

5.7 Was gibt es Neues in der Hüftchirurgie?

C. GATZKA, A. GÄNSLEN und M. NELITZ

1 Femoroazetabuläres Impingement

Das vor 15 Jahren von Ganz et al. [20] entwickelte Konzept des femoroazetabulären Impingements

(FAI) ist pathomechanisch durch eine funktionelle Enge zwischen Schenkelhals und Pfannenrand gekennzeichnet und stellt unbehandelt eine relevante mechanisch bedingte Präarthrose dar [1].



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3



Abb. 4

Abb. 1–4: Fortschreitende Arthrose eines 19- bzw. 21-jährigen Medizinstudenten mit einem FAI vom PINCER Typ.

1.1 Klassifikation und Ätiologie

Prinzipiell wird zwischen dem CAM- bzw. „Nockenwellen“-Impingement mit aufgehobener Taillierung des Schenkelhalses (Abb. 5 und 6) und dem Pincer- oder „Kneifzangen“-Impingement mit einer vermehrten Überdachung des Pfannenrandes über dem Hüftkopf unterschieden (Abb. 1–4) [35]. Vielfach liegen jedoch Mischformen aus beiden Komponenten vor („Mixed CAM-/Pincer-Impingement“) [45, 62].

Ätiologisch kann das CAM-Impingement aus einer fehlverheilten Epiphyseolysis capitis femoris (ECF) und dem Morbus Perthes bei Kindern sowie ei-



Abb. 5



Abb. 6

Abb. 5 und 6: Ein klassisches CAM-Impingement mit aufgehobener Schenkelhalstaillierung bei einer 19-jährigen Patientin bei Z.n. „In-situ“-Verschraubung einer ECF.

ner in Fehlstellung verheilten Schenkelhalsfraktur beim Erwachsenen resultieren [45].

Recht neu ist die Feststellung, dass Hochleistungssport bei Kindern und Jugendlichen als potenzieller Auslöser einer ECF mit konsekutivem CAM-Impingement fungieren kann [55].

Das Pincer-Impingement ist meist idiopathischer Genese und kann sowohl segmental bei azetabulärer Retroversion (v.a. Männer) wie auch global bei Protrusio acetabuli oder Coxa profunda (v.a. Frauen) vorkommen [45]. Erworbene Deformitäten entstehen entweder traumatisch (Beckenring-, Azetabulumfrakturen) oder postoperativ nach inkorrekten Pfannenschwenkungsoperation im Rahmen der Dysplasiebehandlung [45, 62]. Allerdings wurde bei asymptomatischen Leistungssportlern ein tief in der Pfanne stehender Kopf durchaus regelhaft beobachtet, so dass die Coxa profunda nicht grundsätzlich mit einem Pincer-Impingement gleichgesetzt werden kann [8].

1.2 Pathomechanik und Patientenkollektive

Unabhängig vom Ort der Fehlform oder Fehlstellung wird ein durch Bewegungen im Hüftgelenk entstehendes, mechanisches Anschlagphänomen zwischen Schenkelhals und Pfannenrand mit Schädigung des Labrum azetabulare und des angrenzenden Knorpels postuliert [62]. Neben den klassischen Veränderungen an Schenkelhals und Pfanne zeigen neuere Arbeiten, dass auch eine pathologische Torsionsfehlstellung des Schenkelhalses (Coxa vara und femorale Retrotorsion – vorderes Impingement; Coxa valga und vermehrte Antetorsion – hinteres Impingement) und eine fehlrotierte Pfanne (azetabuläre Retroversion – vorderes Impingement; verstärkte azetabuläre Anteversion – hinteres Impingement) ein Impingement bedingen können [4, 35, 62]. Als Risikogruppen wurden Leistungssportler (v.a. Baseball, Eishockey, Leichtathletik, Fußball und Turnen) identifiziert, bei denen es durch wiederholte Bewegungsmuster zu einer Einklemmungssymptomatik mit konsekutiver Schädigung kommen kann [33, 35, 62].

1.3 Klinische Symptome, Untersuchung, Differenzialdiagnose

Typisches klinisches Symptom des FAI ist ein bewegungsabhängiger Leistenschmerz oder ein Ruheschmerz nach langem tiefen Sitzen [35, 45]. Die Wertigkeit klinischer Tests ist noch umstritten. Häufig positiv sind die „klassischen“ Impingement-Tests zum Nachweis einer vorderen (Ganz I/FAD-DIR Test) und hinteren (Ganz II/FABER Test) Enge. Die interobserver Variabilität ist für die Kriterien Labrum-Pathologie, FAI und Hüftflexizität jedoch selbst unter sehr erfahrenen Hüftexperten hoch [39]. Als besonders problematisch erweist sich die klinische Bestimmung der femoralen Torsion [38]. Auch intra- und extraartikuläre Schmerzmittelinjektionen sind zur Diagnosestellung nur bedingt hilfreich [34]. Tijssen et al. [64] berichten sogar, dass kein klinischer Test ein FAI mit hoher Wahrscheinlichkeit voraussagen kann. In der Konsequenz sind für die Diagnostik des FAI fundierte Kenntnisse von Differenzialdiagnosen vor allem auch im extraartikulären Bereich (z.B. Leistenhernie, ischiofemorales oder Iliopsoas-Impingement, „rotatorenmanschettenartige“ Läsionen der pelvitrochantären Muskulatur [16, 37, 58]) sowie eine adäquate Bildgebung essenziell.

1.4 Bildgebung

Die Basis-Diagnostik zur Abklärung eines FAI umfasst eine regelrecht zentrierte Beckenübersichtsaufnahme in korrekter Rotations- und Versionseinstellung in Kombination mit einer axialen Aufnahme des Schenkelhalses (als „cross table“-Aufnahme oder nach Lauenstein, Dunn). Befundabhängig kann zusätzlich eine Faux-Profil-Aufnahme beim Pincer-Impingement zur Bestimmung der anterioren Überdachung des Femurkopfes oder eine Rippstein II Aufnahme zur Analyse der Schenkelhalstorsion ergänzt werden. Pathomorphologische Veränderungen am Schenkelhals werden in einer streng seitlichen Aufnahme durch den α -Winkel bzw. die Bestimmung des *Offsets* verifiziert. Bei regelrechter konventioneller Röntgenbildgebung kann ein CAM-Impingement ohne ergänzende Schnittbildgebung (CT und MRT) si-

cher identifiziert und klassifiziert werden [43]. Zur Beurteilung der acetabulären Version dient das „cross over“- (COS) und das „posterior wall“-Zeichen (PWS) auf der Beckenübersichtsaufnahme. Diese Zeichen werden jedoch durch die Beckenkipfung („tilt“) beeinflusst, was deren Aussagekraft wiederum einschränkt [67]. „Goldstandard“ der Schichtbilddiagnostik ist das hochauflösende MRT mit intraartikulärer Kontrastmittelgabe [61]. Die Gleichwertigkeit einer funktionellen Bildgebung (d-GEMRIC MRT) mit intravenöser Gadolinium-Applikation ohne intraartikuläre Kontrastmittelgabe ist gegenwärtig in der Diskussion [7]. Für die Bestimmung von Schenkelhalstorsion und Pfannenversion galt die CT-Untersuchung bislang als „Goldstandard“. Aufgrund der fehlenden Strahlenbelastung bei nahezu gleicher Wertigkeit wird in neueren Arbeiten der MRT-Untersuchung der Vorzug gegeben [10].

