



**Abb. 9.16** Postoperative Röntgenkontrolle nach Versorgung einer pertrochantären Femurfraktur (Typ A1.1) mittels dynamischer Hüftschraube und isolierter Zugschraube.



**Abb. 9.17** Postoperative Röntgenkontrolle nach Versorgung einer pertrochantären Femurfraktur (Typ A1.3) mittels Marknagel (Gamma-Nagel).

position und zusätzliche Anlage einer Cerclage notwendig

#### ► Totalendoprothese.

- sehr selten indiziert
- deutlich längere OP-Zeiten, größerer Blutverlust, größere intraoperative und postoperative Komplikationsrate

## Nachbehandlung

Mobilisierung unter Vollbelastung: Analgesie und Röntgenkontrollen bei Osteosynthese.

## Komplikationen

- Osteosyntheseversagen durch Ausschneiden der Hüftschraube aus dem Kopf (cut out) bei Fehlplatzierung (keine zentrale Lage), variabler Reposition des CCD-Winkels und/oder ausgeprägter Osteoporose
- Implantatversagen und Pseudarthrose bei subtrochantären Frakturen durch inadäquate Reposition ohne soliden Fragmentkontakt

## 9.1.3 Femurschaftfrakturen

S. Ruchholtz

### Epidemiologie

Die Inzidenz von Femurschaftfrakturen ist nicht sehr hoch, sie liegt bei ca. 10/100.000 Einwohner pro Jahr.

### Ätiologie

Bei jungen Patienten finden sich Frakturen des Femurschafts aufgrund eines Rasantraumas (Verkehrsunfall, Sturz aus großer Höhe). Seltener, jedoch relevante Ursachen stellen pathologische Frakturen aufgrund von primären Tumoren, Metastasen oder manifester Osteoporose dar.

### Klassifikation

Üblich ist die Einteilung der Femurschaftfrakturen nach der AO-Klassifikation (► Abb. 9.18):

- Typ A: einfache Fraktur
- Typ B: Fraktur mit Biegekeil
- Typ C: Mehrfragment- oder Trümmerfraktur

### Klinik

- Unfallanamnese: Einschätzung der Gewalteinwirkung
- Check-up der Vitalparameter (Airway, Breathing, Circulation) = vitale Gefahr?
- Oberschenkelschwellung, Beinlängendifferenz, Achs- und Rotationsfehlstellung
- Erfassung von Durchblutung, Motorik und Sensibilität

## Diagnostik

### Bildgebende Verfahren

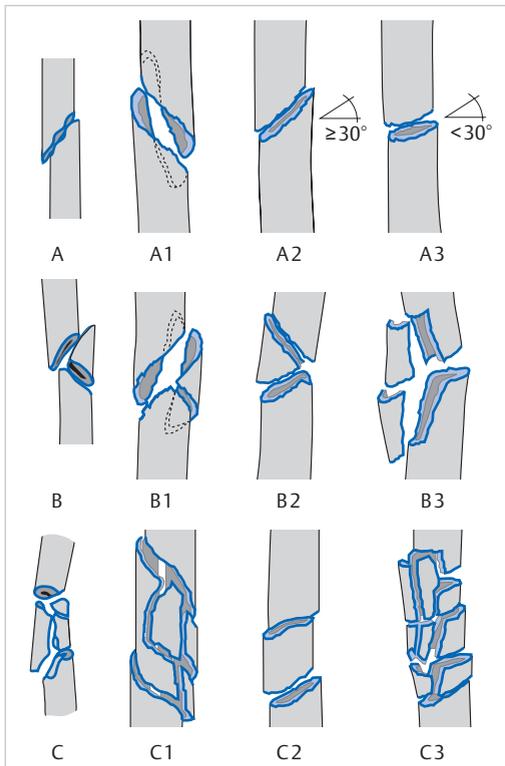
- Röntgenaufnahme des Oberschenkels mit angrenzendem Gelenk in a.-p. Projektion: bei nachgewiesener Fraktur besteht OP-Indikation
- Röntgen in zweiter Ebene: falls in der a.-p. Projektion keine Fraktur nachweisbar
- MRT: bei Verdacht auf pathologische Fraktur mit Weichteilkomponente

### Therapie

Die Femurschaftfraktur wird beim Jugendlichen und beim Erwachsenen nicht konservativ behandelt.

