

# Die Osteonekrose des Hüftgelenks im Erwachsenenalter

## Bedeutung der verschiedenen Umstellungsosteotomien

### Zusammenfassung

Umstellungsosteotomien haben in der Behandlung der nichttraumatischen Osteonekrose des Hüftkopfes an Bedeutung verloren, sind aber weiterhin insbesondere bei Patienten im Alter unter 45 Jahren mit kleinen Nekrosearealen im Stadium III und kleinen Impressionszonen im Stadium IV indiziert. Ausschlusskriterien wie anhaltend hochdosierte Kortison-Gabe, Chemotherapie und chronischer Alkoholismus sind zu beachten. Zum möglichst langfristigen Erhalt des Hüftgelenks und seiner Funktion wird mittels Osteotomie durch Positionsänderung des proximalen Femurendes die Last dort in die Kalotte eingeleitet, wo intakter Gelenkknorpel von gesundem Knochen unterstützt wird. Zur exakten Beurteilung des Nekrorestadiums, der Lage und Ausdehnung des nekrotischen Segments und damit Indikationsstellung und Planung der geeigneten Osteotomietechnik ist die Durchführung einer Kernspintomographie in Ergänzung zur Röntgen-diagnostik obligat.

### Schlüsselwörter

Umstellungsosteotomien Osteonekrose

Die nichttraumatische Hüftkopfn nekrose (HKN) bevorzugt das männliche Geschlecht im mittleren Lebensalter und tritt in 30–70 % der Fälle beidseitig auf. Unbehandelt führt sie in über 85 % der Stadien ohne Gelenkflächeneinbruch progredient innerhalb weniger Jahre zum Einbruch des Femurkopfes mit schwerer sekundärer Gelenkdestruktion [18, 32, 54].

Die Prognose hängt sowohl vom Stadium der HKN und damit dem Zeitpunkt der Diagnosestellung als auch von Ausmaß und Lokalisation der Nekrosezone ab [19]. In einer Vergleichsanalyse von 24 Arbeiten nach Herddekompressionen in 1206 Hüftgelenken beschrieben Mont u. Hungerford [32] Erfolgsraten von 84 % im ARCO-Stadium I [2], 65 % im Stadium II und 47 % im Stadium III.

In einer Untersuchung von 128 Hüftgelenken durchschnittlich 11 Jahre nach Dekompression erzielte die Arbeitsgruppe um Hungerford am eigenen Institut dagegen nur 27 % gute Ergebnisse im Stadium III [12]. Die Autoren haben daher Herddekompressionen ausschließlich für das Stadium I und II bei weniger als 30 % Ausdehnung im Femurkopf (Stadium IIA bis B) empfohlen. Nur bei Patienten, die sich aufgrund systemischer Erkrankungen nicht für aufwendigere gelenkerhaltende Maßnahmen eignen, sollten Dekompressionen auch bei ausgedehnten Nekrosezonen oder subchondraler Fraktur durchgeführt werden.

Die nichttraumatische HKN des Erwachsenen stellt damit noch immer ein Problem in der orthopädischen Chirurgie dar.

Wenngleich der Einsatz der Kernspintomographie die Zahl der Frühdiagnosen und damit der Fälle mit guter Prognose wesentlich erhöht hat, gelingt es häufig nicht, rechtzeitig zu dekomprimieren und damit den Herd zu revitalisieren oder das Fortschreiten der Erkrankung zu verhindern. Aufgrund der raschen Progression ergibt sich die Problematik der weiteren Therapie bei einer Patientengruppe mit einer verbleibenden Lebenserwartung von 30 und mehr Jahren.

Grundsätzlich sollte das natürliche Hüftgelenk möglichst lange erhalten werden [51]. Neben der Dekompression stehen dazu verschiedene Operationsverfahren wie Umstellungsosteotomien [3, 6, 10, 15, 20, 25, 28, 29, 31, 38, 46, 47, 51] und gefäßgestielte oder freie Span- und Spongiosatransplantationen [26, 27, 31, 32, 38] jeweils alleine oder in Kombination zur Verfügung. Sie treten in Konkurrenz zu gelenkversteifenden und gelenkersetzenden Maßnahmen. Die Arthrodesis ist bei der nichttraumatischen HKN aufgrund der hohen Pseudarthrosenrate von 50 % und häufigen Miterkrankung der Gegenseite nicht geeignet [35]. Die Endoprothetik scheint zumindest bezüglich der kurz- und mittelfristigen Ergebnisse überlegen zu sein [36], stößt aber bei jungen Patienten an ihre Grenzen, da Standzei-