1.5 Behandlungsoptionen, Ergebnisse, prognostische Faktoren

Eine erfolgversprechende konservative Therapie des FAI ist bislang nicht beschrieben. Aufgrund des jedoch noch nicht sicher prognostizierbaren natürlichen Verlaufs des FAI werden prophylaktische Operationen bei asymptomatischen Patienten auch bei positiver Bildgebung aktuell sehr zurückhaltend gesehen [26]. Drei wesentliche operative Behandlungsformen haben sich in den letzten Jahren etabliert:

- chirurgische Hüftluxation (CL)
- „mini open“ (MO)-Techniken mit und ohne arthroskopische Unterstützung
- Hüftgelenksarthroskopie (ASK)

Ziel der operativen Intervention ist die Behandlung der vorherrschenden Pathologie (z.B. Schenkelhalstaillierung, Pfannenrandtrimming, Labrum- und Knorpelchirurgie) zur Schmerzreduktion, Verbesserung der Hüftgelenkbeweglichkeit und Verminderung des Arthrosesrisikos [62]. In einer aktuellen Meta-Analyse von Botser et al. [11] wurden die verschiedenen operativen Optionen analysiert. Allen Verfahren wird eine Befundverbesserung nach operativer Intervention zugesprochen.

Die Komplikation der Trochanterpseudarthrose wird zugangsbedingt nur bei der chirurgischen Hüftluxation in 5 % gesehen, heterotope Ossifikationen finden sich bei allen Verfahren (ASK 1 %, CL 3 %, MO 0,3 %). In einer Studie von Bedi et al. [5] konnte die Rate heterotoper Ossifikationen beim CAM-Trimming durch Gabe eines NSAR für zwei Wochen postoperativ von 8,3 auf 1,8 % reduziert werden. Läsionen des N. cutaneus femoralis lateralis (NCF)L werden zugangsbedingt mit über 10 % gehäuft nach „mini open“-Verfahren (CL 0 %, ASK 0,3 %) beobachtet. Postoperativ persistierende Schmerzen finden sich nach „mini open“-Techniken bei 5 % der Patienten. Kumulativ sind die Komplikationen nach „mini open“-Techniken mit 16 % gegenüber 9 % (CL) und 2 % (ASK) deutlich erhöht [11]. Durch unterschiedliche Patientenzahlen, inhomogene Patientengruppen und uneinheitliche Klassifikations- und Nachuntersuchungsscores

in den drei Gruppen ist die Aussagekraft dieser Studie jedoch unter Vorbehalt zu sehen. Die spezifischen Vor- und Nachteile der operativen Therapien zeigt Tabelle 1.

Therapie von *Zusatzläsionen*:

- Für Labrumläsionen werden bessere Ergebnisse nach Rekonstruktion im Vergleich zur Resektion erzielt. Für die Behandlung eines eingerissenen oder instabilen Labrums sind befundabhängig sowohl die Resektion, die Naht mittels Fadenankern als auch die Rekonstruktion mittels Fascia lata Streifen und Ligamentum capitis femoris Resten beschrieben [17].
- Knorpelschäden werden in Analogie zu anderen Gelenken mittels knochenmarkstimulierenden Verfahren mit und ohne Matrix wie auch der Knorpelzelltransplantation und dem osteochondralen Transfer behandelt [30].

Tab. 1: Die Vor- und Nachteile der operativen Verfahren zur Behandlung des FAI

	Vorteile	Nachteile
Chirurgische Hüftluxation	<ul style="list-style-type: none"> • Schonender intermuskulärer Zugang • Vollständige 360 °-Visualisierung und Zugang zur gesamten azetabulären und femoralen Gelenkfläche sowie Schenkelhals • Möglichkeit der zirkumferentiellen Ablösung und Refixation des Labrums • Templates als Korrekturvorlage zum CAM-Trimming • Lange Erfahrung 	<ul style="list-style-type: none"> • Großer technisch anspruchsvoller Zugang • Trochanterosteotomie notwendig • Lig. teres Durchtrennung notwendig • ME in 25 % der Fälle wegen Schraubenirritation notwendig • Zugangsbedingt erhöhter Blutverlust • Aufwändige Lagerung
„mini open“	<ul style="list-style-type: none"> • Technisch einfach • Schnelle Lagerung • Gute Aufsicht auf ventrale/ventrolaterale Pathologien (Kopf/Hals) • Kurze OP-Dauer • Keine Dislokation oder Trochanterosteotomie notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennung und Therapie intraartikuläre Pathologie nur durch Zuhilfenahme der ASK und Distraction möglich • Dorsaler Pfannenrand/dorsolateraler Schenkelhals kaum einsehbar • Irritationen des NCF in bis zu 10 % der Fälle
Hüftarthroskopie	<ul style="list-style-type: none"> • Minimalinvasiv • Ggf. ambulant durchführbar • Schnelle REHA • Keine Dislokation oder Trochanterosteotomie notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitierte (nur 2D)Sicht/Korrektur? • Röntgen/BV notwendig • Technisch anspruchsvoll mit langer Lernkurve • NCF-Läsionen • Aufwändige Lagerung • Traktionsschäden

- Eine besondere Form des Knorpelschadens im Hüftgelenk beschreibt das so genannte „Teppichphänomen“. Hier kommt es in der Impingementzone zu einer vielfach langstreckigen und breitflächigen Knorpelablösung teilweise unter Einschluss des Labrum acetabulare (Abb. 7). Therapeutisch sind sowohl die Entfernung des Lappens mit nachfolgender Mikrofraktur, die „unterminierende“ Mikrofraktur und Wiederauflage, sowie das Festkleben des Lappens mit Fibrin beschrieben [59, 68].

Übereinstimmend sind die Ergebnisse der FAI-Behandlung stark von der vorhandenen Labrum- und Knorpelopathie abhängig. Die Berücksichtigung der ursprünglich von Tönnies und Heinecke bei der Dysplasiebehandlung beschriebenen präoperativen Bestimmung und intraoperativen Korrektur von Pfannenversion und Schenkelhalstorsion gewinnt auch bei der Behandlung des FAI an Bedeutung. Einige wenige Arbeitsgruppen adressieren diese Pathologie und führen bei Impingementsymptomen, welche auf Basis einer femoralen Fehlrotation und acetabulären Versionsfehlstellung entstehen, reori-

entierende Becken- und Femurosteomien durch [13, 35, 46]. Als Indikation zur reorientierenden Beckenosteotomie wird ein CE-Winkel von $< 20^\circ$ (aus einem notwendigen Pfannenrandtrimming resultierend) oder eine ausgeprägte acetabuläre Retroversion mit konsekutiver Hinterwandinsuffizienz bei intaktem ventralen Knorpel angesehen [35]. Die genauen Grenzen sind noch in der Diskussion. Die sehr inhomogenen und kleinen Patientenkollektive (vielfach werden Begleitpathologien mitbehandelt) machen eine vergleichende Wertung der jeweiligen Verfahren zum jetzigen Zeitpunkt unmöglich. Für die Zukunft sind einheitliche Klassifikationen sowohl der intraartikulären Läsionen wie auch der räumlichen Orientierung im Gelenk und standardisierte Outcome-Scores zu fordern. Die bisher verwendeten (für Hüftprothesenpatienten entwickelten) Merle d'Aubigné- oder Harris-Hip-Scores bilden das zumeist jüngere FAI-Patientenkollektiv nicht regelrecht ab. Der Nachuntersuchungs-Score der MAHORN (Multi-center Arthroscopy of the Hip Outcomes Research Network)-Gruppe könnte hier einen Beitrag zur internationalen Vereinheitlichung leisten [41]. Prognostisch ungünstige Faktoren für die operative Behandlung des FAI scheinen der fortgeschrittene Knorpelschaden, ein höheres Patientenalter, Arthrose (> 2 nach Tönnies) und eine lang bestehende, unbehandelte Pathologie bei unverminderter Fortsetzung der Risikosportart zu sein [47, 62].