### Operative Therapie

Ziel ist die belastungsstabile Osteosynthese unter Rekonstruktion der anatomischen Achse und Rotation. Ein Extensionstisch kann die Reposition erleichtern.



**Abb. 9.18** AO-Klassifikation der Femurschaftfraktur (aus: Wirth CJ, Mutschler W. Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie. Stuttgart: Thieme; 2007).

tern. Die operative Stabilisierung sollte innerhalb von 24 Stunden erfolgen. Der verriegelte Marknagel ist das führende Osteosyntheseverfahren.

#### ► Femurmarknagelung.

- Nägel ohne/mit (nicht zu stark) Aufbohrung
- antegrad bei proximalen (ggf. mit Schenkelhalschraube) oder zentralen Frakturen (► Abb. 9.19)
- retrograd vor allem bei distalen Frakturen, ggf. bei extremer Adipositas, bei ipsilateraler Tibiafraktur (► Abb. 9.20)
- minimalinvasiv ohne direkte Reposition der Fragmente
- Verriegelung zu Rotationssicherung
- dynamische Verriegelung bei Querfraktur mit gutem Fragmentkontakt

#### ► Fixateur externe.

- minimalinvasives schnelles blutarmes Verfahren bei Patienten mit schwerer Verletzung („Damage Control Orthopedics“)
- bei drittgradig offenen Frakturen oder Frakturen mit starker Weichteilschädigung/Kontamination
- temporärer Stabilisator bei Knocheninfekten

#### ► Plattenosteosynthese.

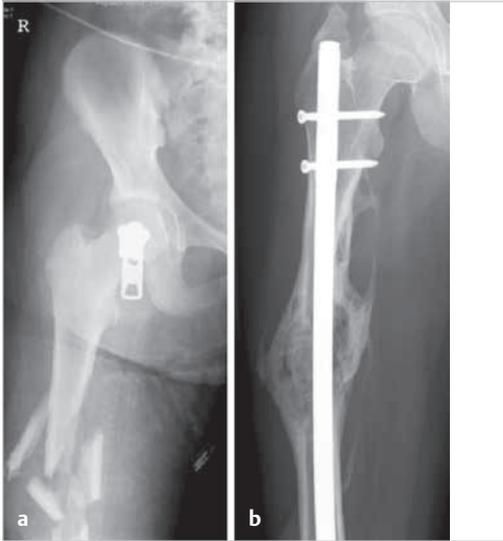
- sehr selten bei besonderen Situationen indiziert, z. B. periprothetische Frakturen, Umstellungsosteotomien (► Abb. 9.21)
- bei periprothetischen Frakturen als winkelstabile Platte

## Nachbehandlung

Frühfunktionelle Mobilisierung unter 10 kg Teilbelastung; Analgesie und Röntgenkontrollen.

## Komplikationen

- Rotationsfehler: ab ca. 10° (im CT nachgewiesen) Revision zu erwägen
- Infektion: bei Frühinfektion ggf. alleinige Revision, bei Spätinfektion Verfahrenswechsel
- Implantatversagen und Pseudarthrose



**Abb. 9.19a u. b** Femurschaftfraktur Typ C1). Unfallaufnahme (a) und postoperative Röntgenkontrolle nach Versorgung mittels antegraden Marknagels (b).



**Abb. 9.20** Postoperative Röntgenkontrolle nach Versorgung einer Femurschaftfraktur (Typ B1) mittels retrograden Marknagels.



**Abb. 9.21** Postoperative Röntgenkontrolle nach Versorgung einer Femurschaftfraktur (Typ C1) mittels perkutaner winkelstabiler Plattenosteosynthese (bei gleichzeitiger Azetabulumfraktur).

## 9.1.4 Hüftgelenkdysplasie im Erwachsenenalter

D.C. Wirtz

Kindliche Hüftdysplasie: s. Kap. Kinderorthopädie.