Dr. M. Dienst  
Orthopädische Universitätsklinik,  
66421 Homburg/Saar  
E-Mail: ormdie@krzsun.med-rz.uni-sb.de  
home page <http://www.med-rz.uni-sb.de/fb4/orthopaedie.html>

M. Dienst · D. Kohn

## Osteonecrosis of the hip joint in adults. Implications of different osteotomies

### Summary

The importance of osteotomies in treatment of osteonecrosis of the femoral head has decreased. However, with proper selection of the patient, osteotomies are still useful for small stage III or IV lesions in patients younger than 45 years, and with no ongoing causes for progressive osteonecrosis such as the use of high doses of corticosteroids, chemotherapy, and chronic alcoholism. For preservation of natural hip joint function, the necrotic segment is moved away from the load-transmitting area of the acetabulum, and weight-bearing forces are redistributed to articular cartilage that is supported by healthy bone. In addition to radiographic evaluation, MRI is most accurate for imaging of the stage, localization, and extent of osteonecrosis in planning and selecting osteotomy.

### Key words

Osteotomies Osteonecrosis

ten von über 15–20 Jahren nach wie vor als Ausnahme gelten müssen [18, 31]. Darüber hinaus werden bereits nach Standzeiten von 5–10 Jahren nicht unerhebliche Lockerungsraten beschrieben [5, 7, 8, 31, 32, 40].

Gelenkerhaltende Maßnahmen erscheinen daher bei sorgfältiger Patientenauswahl nach wie vor konkurrenzfähig. In der vorliegenden Übersichtsarbeit sollen Grundlagen, Indikationen, Planung, Technik und Ergebnisse der verschiedenen Umstellungsosteotomien bei der nichttraumatischen HKN vorgestellt werden. Wegen ihrer unterschiedlichen Pathogenese, Morphologie und Behandlungsstrategie [45] soll die posttraumatische HKN in diesem Beitrag nicht eingeschlossen werden.

### Grundlagen

Das Ziel einer Umstellungsosteotomie besteht in einer Beseitigung der Beschwerdesymptomatik und einem möglichst langfristigen Erhalt des Hüftgelenks und seiner Funktion. Von den mit Fortschreiten der segmentalen Kopfnekrose einhergehenden Beschwerden Belastungsschmerz und Bewegungseinschränkung wird durch die Osteotomie insbesondere der Schmerz beeinflusst. Eine noch ausreichende Beweglichkeit ist dagegen Voraussetzung für die Osteotomie, die den Bewegungssektor des Gelenks verschiebt und zumeist etwas verkleinert [36].

Durch die Positionsänderung des proximalen Femurendes nach Osteotomie soll die Last dort in die Kalotte eingeleitet werden, wo intakter Gelenkknorpel von gesundem Knochen unterstützt wird [13, 29, 30, 32]. Das Segment kann dazu entweder tief in die Pfanne hinein, also in das physiologischerweise vom Ansatzbereich des Lig. capitis femoris beanspruchte Areal, oder weit aus der Pfanne heraus bewegt werden. Die Impression des Nekroseherdes kann so verhindert oder begrenzt und damit die Progression zum Gelenkkollaps aufgehalten oder zumindest verzögert werden [51]. Einige Autoren weisen darauf hin, dass durch die Osteotomie gleichzeitig der intramedulläre Überdruck gesenkt und die Durchblutung des proximalen Femurs erhöht werden [19, 30, 31, 37].

In Abhängigkeit von der Lage des Nekroseherdes und den vom Operateur

bevorzugten Techniken werden unterschiedliche Osteotomieformen verwendet (Tabelle 1, Abb. 4). Durch eine Knochenkeilentnahme im intertrochantären Bereich kann das proximale Femurende varisiert, valgisiert, flektiert oder extendiert werden. Eine Durchtrennung der Schenkelhalsbasis in einer Ebene senkrecht zur Halsachse erlaubt eine Rotation von Kopf und Hals. Durch die häufig anterolaterale Lage der Nekrosezone [13, 52] liegen bei geeigneten Fällen dorsomedial ausreichend Gelenkflächenreserven vor, so dass sich hier eine Flexions-Valgisations-Osteotomie [15, 20, 38] oder eine Rotationsosteotomie [3, 6, 10, 23, 25, 29, 46, 47] anbieten. Die Nekrosezone wird dabei in der Regel aus der Pfanne nach ventral gedreht. Bei breitem intakten lateralen Kopfanteil kann das nekrotische Segment durch eine Varisationsosteotomie [17, 20, 28, 31] tief in die Fossa acetabuli bewegt werden. Mögliche Varianten sind Rotationen nach dorsal [3, 25], Extensionsosteotomien [20, 31] und Kombinationen untereinander [3, 15, 17, 20, 31, 46].