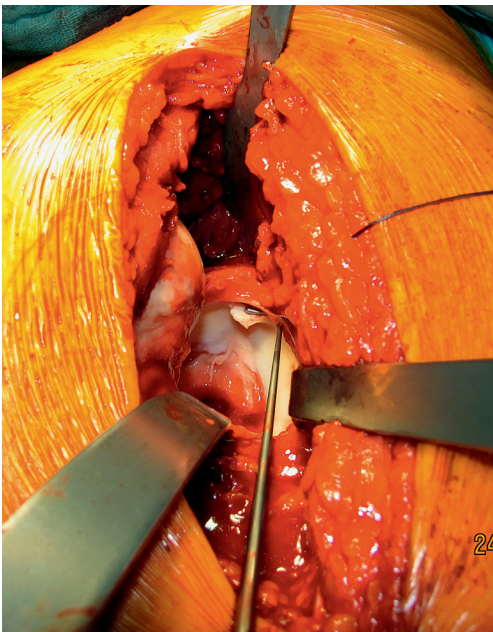


Abb. 7: Ein „Teppichphänomen“ mit Ablösung des Knorpels vom Knochen am paralabralen Übergang.

1.6 Ausblick

Aktuelle Forschungsfelder betreffen die Wahl des zu operierenden Patienten (prophylaktische Operation beim asymptomatischen Patienten), die internationale Vereinheitlichung der Klassifikation von intraartikulären Pathologien und Outcome Scores, die Art der durchzuführenden Operation (offen versus arthroskopisch), die Bedeutung der vorliegenden Pathologie in Hinblick auf die operative Korrektur (Verhältnis der acetabulären Version zur Schenkelhalstorsion), der Einsatz der Navigation zur reproduzierbaren Korrektur der Fehlförmigkeit und die stadien- und patientengerechte, adäquate Therapie von Labrum- und Knorpelschäden.

2 Operative Zugangswege in der Hüftchirurgie

2.1 Chirurgische Hüftluxation

Die von Ganz und Gautier entwickelte chirurgische Hüftluxation (CL) mit Trochanterosteotomie, zeigt als wesentlichen Vorteil die risikoarme, vollständige Darstellbarkeit von Azetabulum, Hüftkopf und Schenkelhals [21] unter Erhalt der Hüftkopfdurchblutung, auch im luxierten Zustand.

Dieser Zugang kommt vor allem bei der Behandlung des FAI, neuerdings auch bei der Therapie von Azetabulumfrakturen [63], sowie zur Korrektur der ECF [57] und dem Morbus Perthes [2] zur Anwendung. Die Komplikationsrate ist gering. Heterotope Ossifikationen (> Grad II nach Brooker in 2 bis 4 %), Reithosendeformität des subkutanen Gewebes (ca. 3 %), Trochanterpseudarthrose (0 bis 2 %), Läsion des N. ischiadicus (0 bis 1 %) und intraartikuläre Adhäsionen (0 bis 2 %) werden beschrieben [11, 56, 62].

2.2 Hüftgelenksarthroskopie

Die Indikation zur Hüftgelenksarthroskopie (ASK) hat sich in den letzten Jahren kontinuierlich erweitert. Nach primär rein diagnostischer Indikation steht aktuell vor allem die Behandlung des FAI im Vordergrund [60]. Die ASK ist sowohl in *Seit-* wie auch in *Rückenlage* möglich und zeichnet sich durch eine sehr gute Darstellung intraartikulärer Läsionen mit hoher visueller Auflösung aus. Aktuelle Lagerungsmodifikationen umfassen spezielle Extensionseinheiten zur Maximierung der Distraktionszeit [19], mobile Extensionseinheiten zur multidirektionalen Beinbewegung ohne intraoperatives Lösen der Fußfixation und veränderte Fußfixationssysteme. Der optimale Arbeitsablauf der ASK ist noch nicht standardisiert. Uneinheitlich sind vor allem die Zugangsarten und Zugangsportale in das zentrale und periphere Kompartiment [52].

Beschrieben sind:

- der direkte Zugang in das zentrale Kompartiment bei maximaler Extension des Hüftgelenks über ein anterolaterales Portal [47],
- der Beginn im peripheren Kompartiment (ohne Distraction) über ein proximales ventrolaterales Portal [15],
- die Anlage eines extrakapsulären Raumes vor dem Gelenk, über den erst in das periphere und dann in das zentrale Kompartiment eingegangen werden kann [28].

Der Beginn im peripheren Kompartiment gilt als risikoärmer in Bezug auf iatrogene Läsionen (Labrum- und Knorpelschäden) [52].

Die potenziell möglichen Therapieoptionen und -verfahren nehmen in den letzten Jahren kontinuierlich zu. Die Anwendung der ASK im extraartikulären Bereich ist hierbei recht neu. Als Indikationen werden angesehen:

- Iliopsoasverlängerung bei der „schnappenden Hüfte“ [18],
- Iliopsoassehnenreleases bei Impingement-symptomen nach Hüft-TEP [65],
- Therapie „rotatorenmanschettenartiger“ Läsionen der Sehnenansätze der pelvitrochantären Muskulatur am Trochantermassiv [37].

Die Komplikationen der ASK sind gering mit einer Gesamt-Morbidität von 4 % [16, 37]. Relevante Komplikationen wie Schäden durch unsachgemäße Lagerung und übermäßige Traktion (Druckläsionen, temporäre Nervus pudendus und ischiadicus-Lähmungen) wurden nur in 0,3 % gesehen. Iatrogene intraartikuläre Schäden durch die räumliche Enge zwischen Kopf und Pfanne beim Eingehen in das zentrale Kompartiment (Labrum, Knorpelschäden) sind im Rahmen einer flachen Lernkurve als kritisch zu sehen [52]. Die fehlende dreidimensionale Sicht im Gelenk macht eine räumliche Orientierung und eine reproduzierbare Ergebnisqualität bei der ASK ausgesprochen anspruchsvoll. Zur Optimierung wird über die Vorteile des Einsatzes der Navigation bei der Osteoplastie des Schenkelhalses berichtet [6].

2.3 Minimalinvasive Zugänge

Der Trend zur Zunahme neuartiger, als „minimalinvasiv“, „minder-invasiv“ oder „mini open“ bezeichneter Zugänge zum Hüftgelenk folgt der Idee der Verminderung der Gewebetraumatisierung, Minimierung des Blutverlusts und Beschleunigung der Rekonvaleszenz. Der hieraus resultierenden Verkleinerung des Operationsfeldes mit Einschränkung des chirurgischen Handlungsspielraumes wird durch Entwicklung spezieller Instrumente (Retraktoren, gewinkelte Fräsen) und Implantate (Kurzschäfte, individualisierte Implantate) sowie der Fortentwicklung von Navigationstechniken entgegengewirkt. Hauptanwendungsgebiet ist aktuell die Endoprothetik (s.u.), während in der Traumatologie nur wenige Optionen bestehen (s.u.). Die bereits erwähnten „mini open“-Zugänge bei der Behandlung des FAI adressieren vornehmlich ventrale Pathologien des FAI und werden zumeist vornehmlich in Kombination mit der ASK eingesetzt [12]. Aufgrund einer im Vergleich zur alleinigen ASK erhöhten Komplikationsrate und zunehmender Fortschritte der arthroskopischen Techniken wird die „mini-open“-Technik zum Teil wieder verlassen.

2.4 Ausblick

Die chirurgische Hüftluxation und die Hüftarthroskopie bleiben für die Behandlung von Hüftpathologien aufgrund geringer Komplikationsraten bei jedoch entsprechender Erfahrung weiter attraktiv. Für die „mini open“-Techniken ist davon auszugehen, dass diese vor allem im Bereich der Endoprothetik weiter ausgebaut werden, während sich die Anwendung in der Traumatologie auf wenige Zentren beschränken wird. Für die FAI-Chirurgie werden diese Zugänge von rein arthroskopischen Techniken verdrängt werden. Die optimalen Anwendungsbereiche der unterstützenden Navigation müssen weiter definiert werden.