### Definition

Die auch als sog. Restdysplasie bezeichnete Hüftdysplasie ist die nach Wachstumsabschluss persistierende Fehlform des Hüftgelenks als Folge einer angeborenen oder erworbenen Störung der Verknöcherung am Pfannenerker. Das Pfannendach ist typischerweise zu kurz, räumlich fehlorientiert und den Hüftkopf nur unvollständig überdachend.

### Pathogenese

- Restdysplasie meist Folge einer behandelten Hüftdysplasie im Kindesalter mit unvollständiger Ausheilung und persistierender Instabilität
- mechanische Instabilität bedingt im Wachstumsalter die Verknöcherungsverzögerung am Pfannenerker, die sekundär durch mangelnde Formgebung des Pfannendaches zur (Sub-)Luxation führen kann
- bei persistierender Instabilität:
  - Tonuserhöhung der Adduktoren
  - Abspreizbehinderung

- zunehmende Abflachung der Hüftpfanne
- Entrundung des Hüftkopfs
- Ausbildung einer Sekundärpfanne
- begleitende Coxa valga et antetorta
- Coxa valga et antetorta:
  - Coxa valga: CCD-Winkel beim Erwachsenen über  $130^\circ$
  - Coxa antetorta: Antetorsionswinkel beim Erwachsenen über  $15^\circ$ , klinisch typisch vermehrt innenrotiertes Gangbild, verminderte Außenrotationsfähigkeit (Überprüfung der Rotationsverhältnisse an gestreckten Hüften in Bauchlage!)
- weitere Folgen der Pfannendysplasie und/oder Coxa valga et antetorta:
  - Labrumläsionen
  - ossäre Pfannendachganglien
  - Dysplasiekoxarthrose
- ossäre Pfannendachganglien:
  - typischerweise am Pfannenerker
  - sklerotische Zystenwand
  - meist solitär
  - Hinweis für eine gleichfalls bestehende Labrumläsion
- Labrumläsion:
  - Labrumläsionsrate ansteigend in Abhängigkeit vom Patientenalter, Dysplasiegrad und Sekundärarthrosegrad
  - bei 20–40-% der Patienten mit gelenkerhaltender OP-Indikation intraoperativ nachweisbar, sollte mitbehandelt werden (Labrumabriss: Arthrotomie und Refixation)

### Merke

Labrum = „Stoßstange“ des Azetabulums. Die Labrumläsion ist immer ein Zeichen für eine biomechanische Dekompensation des Hüftgelenkes.



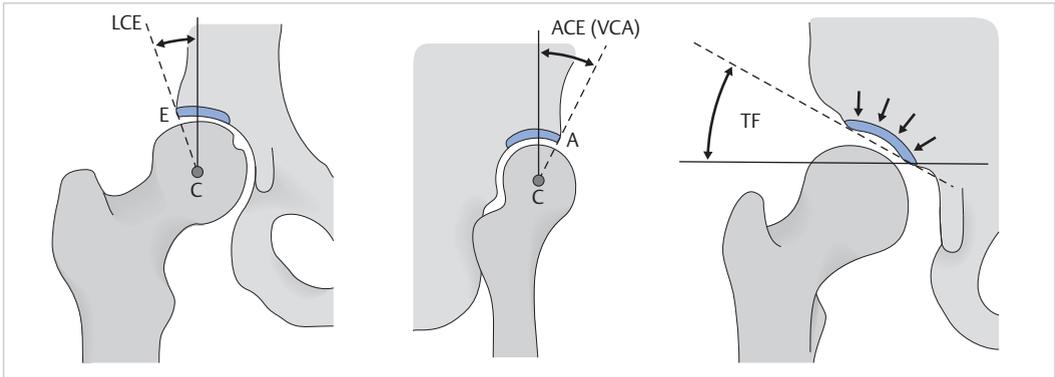
### Klinik

- Leistschmerz, unter Belastung zunehmend
- hinkendes Gangbild (Trendelenburg-Hinken) aufgrund Glutäalinsuffizienz
- Schmerzen im Bereich des Trochanter major (Muskel-Hebelarm!)
- Beinlängendifferenz bei subluxiertem/luxiertem Hüftkopf
- häufig begleitende Hüftbeugekontraktur bedingt Beckenverkipfung mit sekundär kompensatorischer Hyperlordose der LWS