Umstritten bleibt die Frage, ob die Notwendigkeit besteht, die Nekrosezone vollständig aus der Gelenkpfanne herauszudrehen und darüber hinaus eine Artikulation mit der Pfanne bei Beugung zu vermeiden. Wagner et al. [51] wiesen darauf hin, dass nicht verhindert werden kann, dass der Nekroseherd in der Beugung mit dem Acetabulum artikuliert. Aufgrund ihrer klinischen Erfahrung seien aufwendige Umstellungen zum vollständigen Herausdrehen des Herdes nicht notwendig. Auf der anderen Seite konnten verschiedene Autoren zeigen, dass das klinische und radiologische Ergebnis mit dem Ausmaß und Lage der Nekrosezone und damit mit der Möglichkeit, ein möglichst großes intaktes Kalottensegment in den Belastungsbereich zu stellen, eng korrelierte [3, 9, 25, 43, 52]. Auch die sehr guten klinischen Ergebnisse nach dorsaler Rotationsosteotomie [3, 25] könnten darauf zurückzuführen sein, dass die nun dorsokaudal liegende Nekrosezone auch bei Flexion nicht in den Belastungsbereich hineinbewegt wird.

In diesem Zusammenhang muss auf computersimulierte Untersuchungen (Rotationsosteotomien wurden hier nicht analysiert) hingewiesen werden, die gezeigt haben, dass Umstel-

**Tabelle 1**  
**Ergebnisse nach verschiedenen Umstellungsosteotomieverfahren bei nichttraumatischer Hüftkopfnekrose (Literaturübersicht)**

Autoren, Zeitschrift, Jahr	Operationstechnik	Korrekturgrad		Ätiologie	Patientenalter		Nachuntersuchungszeitraum		Anzahl Hüften	Klassifikation	Ergebnisse	Komplikationen
		Bereich [°]	MW [°]		Bereich [Jahre]	MW [Jahre]	Bereich [Jahre]	MW [Jahre]				
Menschik et al. Hip Int 1998	Ventrale Rotationsosteotomie	k. A.	k. A.	45% A 55% I	k. A.	43	2–20	k. A.	41	Ficat u. Arlet II–III	Nach Harris: 59 % gut bis sehr gut 41 % unbefriedigend bis schlecht 20 % TEP	44 % Komplikationen; 41 % Reoperationsrate 5 Pseudarthrosen 4 zunehmende Fehlstellungen 2 Implantatlockerungen 1 tiefe Infektion 1 Implantatfehlheile
Langlais u. Fourastier Clin Orthop 1997	Rotationsosteotomie 16 ventrale RO nach Suglioka 4 dorsale RO nach Kempf	45–60 70–80	52 77	95% I 5% A	22–46	35	2–10	k. A.	20	Ficat u. Arlet II–III	Nach Merle d'Aubigné: Ventrale RO: 38 % gut–sehr gut, 62 % unbefriedigend–schlecht Dorsale RO: 100% gut–sehr gut 35 % TEP	k. A.
Atsumi u. Kuroki Clin Orthop 1997	Dorsale Rotationsosteotomie Alle mit Varuskomponente	130–180 10–25	138 15,8	83% S 11% A 6% T	18–52	30,5	2–7	4	18	Ficat u. Arlet: II: 1 % III: 82 % IV: 17 %	Keine Einteilungskriterien: 94 % keine Schmerzen bei normaler Aktivität 6 % mäßige Schmerzen, radiologisch zunehmender Kollaps 0 % TEP	k. A.
Mont et al. JBJS-A 1996	Varisationsosteotomie 20 mit Flexionskomponente 6 mit Extensionskomponente	20–42 12–31 12–24	28 21 18	50% S 28% I 22% A	16–44	32	5–18	12	37	Ficat u. Arlet: II: 17 % III: 83 %	Nach Harris: 76 % gut–sehr gut (HHS > 79 Punkte) 24 % nicht befriedigend bis schlecht (HHS < 80 Punkte) 24 % TEP	3 Pseudarthrosen 1 Implantatlockerung 1 Infekt
Scher u. Jakim JBJS-A 1993	Valgisations-Flexionsosteotomie (mit Spongiosatransplantation)	k. A.	< 30	33% I 32% A 29% T 6% O	18–45	32	3–10	11	45	Ficat III	Nach Harris: 80 % gut–sehr gut 20 % unbefriedigend bis schlecht 11 % TEP	2 Frakturen des proximalen Femurs 1 Pseudarthrose
Dean u. Cabanela JBJS-B 1993	Ventrale Rotationsosteotomie	65–95	79	33% A 22% T 22% I 17% S 6% O	17–57	36	1,5–9	5	18	Ficat u. Arlet: II: 17 % III: 66 % IV: 17 %	Eigene Einteilung: 17 % gut 83 % unbefriedigend bis schlecht 67 % TEP	Keine signifikanten Komplikationen
Sugano et al. Clin Orthop 1992	Ventrale Rotationsosteotomie 5 mit Varuskomponente	60–100 15–20	k. A. k. A.	63% S 27% A 10% I	22–58	36	3–11	6	41	Ficat u. Arlet: II: 24 % III: 76 %	Nach Merle d' Aubigné: 56 % gut–sehr gut 44 % unbefriedigend bis schlecht 0 % TEP	6 Schenkelhalsfrakturen 1 Pseudarthrose
Suglioka et al. Clin Orthop 1992	Ventrale Rotationsosteotomie	k. A.	k. A.	I/S	k. A.	k. A.	3–16	k. A.	295	JICFHN: <sup>o</sup> II: 33 % (II–III) III: 45 % (IV) IV: 22 % (V–VI)	Keine Einteilungskriterien: 78 % „Erfolg“ = Schmerzfreiheit und keine radiologische Progression 22 % unbefriedigende bis schlechte Ergebnisse 4 % TEP	2 Infektionen 5 Trochanter-/Schenkelhalsfrakturen 5 Pseudarthrosen