3 Hüftchirurgie bei Kindern und Jugendlichen

Die angeborene Hüft dysplasie, der Morbus Perthes und die Epiphyseolysis capitis femoris (ECF) gelten als typische Risikofaktoren für das Entstehen einer sekundären Hüftgelenkarthrose im Erwachsenenalter. Die optimalen Behandlungsstrategien bleiben jedoch weiterhin in der Diskussion. Unstrittig ist neben der Primärbehandlung vor allem die Korrektur der Restdeformität in der Adoleszenz. Ziel aller Therapiemaßnahmen ist es, eine Inkongruenz des betroffenen Hüftgelenks zu vermeiden, da das Ausmaß der Inkongruenz im Adoleszentenalter die Schwere der präarthrotischen Deformität und damit die Wahrscheinlichkeit einer frühzeitigen, sekundären Hüftgelenkarthrose bestimmt [20, 42, 69].

3.1 Hüft dysplasie

Die Pfannen-Reorientierung nach Tönnis und Kalchschmidt oder Ganz gelten weiterhin als Verfahren der Wahl. Aktuelle Arbeiten weisen darauf hin, dass durch die Berücksichtigung von Pfannenversion und Schenkelhalstorsion bei der operativen Korrektur ein postoperatives FAI verhindert werden kann [4, 13, 35, 46].

3.2 Morbus Perthes

Bei der Perthes-Erkrankung gilt weiterhin das Behandlungsprinzip des „containments“, also der Erhaltung oder Wiederherstellung der Zentrierung des Hüftkopfes [42]. Verbleibt nach Verschluss der Wachstumsfugen eine Restdeformität, sollte diese frühzeitig korrigiert werden [13, 42]. Bei verminderter antero-lateraler Überdachung des typischerweise vergrößerten Kopfes (Coxa magna) besteht die Indikation zu kombinierten Verfahren wie Pfannenschwenkung mit Versionseinstellung, sowie die gleichzeitige femorale Korrektur [13, 35, 42]. Eine einzige Arbeitsgruppe berichtet bislang über gute erste Ergebnisse einer „Kopfreduktionsplastik“ durch die chirurgische Hüftluxation [2].



Abb. 8: Eine typische Restdeformität bei einem jugendlichen Patienten nach Morbus Perthes mit erkennbarer pilzförmiger Deformierung des Hüftkopfes und Trochanterhochstand. Zusätzlich liegt eine begleitende Hüftdysplasie vor.



Abb. 9: Die postoperativen Aufnahmen zeigen die verbesserte Gelenkkongruenz nach durchgeführter valgusierender intertrochantärer Osteotomie und Dreifach-Becken-Osteotomie.

3.3 Epiphyseolysis capitis femoris

Die Epiphyseolysis capitis femoris (*ECF*) tritt typischerweise bei adipösen Jugendlichen auf. Im pubertären Wachstumsschub kommt es zu einer nichttraumatischen Lösung der Epiphyse mit dar-

aus resultierender Dislokation. Aktuell wird auf die hohe Inzidenz klinisch inapparenter so genannter „silent slips“ bei übergewichtigen Jugendlichen hingewiesen [66]. Auch Hochleistungssport gilt als potenzieller Auslöser einer ECF [1, 55]. Deshalb sollten bereits milde klinische Auffälligkeiten auf das mögliche Vorliegen einer asymptomatischen ECF untersucht werden [69]. Die Behandlung der ECF wird zunehmend kontrovers diskutiert [57, 69]. Die klassische Behandlung bestand bei mildem Abrutschen bislang in einer transphysisären „in situ“-Fixation der Hüftkopfepiphyse. Bei höheren Abrutschwinkeln wurde im deutschsprachigen Raum die valgusierende, flektierende und derotierende intertrochantäre Osteotomie nach Imhäuser durchgeführt [69]. Neuere Untersuchungen zeigen jedoch, dass bereits sehr früh nach dem Abrutschereignis eine Schädigung des Labrum azetabulare und des angrenzenden Knorpels auftreten kann [20, 57]. Deshalb wird zunehmend auch bei geringeren Abrutschwinkeln die Wiederherstellung der Hüftgelenkanatomie über die modifizierte Dunn-Osteotomie empfohlen [57]. Das Prinzip der Dunn-Osteotomie ist die offene Reposition der abgerutschten Epiphyse über eine chirurgische Hüftluxation. Slongo et al. [57] berichten über exzellente Ergebnisse nach einem



Abb. 10: Die präoperative Axialaufnahme zeigt einen hochgradigen Abrutsch der Epiphyse von 65° bei „acute on chronic“ Epiphyseolysis capitis femoris.

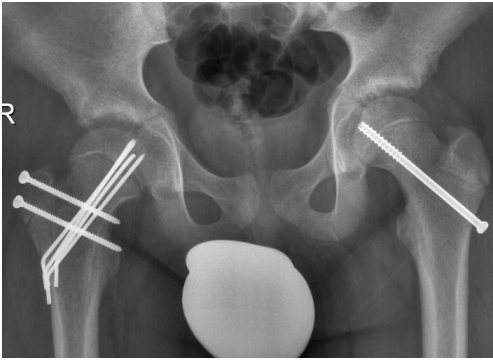


Abb. 11: Die postoperativen Aufnahmen zeigen die Wiederherstellung der Hüftgelenkanatomie nach chirurgischer Hüftluxation, offener Reposition der Epiphyse und transphysischer Fixation der Epiphyse.

durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 24 Monaten.

3.4 Ausblick

Die Suche nach der Ätiopathologie und auch der individuellen operativen Therapie sowohl der ECF als auch der Perthes- und Dysplasie-Erkrankung bleibt weiterhin aktuell. Mit der chirurgischen Luxation ist ein sehr potenter Zugangsweg sowohl zur Behandlung der ECF wie auch der Perthes-Erkrankung hinzugekommen. Hier bedarf es jedoch noch der Analyse von Langzeituntersuchungen. Die Frage, welches der ideale „Zielkorridor“ hinsichtlich der Einstellwinkel bei reorientierenden Pfannen- und Femurosteotomien sowohl bei der Dysplasie wie auch bei der Perthes-Erkrankung ist, wird auch in Zukunft Gegenstand der Forschung sein.

4 Azetabulumfrakturen

Neue Tendenzen im Bereich der operativen Versorgung der Azetabulumfraktur lassen sich in Hinblick auf die Entwicklung verschiedener Zugangs-Modifikationen zur Reduktion der Zugangs-Morbidität und -Größe sowie der Integration von minimalinvasiven Techniken erkennen.

4.1 Intrapelviner retroperitonealer anteriorer Zugang

Der intrapelvine Zugang wurde basierend auf Erfahrungen der Leistenhernienchirurgie Anfang der 1990er-Jahre in Finnland und den USA entwickelt und zur Versorgung von Beckenring- und Azetabulumfrakturen beschrieben. Dieser recht neue Zugangsweg kommt seitdem in verschiedenen Modifikationen zum Einsatz („Modified Stoppa Zugang“). Es wird vor allem die anteriore azetabuläre Rekonstruktion im Bereich der quadrilateralen Fläche des Azetabulums erleichtert. Auch eine direkte und visuelle Repositionskontrolle im Bereich des hinteren Pfeilers ist von der Innenseite des kleinen Beckens möglich. Die zusätzliche Eröffnung des antero-lateralen Portals des ilioinguinalen Zugangs erlaubt eine komplette Versorgung von Azetabulumfrakturen mit ausgedehnter Beteiligung des vorderen Pfeilers. Im Gegensatz zum ilioinguinalen Zugang können auch artikuläre Pathologien unter direkter Sicht über die Fraktur der quadrilateralen Fläche rekonstruiert werden. Platten können konventionell auf der Linea terminalis als auch medial zur Retention von Frakturen der quadrilateralen Fläche vor allem bei nach zentral gerichteten Hüftkopffehlstellungen platziert werden. Insgesamt ist jedoch noch immer eine recht ausgedehnte Präparation nötig. Es wurde eine geringere Zugangsmorbidität bei gleichzeitig guter Übersicht und reproduzierbar hoher Repositionsqualität beobachtet [3]. Eine Lernkurve ist jedoch auch bei diesem Zugang vorhanden. Gesamt-Komplikationsraten werden mit bis zu 60 % angegeben [48]. Zumeist temporäre Läsionen des N. obturatorius wurden in einem Viertel der Fälle beobachtet [53].