## Diagnostik

### Bildgebende Verfahren

- Röntgenaufnahme des Beckens in a.–p. Projektion: Beurteilung der lateralen Pfannenüberdachung
  - quantitative Beurteilungskriterien:
    - AC-Winkel nach Hilgenreiner, TF-Winkel nach Tschauer (Inklination des Pfannendaches, Dysplasie bei  $> 20^\circ$ ) (► Abb. 9.22)
    - ACM-Winkel nach Idelberger und Frank (Tiefe der Hüftgelenkpfanne)
    - LCE-Winkel nach Wiberg (Relation Hüftkopf – Pfannendach, Dysplasie  $< 25^\circ$ ) (► Abb. 9.22)
    - Reimers-Migrationsindex (Grad der Dezentrierung) (► Abb. 9.23)
- Funktionsaufnahmen in Abduktion und Adduktion
- Röntgenaufnahme in Faux-Profil-Projektion: Beurteilung der ventralen Pfannenüberdachung
  - quantitative Beurteilungskriterien:
    - ACE-Winkel (VCA) nach Lequesne u. de Seze (Dysplasie bei ACE  $< 25^\circ$ ) (► Abb. 9.22)
  - qualitative Beurteilungskriterien:
    - Dysplasiegrad (Grad I–IV nach Tönnis und Kuhlmann)
    - Ausprägung der Arthrose
    - Gelenkkongruenz
- Bestimmung des CCD-Winkels:
  - Röntgenaufnahme beider Hüftgelenke in a.–p. Projektion: Schnittpunkt der Geraden durch den Schenkelhals und die Oberschenkelachse bildet den projizierten CCD-Winkel. Aufgrund der physiologischerweise bestehenden Antetorsion (ca.  $12^\circ$ ) ist der projizierte CCD-Winkel größer als der reelle.
  - durch Innendrehung der Hüftgelenke (Ausgleich der Antetorsion des Schenkelhalses): realistische Darstellung des CCD-Winkels in der a.–p. Projektion
  - zur exakten Bestimmung des realen CCD-Winkels und des Antetorsionswinkels: Röntgenaufnahme des Hüftgelenkes in 2 Ebenen (Standardaufnahme a.–p.: Hüftgelenk in Extension, beide Kniescheiben nach vorne; Rippstein-II-Aufnahme:  $90^\circ$  Flexion und  $20^\circ$  Abduktion der Hüftgelenke): Vergleich des projizierten Antetorsionswinkels und des projizierten CCD-Winkels in der Umrechnungstabelle nach M.E. Mueller (1957), Ablesen des realen CCD- und Antetorsionswinkels mit einer Fehlquote von unter 5–%



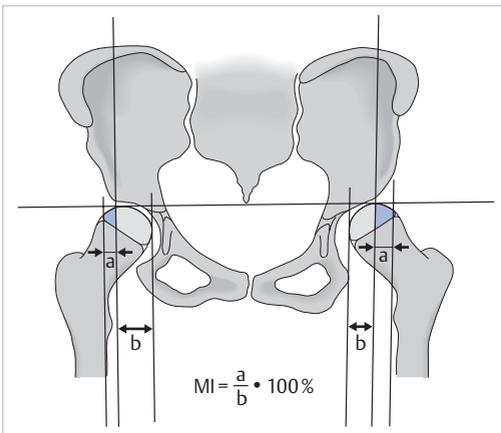
**Abb. 9.22** Schema der radiologischen Hüftdysplasie-Winkel (aus: Wirth CJ, Zichner L. Orthopädie und Orthopädische Chirurgie. Band Becken und Hüfte, hrsg. von Tschauner C. Stuttgart: Thieme; 2004).

