, Arriaga Sánchez R, Suarez-Ahedo C: Arthroscopic decompression of a type III subspine impingement. *Arthrosc Tech* 2016; 6: 1425–31
 22. Johnson KA: Impingement of the lesser trochanter on the ischial ramus after total hip arthroplasty. Report of three cases. *J Bone Joint Surg Am* 1977; 59: 268–9
 23. Krueger DR, Windler M, Geflein M, Schuetz M, Perka C, Schroeder JH: Is the evaluation of the anterior inferior iliac spine (AIIS) in the AP pelvis possible? Analysis of conventional X-rays and 3D-CT reconstructions. *Arch Orthop Trauma Surg* 2017; 7: 975–80
 24. Larson CM, Kelly BT, Stone RM: Making a case for anterior inferior iliac spine/subspine hip impingement: three representative case reports and proposed concept. *Arthroscopy* 2011; 27: 1732–7
 25. Larson CM, Giveans MR, Samuelson KM, Stone RM, Bedi A: Arthroscopic hip revision surgery for residual femoroacetabular impingement (FAI): surgical outcomes compared with a matched cohort after primary arthroscopic FAI correction. *Am J Sports Med* 2014; 8: 1785–90
 26. May O, Boyer T, Dorfman H: Pectineofoveal pathology and arthroscopic treatment. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2004; 90: 182
 27. National joint registry 2015: NJR online annual report 2015. www.njrcentre.org.uk/njrcentre/Portals/0/Documents/England/Reports/12th%20annual%20report/NJR%20Online%20Annual%20Report%202015.pdf (letzter Abruf am 04.06.2019)
 28. Pan H, Kawanabe K, Akiyama H, Goto K, Onishi E, Nakamura T: Operative treatment of hip impingement caused by hypertrophy of the anterior inferior iliac spine. *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90: 677–9
 29. Safran M, Ryu J: Ischiofemoral impingement of the hip: a novel approach to treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014; 22: 781–5
 30. Siebenrock KA, Steppacher SD, Haeefeli PC, Schwab JM, Tannast M: Valgus hip with high antetorsion causes pain through posterior extraarticular FAI. *Clin Orthop Rel Res* 2013; 471: 3774–80
 31. Torriani M, Souto SC, Thomas BJ, Ouellette H, Bredella MA: Ischiofemoral impingement syndrome: an entity with hip pain and abnormalities of the quadratus femoris muscle. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 193: 186–90
 32. Wall EJ, Massie JB, Kwan MK, Rydevik BL, Myers RR, Garfin SR: Experimental stretch neuropathy. Changes in nerve conduction under tension. *J Bone Joint Surg (Br)* 1992; 74: 126–9
 33. Winston P, Awan R, Cassidy JD, Bleakney RK: Clinical examination and ultrasound of self reported snapping hip syndrome in elite ballet dancers. *Am J Sports Med* 2007; 35: 118–26



Korrespondenzadresse
Prof. Dr. Michael Bohnsack
Klinik für Orthopädie und
Unfallchirurgie, DIAKO Bremen
Gröpelinger Heerstr. 406–408
28239 Bremen
m.bohnsack@diako-bremen.de