4.2 Reduziert-invasive Zugänge

Bisher wurde erst eine einzige echte Modifikation zur Reduktion der Zugangsmorbidität beschrieben [51]. Dabei erfolgt eine minimalinvasive Variante des ilioinguinalen Zugangs mittels einer „zwei Inzisionstechnik“ unter Verwendung spezieller Retraktoren. Zur Darstellung des oberen Schambeinastes, der Vasa femoralis und Anteilen

der quadrilateralen Fläche erfolgt eine Einkerbung des M. rectus abdominis im ipsilateralen Anteil des Pfannenstil-Zugangs (3 cm Länge). Eine zweite 3 bis 4 cm lange, longitudinale Inzision wird zwischen den Vasa femoralis und dem M. iliopsoas angelegt, entsprechend dem zweiten Fenster des ilioinguinalen Zugangs. Mit diesem Konzept konnten, bislang vor allem im älteren Patientenkollektiv angewendet, eine geringere Gewebetraumatisierung und kürzere Operationszeiten ohne Verschlechterung der Repositionsqualität erzielt werden [51].

4.3 Perkutane Stabilisierungstechniken und Navigation

Perkutane Stabilisierungstechniken wurden bislang als definitive oder additive Osteosynthesen zur Vorbereitung für eine Hüftprothese bei älteren Patienten und bei gering dislozierten Frakturen angewendet. Mittlerweile hat sich diese Therapieoption für Osteosynthesen des vorderen und hinteren Pfeilers, für supraazetabuläre Schrauben als auch für Schrauben zur Stabilisierung peripher auslaufender Frakturlinien etabliert. Aktuelle Arbeiten konnten die Vorteile navigierter Techniken (erhöhte Applikationssicherheit, verkürzter Operationszeit und vergleichbarer Repositionsqualität) zum offenen Vorgehen und individualisierter Platten-Applikationen zur minimalinvasiven Osteosynthese von Azetabulumfrakturen zunehmend auch bei älteren Patienten darstellen [22, 44].

4.4 Azetabulumfraktur des geriatrischen Patienten

Das wachsende Patientenkollektiv der hochbetagten Patienten weist die typischen Besonderheiten wie multiple Vorerkrankungen, Osteoporose und mangelnde perioperative Kompensationsmechanismen auf. Zur Begrenzung der Zugangsmorbidität werden in diesem Patientenkollektiv zunehmend potenziell weniger invasive Verfahren propagiert. Damit können reproduzierbar gute Ergebnisse auch beim älteren Patienten erzielt werden [22]. Biomechanisch scheint die Osteosyn-

these, mittels einer additiven infraazetabulären Schraube zur triangulären Fixation osteoporotischer Azetabulumfrakturen mit Beteiligung beider Pfeiler, zusätzlich zur konventionellen Stabilisierung sinnvoll zu sein [14]. Eine zweite Tendenz besteht beim hochbetagten Patienten darin, auf eine exakte Reposition der Azetabulumfraktur zu verzichten und primär eine belastungsstabile Hüftgelenkprothese zu implantieren. Mit diesem Konzept sind auch minimalinvasiv [54] gute Ergebnisse zu erzielen.

4.5 Ausblick

Grundsätzlich ist von einer weiteren Zunahme minimalinvasiver und navigierter Techniken zur Reduktion der Zugangsmorbidität in der Frakturversorgung des Azetabulums in den nächsten Jahren auszugehen. Das navigierte Vorgehen wird auf wenige Zentren beschränkt bleiben.

5 Primärendoprothetik

Zwei neue Behandlungstendenzen lassen sich in der Primärendoprothetik des Hüftgelenks in den letzten Jahren erkennen. Zum einen wird versucht, durch *minimalinvasive Zugänge* die Gewebstraumatisierung zu minimieren und die Rekonvaleszenz zu beschleunigen, zum anderen finden so genannte „*Kurzschafthprothesen*“ eine zunehmende Verbreitung.

5.1 Minimalinvasive Zugangswege

Sowohl die Zahl der beschriebenen als auch im klinischen Alltag angewendeten „minimalinvasiven“ (MIS) Zugänge haben sich in den letzten Jahren kontinuierlich erhöht. Zumeist handelt es sich hierbei um Modifikationen der klassischen anterioren, anterolateralen und posterioren Zugangswege [27]. Allen Zugängen gemein ist eine reduzierte Übersicht des Operationsfeldes und damit einhergehende anspruchsvollere Operationstechnik mit flacher Lernkurve. Gerade die korrekte Pfannenpositionierung [31] erweist sich ohne

entsprechende Hilfsmittel (gewinkelte Fräsen, spezielle Retraktoren, Navigation) als anspruchsvoll. Als Vorteile der MIS-Verfahren werden eine kürzere Operationszeit, geringerer Blutverlust, reduziertes Muskeltrauma und eine beschleunigte Rehabilitation gesehen [31]. Aktuelle Arbeiten konnten dies zum Teil bestätigen, jedoch fiel auf, dass diese Vorteile nach sechs bis zwölf Monaten vielfach kaum mehr nachweisbar waren [23]. Von einigen Autoren wird zudem kritisch angemerkt, dass es zumindest in der Anfangsphase der Lernkurve zu einer erhöhten Rate an periprothetischen Frakturen, Wundheilungsstörungen, Infektionen, Nerven- und Muskelläsionen sowie Pfannen- und Schaftfehlpositionierungen kommen kann [25, 31].

5.2 Kurzschaftprothesen

Kurzschaftprothesen können auch bei einer „knochensparenden“, weit proximalen Osteotomie im Schenkelhalsareal sicher im Femur verankert werden (Abb. 12). Zudem ist eine muskelschonende minimalinvasive Implantationstechnik möglich.



Abb. 12: Beispiel einer „schenkelhalsteilerhaltenden“ Kurzschaftprothese vom Typ Optimys (Fa. Mathys).

Es wird zwischen „schenkelhalserhaltenden“, „schenkelhalsteilerhaltenden“ und „schenkelhalsresezierenden“ Systemen unterschieden [29]. Die bisher veröffentlichten kurz- bis mittelfristigen Nachuntersuchungsergebnisse sind ermutigend. Die Revisionsraten waren bislang mit denen der „klassischen“ Schaftprothesen vergleichbar [50]. Risiken bestehen im Vergleich zu konventionellen Schaftprothesen, vor allem in der „Lernphase“, in Fehlpositionierungen und in der potenziellen Induktion von periprothetischen Frakturen. Auch eine oft nur unzureichend mögliche, exakte Rekonstruktion des „Offsets“ mit konsekutiver Abduktorschwäche und ein unzureichender Beinlängenausgleich sind kritisch zu sehen [32]. McElroy et al. [40] empfehlen daher die Indikation zur Kurzschaftprothese individuell zu stellen und von Variablen wie Diagnose, Knochenqualität, Alter des Patienten und der Präferenz des Chirurgen abhängig zu machen.

5.3 Ausblick

Die Kombination aus minimalinvasivem Zugang und knochensparender Schaftkomponente bleibt aufgrund der sich ergänzenden Vorteile weiter hochattraktiv. Erst entsprechende Langzeitstudien werden zeigen können, inwiefern hier ein zukünftiger, neuer „Goldstandard“ in der Primärendoprothetik des Hüftgelenks erreicht werden kann. Ob sich zukünftig die Navigation im klinischen Alltag etabliert, bleibt abzuwarten.