LCE-Winkel: Lateral-Center-Edge-Angle, CE-Winkel nach Wiberg

ACE-Winkel: Anterior-Center-Edge-Angle, VCA-Winkel nach Lequesne u. de Seze

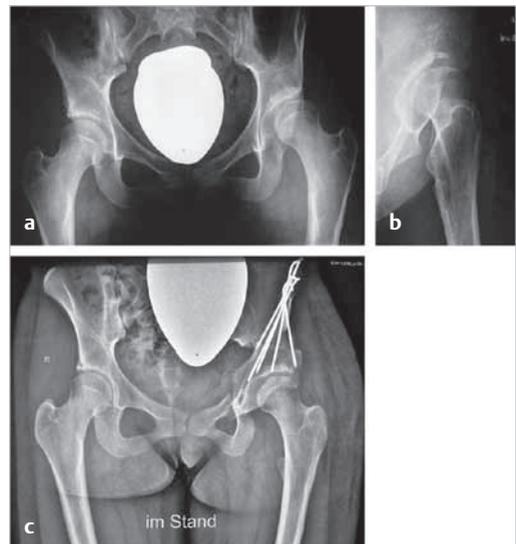
AC-Winkel: AC-Winkel nach Hilgenreiner

TF-Winkel: Tragflächenwinkel nach Tschauner, Weight-Bearing-Surface-Angle nach Bombelli



**Abb. 9.23** Reimers-Index (aus: Wirth CJ, Zichner L. Orthopädie und Orthopädische Chirurgie. Band Becken und Hüfte, hrsg. von Tschauner C. Stuttgart: Thieme; 2004).

MI: Migrationsindex



**Abb. 9.24a–c** Triple-Beckenosteotomie nach Tönnis.

a Präoperative Röntgenaufnahme in a.–p. Projektion.

b Präoperative Faux-Profil-Aufnahme.

c Postoperative Röntgenkontrolle.

## Therapie

### Gelenkerhaltende operative Therapie

► **Ziel.** Wiederherstellung einer physiologischen Kopf-Pfannen-Relation mit Horizontalstellung des Pfannendaches und korrekter Schenkelhalseinstellung.

► **Triple-(Dreifach-)Beckenosteotomie nach Steel oder Tönnis, periazetabuläre Osteotomie nach Ganz** (► Abb. 9.24).

- Indikation: ab 7. Lebensjahr bei Kongruenz der Gelenkflächen, freiem Bewegungsspiel und nur geringgradigen Arthrosezeichen
- pfannennahe Osteotomie von Os pubis, Os ilium und Os ischii mit freier Pfannenschwenkung zur Korrektur, Korrekturziel LCE und ACE-Winkel 30°
- spezifische Nachteile und Risiken der Beckenosteotomien (präoperativ immer aufzuklären!):

- Verletzung von Gefäßen und Nerven (A. glutaeta superior, N. glutaetus superior, N. ischiadicus, N. femoralis, N. obturatorius, N. cutaneus femoris lateralis)
- intraartikuläre Osteotomie (Gelenkverletzung)
- Nekrose des Pfannenfragmentes
- Unterkorrektur (persistierende Dysplasie)
- Überkorrektur (sekundäres femoroazetabuläres Impingement)
- Beinlängendifferenz
- verzögerte Osteomieheilung
- Pseudarthrose

**Merke**



Bei Labrumläsionen ohne/mit intraossären Ganglien sollten eine zusätzliche Arthrotomie mit Labrumrefixation/-resektion (je nach Destruktionszustand) sowie die Ausräumung und Spongiosaauffüllung des Ganglions durchgeführt werden.

► **Beckenosteotomie nach Chiari.**

- Indikation: nach Wachstumsabschluss bei deutlicher Inkongruenz, beginnenden Arthrosezeichen und Bewegungseinschränkung; Chiari-OP heutzutage durch die moderne Endoprothetik weitgehend verlassen
- Beckenosteotomie am Ansatz der Gelenkkapsel nach medial ansteigend, wobei das Hüftgelenk in Relation zum proximalen Darmbein unter Schaffung eines breiten tragfähigen Pfannendaches medialisiert wird; Entwicklung einer faserknorpeligen neuen Gelenkfläche durch Metaplasie der zwischen Hüftkopf und proximalem Beckenfragment interponierten Gelenkkapsel

► **Intertrochantäre Femurosteotomie.**

- als alleiniger Eingriff zur Beeinflussung des Pfannenwachstums nicht indiziert, als begleitender Eingriff bei verstärkter Antetorsion und Valgität des proximalen Femurs als derotierende varisierende Osteotomie intertrochantär durchzuführen

**Gelenkersetzende operative Therapie**

► **Hemisphärische Pressfit-Pfannen** (► Abb. 9.25a).