6 Revisionendoprothetik

Aufgrund steigender Zahlen von primär implantierten Hüftprothesen bei jüngeren Patienten ist mit einer weiteren Zunahme von erst- und mehrfachen Revisionen zu rechnen. Ein weiterhin nur unzureichend beherrschbares Problem stellen vor allem große azetabuläre Defekte und die Primärstabilität sowie Osseointegration zementfreier Revisionsimplantate dar.

6.1 Augmentate und Pfannen aus Tantal „Trabecular Metal“

Das Ziel der azetabulären Revisionsendoprothetik ist der „biologische“ Defektaufbau mit Rekonstruktion von Pfannendrehzentrum und Offset, sowie das Erreichen einer hohen Primärstabilität des Revisionskonstrukts. Von der Industrie werden aktuell die Vorzüge von metallischen Augmentaten (Abb. 13) und Revisionspfannen (Abb. 14) aus dem Werkstoff *Tantal* („*Trabecular Metal (TM) Technology*“) stark propagiert. Das hochporöse biokompatible Metallgeflecht wird als Augmentat zur Defektauffüllung großer azetabulärer Kavernen (Paprosky 2a/b und 3a/b) oder kranialer „Steilwanddefekte“ genutzt [24]. Die Vorzüge einer hohen Primärstabilität und raschen Osseointegration, auch bei schlechtem Knochenlager, sind insbesondere für die TM-Revisionschalen bzw. -Pfannen von Bedeutung [49]. So kann die bisher geltende, minimal notwendige Kontaktfläche zwischen Knochen und Implantat zur zementfreien „press-fit“ Pfannenverankerung von 40 bis 50 %, zum Teil unterschritten werden. Die bisher publizierten kurz- bis mittelfristigen Ergebnisse sind ermutigend mit Lockerungsraten die alternativen Verankerungsmethoden zumindest ebenbürtig sind [49]. Komplikationen wie Augmentatbrüche [9] oder Pfannenfrühlockerungen [49] sind bislang nur in Einzelfällen beschrieben. Es wird empfohlen die Grenzfläche zwischen Augmentat und metallischer Revisionspfanne zur Abriebminimierung zu zementieren (Abb. 15 und 16). In einige TM-Pfannenschalen muss zudem eine Polyethylenpfanne (PE) mit Zement fixiert werden (Abb. 14). Hierbei

wird bislang nicht berücksichtigt, dass es im Verlauf zwischen dem Augment und dem Knochenzement durch Mikrobewegungen zu einer potenziell möglichen Zementzerrüttung, mit der Folge von abriebinduzierten Osteolysen, kommen kann. Es ist daher nicht auszuschließen, dass es sowohl für die „teil“-zementierten Augmente wie auch für TM-Revisionspfannen mit zementierter PE-Pfanne, bei einer erneuten Pfannenlockerung im aseptischen und besonders im septischen Revisionsfall noch zu einer Vergrößerung des azetabulären Knochendefekts kommen kann [24].



Abb. 14: Eine zementfreie Pfannenschale aus TM in die eine PE-Pfanne einzementiert wird (Fa. Zimmer; mit freundlicher Genehmigung).



Abb. 13: Verschieden metallische TM-Augmentate (Fa. Zimmer; mit freundlicher Genehmigung).

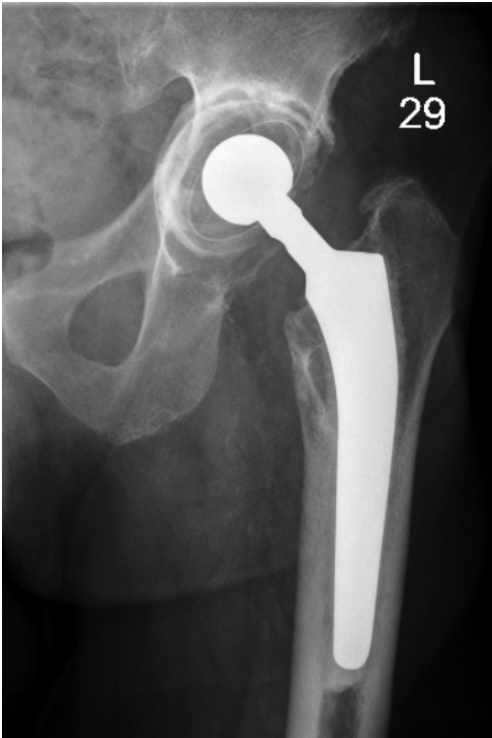


Abb. 15



Abb. 16

Abb. 15 und 16: Ein prä- und postoperatives Röntgenbild nach aseptischen Pfannenwechsel und Defektauffüllung mit „impaction grafting“ und einem „teil“-zementierten TM-Augmentat.

6.2 Ausblick

Aufgrund der mangelnden Verfügbarkeit autologer Spongiosa zum biologischen Defektaufbau werden metallische Augmente aus Tantal weiterhin eine interessante Alternative darstellen. Die Option, Tantalpfannen oder -schalen zementfrei sicher auch bei schlechter Knochenqualität und niedriger ossärer Kontaktfläche primär fest verankern zu können, wird das Indikationsspektrum zukünftig erweitern. Da „teil“-zementierte Augmente oder Pfannen potenziell jedoch auch Risiken bergen, bleibt es abzuwarten, ob diese eine langfristige Lösung der Probleme darstellen oder Vorteile mit Nachteilen bei erneuten Revisionen erkauf werden müssen. Langzeitstudien bleiben hier abzuwarten.

7 Fazit

- Das femoroazetabuläre Impingement findet als neue sekundäre schmerz- und arthroseauslösende Hüftgelenkerkrankung im internationalen Sprachraum eine zunehmende Akzeptanz. Die individuelle, befundabhängige Behandlungsweise und die Bedeutung der Bestimmung von Pfannenversion und femoraler Torsion sind Gegenstand aktueller Untersuchungen.
- Die im Zuge der operativen Behandlung des FAI entwickelte Technik der chirurgischen Hüftgelenkluxation via Trochanterosteotomie kommt auch bei der Behandlung anderer Krankheitsemitäten (z.B. Azetabulumfrakturen, Epiphyseolysis capitis femoris, M. Perthes) zur Anwendung.
- Die Hüftgelenkarthroskopie ist eine gering-invasive Option zur Diagnostik und Therapie unterschiedlicher Hüftgelenkerkrankungen

(z.B. FAI, Synoviale Erkrankungen, Labrum- und Knorpelläsionen, Entfernung freier Gelenkkörper). Das Behandlungsspektrum hat sich hierbei in den letzten Jahren deutlich erweitert und die Technik verfeinert.

- Minimalinvasive Zugänge kommen sowohl in der gelenkerhaltenden Chirurgie als auch der Traumatologie und Endoprothetik zur Anwendung. Den potenziellen Vorteilen dieser Zugänge (Reduktion der Zugangsmorbidität) stehen Nachteile wie reduzierte Übersicht, potenziell schlechtere Repositionsqualität und Implantatpositionierung sowie eine flache Lernkurve gegenüber.
- Im Bereich der pädiatrischen Hüftchirurgie gibt es einen Strategiewandel von der früheren operativen Behandlung der ECF mit anatomischer Kopfreposition über die chirurgische Hüftgelenkluxation und der mehrdimensionalen „offenen“ Behandlung des Morbus Perthes.
- Bei der Versorgung von Azetabulumfrakturen sind neue intrapelvine und minderinvasive Zugänge aktuell in der Diskussion. Es wird hiermit versucht, die nicht unerhebliche Zugangsmorbidität der klassischen Zugänge zu reduzieren. Perkutane, zum Teil navigierte Zugänge und die primäre Osteosynthese mit nachfolgender Prothese betreffen vornehmlich das wachsende Kollektiv der geriatrischen Patienten.
- Im Bereich der Primärendoprothetik des Hüftgelenks nimmt die Zahl minimalinvasiv implantiert Kurzschaffprothesen in den letzten Jahren stark zu. Den potenziellen Vorteilen dieser operativen Versorgung stehen noch fehlende Langzeitstudien gegenüber, so dass die weitere Entwicklung hier abzuwarten bleibt.
- Metallische Augmente und Revisionspfannen aus Tantal („Trabecular Metal“) werden in der Revisionsendoprothetik des Hüftgelenks aktuell stark propagiert. Die kurz- bis mittelfristigen Ergebnisse sind ermutigend, wobei die erneute Revision dieser Implantate nicht unproblematisch ist. Langzeitstudien stehen aus.

Literatur

[1] Agricola R, Heijboer MP, Bierma-Zeinstra SM et al.: Cam impingement causes osteoarthritis of the hip: a nationwide prospective cohort study (CHECK). *Ann Rheum Dis* 2012. Jun 23. [Epub ahead of print] [EBM IIa]

[2] Albers CE, Steppacher SD, Ganz R et al.: Joint-preserving Surgery Improves Pain, Range of Motion, and Abductor Strength After Legg-Calvé-Perthes Disease. *Clin Orthop Relat Res* 2012; 470(9): 2450–2461. [EBM IV]

[3] Andersen RC, O’Toole RV, Nascone JW et al.: Modified stoppa approach for acetabular fractures with anterior and posterior column displacement: quantification of radiographic reduction and analysis of interobserver variability. *J Orthop Trauma* 2010; 24(5): 271–278. [EBM IV]

[4] Audenaert EA, Peeters I, Vigneron L et al.: Hip morphological characteristics and range of internal rotation in femoroacetabular impingement. *Am J Sports Med*. 2012; 40(6): 1329–1336. Epub 2012 Apr 2. [EBM IIb]

[5] Bedi A, Zbeda RM, Bueno VF et al.: The incidence of heterotopic ossification after hip arthroscopy. *Am J Sports Med* 2012; 40(4): 854–863. [EBM III]

[6] Bedi A, Dolan M, Magennis E et al.: Computer-assisted modeling of osseous impingement and resection in femoroacetabular impingement. *Arthroscopy* 2012; 28(2): 204–210. [EBM IV]

[7] Bittersohl B, Hosalkar HS, Apprich S et al.: Comparison of pre-operative dGEMRIC imaging with intraoperative findings in femoroacetabular impingement: preliminary findings Skeletal. *Radiol* 2011; 40(5): 553–561. [EBM III]

[8] Boone G, Pagnotto MR, Walker JA et al.: Radiographic Features Associated With Differing Impinging Hip Morphologies With Special Attention to Coxa Profunda. *Clin Orthop Relat Res* 2012. [Epub ahead of print] [EBM IIb]

[9] Borland W, Bhattacharya B, Holland P et al.: Use of porous trabecular metal augments with impaction bone grafting in management of acetabular bone loss. Early to medium-term results. *Acta Orthopaedica* 2012; 83(4): 347–352. [EBM III]

[10] Botser IB, Ozoude GC, Martin DE et al.: Femoral anteversion in the hip: comparison of measurement by computed tomography, magnetic resonance imaging, and physical examination. *Arthroscopy* 2012; 28(5): 619–627. [EBM III]

[11] Botser IB, Smith TW Jr, Nasser R et al.: Open surgical dislocation versus arthroscopy for femoroacetabular impingement: a comparison of clinical outcomes. *Arthroscopy* 2011; 27(2): 270–278. [EBM III]

[12] Chiron P, Espié A, Reina N et al.: Surgery for femoroacetabular impingement using a minimally invasive anterolateral approach: analysis of 118 cases at 2.2-year follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res* 2012; 98(1): 30–38. [EBM III]

[13] Clohisy JC, St John LC, Nunley RM et al.: Combined periacetabular and femoral osteotomies for severe hip deformities. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467: 2221–2227. [EBM IV]

[14] Culemann U, Marintschev I, Gras F et al.: Infraacetabular corridor-technical tip for an additional screw

- placement to increase the fixation strength of acetabular fractures. *J Trauma* 2011; 70: 244–246. [EBM IV]
- [15] Dienst M.: Lehrbuch und Atlas Hüftarthroskopie. Elsevier 2010 [EBM IV]
- [16] Domb BG, Nasser RM, Botser IB: Partial-thickness tears of the gluteus medius: rationale and technique for trans-tendinous endoscopic repair. *Arthroscopy* 2010; 26(12): 1697–1705. [EBM III]
- [17] Ejnisman L, Philippon MJ, Lertwanich P et al.: Acetabular labral tears: diagnosis, repair, and a method for labral reconstruction *Clin Sports Med* 2011; 30(2): 317–329. [EBM III]
- [18] Fabricant PD, Bedi A, De La Torre K et al.: Clinical outcomes after arthroscopic psoas lengthening: the effect of femoral version. *Arthroscopy* 2012; 28(7): 965–971. [EBM IV]
- [19] Flecher X, Dumas J, Argenson JN: Is a hip distractor useful in the arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement? *Orthop Traumatol Surg Res* 2011; 97(4): 381–388. [EBM IV]
- [20] Ganz R, Parvizi J, Beck M et al.: Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 417: 112–120. [EBM IV]
- [21] Ganz R, Gill TJ, Gautier E: Surgical dislocation of the adult hip. A technique with full access to femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83: 1119–1124. [EBM IV]
- [22] Gary JL, VanHal M, Gibbons SD et al.: Functional Outcomes in Elderly Patients With Acetabular Fractures Treated With Minimally Invasive Reduction and Percutaneous Fixation. *J Orthop Trauma* 2012; 26: 278–283. [EBM III]
- [23] Goosen JH, Kollen BJ, Castelein RM et al.: Minimally invasive versus classic procedures in total hip arthroplasty: a double-blind randomized controlled trial. *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469(1): 200–208. [EBM Ib]
- [24] Gravius S, Randau T, Wirtz D: Was tun wenn die Endoprothese versagt? *Orthopäde* 2011; 40: 1084–1094. [EBM IV]
- [25] Graw BP, Woolson ST, Huddleston HG et al.: Minimal incision surgery as a risk factor for early failure of total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468(9): 2372–2376. [EBM IIb]
- [26] Hartofilakidis G, Bardakos NV, Babis GC et al.: An examination of the association between different morphotypes of femoroacetabular impingement in asymptomatic subjects and the development of osteoarthritis of the hip *J Bone Joint Surg Br* 2011; 93(5): 580–586. [EBM IIa]
- [27] Hoberg M, Rudert M, Tillmann B: Minimally invasive hip arthroplasty what must be spared? *Orthopäde* 2012; 41(5): 338–345. [EBM III]
- [28] Horisberger M, Brunner A, Herzog RF: Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement of the hip: a new technique to access the joint. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468(1): 182–190. [EBM IV]
- [29] Jerosch J: Is shorter really better?: Philosophy of short stem prosthesis designs. *Orthopäde* 2011; 40(12): 1075–1083. [EBM IV]
- [30] Jordan MA, Van Thiel GS, Chahal J et al.: Operative treatment of chondral defects in the hip joint: a systematic review *Curr Rev Musculoskelet Med* 2012; 5(3): 244–253. [EBM II a]
- [31] Kappe T, Bieger R, Wernerus D et al.: Minimally invasive total hip arthroplasty – trend or state of the art? A meta-analysis *Orthopäde* 2011; 40(9): 774–780. [EBM IIa]
- [32] Kamada S, Naito M, Nakamura Y et al.: Hip abductor muscle strength after total hip arthroplasty with short stems. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011; 131(12): 1723–1729. [EBM III]
- [33] Kapron AL, Anderson AE, Peters CL et al.: Hip Internal Rotation Is Correlated to Radiographic Findings of Cam Femoroacetabular Impingement in Collegiate Football Players *Arthroscopy.* 2012; 484–487. [EBM IV]
- [34] Kivlan BR, Martin RL, Sekiya JK: Response to diagnostic injection in patients with femoroacetabular impingement, labral tears, chondral lesions, and extra-articular pathology *Arthroscopy.* 2011; 27(5): 619–627. [EBM IV]
- [35] Klenke FM, Siebenrock KA: Pathomorphology and treatment of femoroacetabular impingement. *Instr Course Lect* 2012; 61: 263–272. [EBM II a]
- [36] Kowalczyk M, Bhandari M, Farrokhlyar F et al.: Complications following hip arthroscopy: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012. [EBM II a]
- [37] Lachiewicz PF: Abductor tendon tears of the hip: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2011; 19(7): 385–391. [EBM IV]
- [38] Maier C, Zingg P, Seifert B et al.: Femoral torsion: reliability and validity of the trochanteric prominence angle test. *Hip Int.* 2012. [EBM IV]
- [39] Martin RL, Kelly BT, Leunig M et al.: Reliability of clinical diagnosis in intraarticular hip diseases. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010; 18(5): 685–690. [EBM IV]
- [40] McElroy MJ, Johnson AJ, Mont MA et al.: Short and standard stem prostheses are both viable options for minimally invasive total hip arthroplasty. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 2011; 69(1) : 68–76. [EBM IV]
- [41] Mohtadi NG, Griffin DR, Pedersen ME et al.: Multicenter Arthroscopy of the Hip Outcomes Research Network. Collaborators (21) The Development and validation of a self-administered quality-of-life outcome measure for young, active patients with symptomatic hip disease: the International Hip Outcome Tool (iHOT-33). *Arthroscopy* 2012; 28(5): 595–605. [EBM Ib]