- Vertiefen des Pfannenlagers nach medial und dorsal notwendig, um allseitigen Prothesen-Knochen-Kontakt mit gutem Pressfit zu erzielen



**Cave**

Perforation des Pfannenbodens, Medialisierung des Drehzentrums.

► **Schraubpfannen.**

- gute Primärstabilität, wobei die äußeren Schraubgewinde nicht zwingend am dysplastischen Pfannenerker „fassen“ müssen



**Cave**

Sphärische Schraubringe zeigen bessere Langzeitergebnisse als zylindrische.

► **Hüfttotalendoprothese mit Pfannenerkerplastik** (► Abb. 9.25b).

- Anschrauben eines autologen oder homologen Hüftkopfes an den Pfannenerker (2 Spongiosaschrauben mit Unterlegscheibe, Schraubengewinde nur im Os ilium), Vorbereiten des Pfannenlagers mit sphärischen Fräsen, Implantation einer zementfreien Pressfit-Pfanne



**Cave**

Hohe Resorptionsrate bei homologen Transplantaten mit sekundärer Pfanneninstabilität.

► **Hüfttotalendoprothese mit Pfannendachabstützschale** (► Abb. 9.25c).

- Abstützschale (mit oder ohne kaudalem Haken) muss „kippfrei“ am dysplastischen Rand aufliegen, mindestens 3 Schrauben am Laschenrand und 1 sog. „Pfannen-Domschraube“, Einzementieren eines Polyethyleninlays in korrekter Position (Inklination 45°, Anteversion 10–15°)
- im Schaftbereich bei häufig vorliegender Coxa valga et antetorta: zementfreie Schaftprothesen mit angepasstem femoralen Offset verwenden (z.B. Konusprothese Fa. Zimmer, BiContact-Dysplasieprothese Fa. Aesculap)



**Abb. 9.25a–c** Dysplasiexarthrose, versorgt mittels hemisphärischer Pressfit-Pfanne (a), Pfannenerkerplastik (b), Pfannenabstützschale (c).

## 9.1.5 Hüftkopfnekrose des Erwachsenen

D.C. Wirtz

### Definition

Aseptische Nekrose im Hüftkopfbereich infolge einer lokalen Durchblutungsstörung.

### Epidemiologie

- Prävalenz: 20.–50. Lebensjahr
- Männer:Frauen = 4:1
- in ca. 50% beidseits

### Ätiologie

- traumatisch: nach medialen und lateralen Schenkelhalsfrakturen, Hüftgelenkluxationsfrakturen, Hüftkopffrakturen (Aufreten bis zu 10 Jahre nach Trauma möglich!)
- atraumatisch: idiopathisch unklare Genese in ca. 20% der Patienten, prädisponierende Faktoren (80% der Patienten):
  - Kortison
  - Alkohol
  - Hyperurikämie
  - Hyperlipoproteinämie
  - Hepatopathie
  - Morbus Gaucher
  - Diabetes mellitus
  - systemischer Lupus erythematodes
  - Sichelzellanämie
  - Schwangerschaft
  - Strahlen-/Chemotherapie
  - Caisson-Krankheit

### Merke

**M!**

Eine Hüftkopfnekrose kann sich bis zu 3 Jahre nach systemischer Kortisontherapie entwickeln. Gesamtschwellendosis bei kontinuierlicher Kortisonapplikation: insgesamt 2000 mg Prednisolon.