- [42] Nelitz M, Lippacher S, Krauspe R et al.: Morbus Perthes: Diagnostische und therapeutische Prinzipien. *Dtsch Ärztebl* 2009; 106: 517–523. [EBM IV]
- [43] Nepple JJ, Martel JM, Kim YJ et al.: ANCHOR Study Group. Do Plain Radiographs Correlate With CT for Imaging of Cam-type Femoroacetabular Impingement? *Clin Orthop Relat Res* 2012; 470(12): 3313–20. [EBM IIa]
- [44] Oberst M, Hauschild O, Konstantinidis L et al.: Effects of three-dimensional navigation on intraoperative management and early postoperative outcome after open reduction and internal fixation of displaced acetabular fractures. *J Trauma Acute Care Surg* 2012; 73(4): 950–6. [EBM IV]
- [45] Peters CL, Stronach BM, Pelt CE et al.: Open surgical dislocation for the treatment of femoroacetabular impingement: past, present, and future. *Instr Course Lect* 2012; 61: 273–286. [EBM III]
- [46] Peters CL, Anderson LA, Erickson JA et al.: An algorithmic approach to surgical decision making in acetabular retroversion. *Orthopedics* 2011; 34(1): 10. [EBM IV]
- [47] Philippon MJ, Schroder E Souza BG et al.: Hip arthroscopy for femoroacetabular impingement in patients aged 50 years or older. *Arthroscopy* 2012; 28(1): 59–65. [EBM IIb]
- [48] Ponsen KJ, Joosse P, Schigt A et al.: Internal Fracture Fixation Using the Stoppa Approach in Pelvic Ring and Acetabular Fractures: Technical Aspects and Operative Results. *J Trauma* 2006; 61: 662–667. [EBM IV]
- [49] Pulido L., Sridhar R. Cabanela E et al.: Cementless acetabular revision: past, present, and future Revision total hip arthroplasty: the acetabular side using cementless implants. *International Orthopaedics (SICOT)* (2011) 35: 289–298. [EBM II a]
- [50] Rometsch E, Bos PK, Koes BW: Survival of short hip stems with a „modern“, trochanter-sparing design – a systematic literature review. *Hip Int* 2012; 22(4): 344–354. [EBM IIb]
- [51] Ruchholtz S, Buecking B, Delschen A et al.: The two-incision, minimally invasive approach in the treatment of acetabular fractures. *J Orthop Trauma*. 2012. [Epub ahead of print] [EBM IV]
- [52] Rupp R, Duggan B: Peripheral versus central compartment starting point in hip arthroscopy for femoroacetabular impingement. *Orthopedics* 2012; 35(2): e148–153. [EBM IV]
- [53] Sagi HC, Afsari A, Dziadosz D: The anterior intrapelvic approach for fixation of acetabular fractures. *J Orthop Trauma* 2010; 24(5): 263–270. [EBM IV]
- [54] Saxer F, Studer P, Jakob M: Open stabilization and primary hip arthroplasty in geriatric patients with acetabular fractures: combination of minimally invasive techniques. *Unfallchirurg* 2011; 114: 1122–1127. [EBM IV]
- [55] Siebenrock KA, Ferner F, Noble PC et al.: The cam-type deformity of the proximal femur arises in childhood in response to vigorous sporting activity. *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469(11): 3229–3240. [EBM IIa]
- [56] Sink EL, Beaulé PE, Sucato D et al.: Multicenter study of complications following surgical dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 2011; 93(12): 1132–1136. [EBM IIa]
- [57] Slongo T, Kakaty D, Krause F et al.: Treatment of slipped capital femoral epiphysis with a modified Dunn procedure. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92: 2898–2908. [EBM III]
- [58] Stafford GH, Villar RN: Ischiofemoral impingement. *J Bone Joint Surg Br* 2011; 93(10): 1300–1302. [EBM IV]
- [59] Stafford GH, Bunn JR, Villar RN: Arthroscopic repair of delaminated acetabular articular cartilage using fibrin adhesive. Results at one to three years. *Hip Int* 2011; 21(6): 744–750. [EBM IV]
- [60] Steimer O, Kusma M, Grün U: Hip arthroscopy – indications and limits. *Orthopäde* 2011; 40(12): 1054–1060. [EBM IV]
- [61] Sutter R, Zanetti M, Pfirrmann CW: New developments in hip imaging *Radiology*. 2012; 264(3): 651–667. [EBM III]
- [62] Tannast M, Siebenrock KA: Open therapy of femoroacetabular impingement. *Oper Orthop Traumatol* 2010; 22(1): 3–16. [EBM III]
- [63] Tannast M, Krüger A, Mack PW et al.: Surgical dislocation of the hip for the fixation of acetabular fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2010; 92(6): 842–852. [EBM IV]
- [64] Tijssen M, van Cingel R, Willemsen L et al.: Diagnostics of femoroacetabular impingement and labral pathology of the hip: a systematic review of the accuracy and validity of physical tests *Arthroscopy*. 2012; 28(6): 860–871. [EBM IIb]
- [65] Van Riet A, De Schepper J, Delpont HP: Arthroscopic psoas release for iliopsoas impingement after total hip replacement. *Acta Orthop Belg* 2011; 77(1): 41–46. [EBM IV]
- [66] Wabitsch M, Horn M, Esch U et al.: Silent slipped capital femoral epiphysis in overweight and obese children and adolescents. *Eur J Pediatr* 2012. [EBM IV]
- [67] Wassilew GI, Heller MO, Diederichs G et al.: Standardized AP radiographs do not provide reliable diagnostic measures for the assessment of acetabular retroversion *J Orthop Res* 2012; 30(9): 1369–1376. [EBM IIb]
- [68] Yen YM, Kocher MS: Chondral lesions of the hip: microfracture and chondroplasty *Sports Med Arthrosc* 2010; 18(2): 83–89. [EBM III]
- [69] Zilkens C, Jäger M, Bittersohl B et al.: Slipped capital femoral epiphysis. *Orthopäde* 2010; 39: 1009–1021. [EBM IV]