### Pathogenese

Unterschiedliche ätiologisch wirksame Faktoren zeigen bei relativ einheitlichem morphologischem Erscheinungsbild eine gemeinsame pathologische Endstrecke: die ischämische Zirkulationsstörung.

des Femurkopfs. Verschiedene pathogenetische Mechanismen werden für die Ischämie diskutiert:

- Störung der arteriellen Zufuhr (Arteriosklerose, Vaskulitis, arterielle Hypertonie, Embolie): Hüftkopfnekrose als „coronary disease of the hip“
- Störung des venösen Abflusses (Venenthrombose, Gelenkerguss)
- Verlegung der intraossären Kapillaren (Fettembolie, Sichelzellanämie)
- intraossäre Gefäßkompression durch extravasculäre Faktoren (Fettzell-/Fettmarkhypertrophie, Mikrofrakturen, Morbus Gaucher)

Die ischämiebedingte Membranschädigung der Gefäße führt zu einem interstitiellen Ödem mit intramedullärer Druckerhöhung: „compartment syndrome of the hip“ (Hungerford 1983).

### Cave

Die Nekrose schreitet unbehandelt immer weiter fort, die belastungsbedingte Stressfraktur der nekrotischen Trabekel führt zur Gelenkflächenimpression: „natural history“ der Hüftkopfnekrose.



## Klassifikation

Nach radiologischen Kriterien erfolgt die Einteilung nach Ficat-Arlet (1980) in die Stadien I–IV.

- Ficat I: Röntgen unauffällig, MRT positiv
- Ficat IIa: Nekrose im Röntgen und MRT nachweisbar
- Ficat IIb: subchondrale Fraktur (sog. Sichelzeichen), Hinweis auf irreparable Hüftkopfschädigung
- Ficat III: Hüftkopfmpression mit Abflachung des Hüftkopfes
- Ficat IV: Beteiligung des Azetabulums mit degenerativen Veränderungen

Nach MR-tomografischen Kriterien erfolgt die Einteilung nach ARCO (Association Research Circulation Osseous 1992) in die Stadien I–VI.

- ARCO 0: bildgebende Verfahren negativ/unspezifisch, positive Histologie
- ARCO I: Röntgen und CT negativ, MRT und/oder Szintigrafie positiv (reversibles Frühstadium: im MRT fokales Nekroseareal ohne „reaktive“ Randzone)

- ARCO II: Röntgen und MRT positiv, Hüftkopfkongur erhalten (irreversibles Stadium: im MRT typisch „reaktive Randzone“)
- ARCO III: im Röntgen und MRT subchondrale Fraktur ohne Hüftkopfeinbruch (Crescent Sign)
- ARCO IV: im Röntgen Abflachung des Femurkopfes mit Gelenkimpression
- ARCO V: Hüftkopfmpression mit degenerativen Veränderungen im Azetabulum
- ARCO VI: komplette Gelenkdestruktion

## Klinik

- zum Zeitpunkt der Nekroseentwicklung häufig asymptomatisch (Hüftkopfnekrose kann 5 Jahre bestehen, bevor klinische Symptome auftreten!)
- belastungsabhängige Hüft-/Leistenschmerzen, Schmerzhinken
- Bewegungseinschränkung: zu Beginn meist Innenrotation (positives Kapselmuster), dann mit Adduktionskontraktur und funktioneller Beinverkürzung, bei Hüftkopfmpression reelle Beinverkürzung

## Diagnostik

### Bildgebende Verfahren

- Röntgenaufnahme des Beckens in a.–p. Projektion, Hüftgelenk nach Lauenstein, Tangentialaufnahmen nach Schneider: Beurteilung der Nekroseausdehnung und Nekrosenlage

### Cave

Konventionelles Röntgen erfasst nicht das prä-radiologische Stadium. Das Verfahren der Wahl zur Früherkennung ist das MRT.



- Kerboul-Winkel: Anteil der radiologisch erfassbaren Nekrose am Hüftkopf, gebildet aus summiertem „Nekrosewinkel“ ausgehend vom Femurkopfmittelpunkt in der a.–p. und axialen Lauenstein-Aufnahme. Winkel  $>200^\circ$  prognostisch ungünstig
- MRT:
  - Sensitivität 85–100%
  - frühe Demarkation durch hypointensen Randsaum der subchondralen Nekrosezone (T1-Wichtung), sog. Double-Line-Sign (in T2-Wichtung), begleitender Gelenkerguss