Tabelle 1  
(Fortsetzung)

Autoren, Zeitschrift, Jahr	Operationstechnik	Korrekturgrad		Ätiologie	Patientenalter		Nachuntersuchungszeitraum		Anzahl Hüften	Klassifikation	Ergebnisse	Komplikationen
		Bereich [°]	MW [°]		Bereich [Jahre]	MW [Jahre]	Bereich [Jahre]	MW [Jahre]				
Eyb u. Kotz Orthopäde 1990	Ventrale Rotationsosteotomie	k. A.	k. A.	52 % I 48 % A	24–62	43	k. A.	9	39	Steinberg: III: 22 % IV: 50 % V: 23 %	Nach Harris (TEPs wurden schlechten Ergebnissen zugerechnet): 31 % sehr gut–gut 69 % mäßig bis schlecht 44 % TEP	k. A.
Wagner et al. Orthopäde 1990	14 Varisationsosteotomien 80 Valgisationsosteotomien 34 Flexionsosteotomien	k. A.	k. A.	40 % I 40 % M 17 % A 3 % S	19–69	41	4–20	8	106	Ficat u. Arlet: II: 11 % III: 57 % IV: 32 %	Durchschnittliche Beschwerdefreiheit: Ficat II: 7,3 Jahre Ficat III: 7,4 Jahre Ficat IV: 6,1 Jahre	2 Überkorrekturen 1 Pseudarthrose 1 Beinverlängerung 2 Infektionen
Gottschalk Clin Orthop 1989	Valgisations-Flexionsosteotomie Valgisationskomponente Flexionskomponente	15–20 30–45	k. A. k. A.	53 % A 41 % S 6 % T	22–49	k. A.	1–4,5	3	17	Ficat II–III	Keine Einteilungskriterien: 47 % zufriedenstellend 12 % mäßig 41 % schlecht 29 % TEP, 6 % Girdlestone	1 M. Sudeck 2 Pseudarthrosen
Jacobs et al. JBJS-B 1989	11 Varisationsosteotomien 9 Varisations-Flexionsosteotomien 1 Varisations-Extensionsosteotomie 1 Valgus-Flexionsosteotomie	k. A. k. A. k. A. k. A.	k. A. k. A. k. A. k. A.	59 % I 32 % S 9 % O	24–65	35	3–10	5	22	Ficat u. Arlet: II: 27 % III: 73 %	Eigene Einteilungskriterien: 73 % gut–sehr gut 27 % schlecht = TEP	2 Implantatlockerungen 3 Pseudarthrosen 1 oberflächliche Infektion
Maistrelli et al. JBJS-B 1988	25 Varisationsosteotomien 81 Valgisationsosteotomien	15–35 20–40	26 32	36 % I 30 % T 19 % A 13 % S 2 % O	18–77	48	4–15	8	106	Markus et al. <sup>a</sup> > = II	Nach Harris: 58 % gut–sehr gut (HHS > 79 Punkte) 42 % unbefriedigend bis schlecht 16 % TEP, 4 Arthrosesen	1 Infektion 1 Fehlstellung 4 Bursitiden 1 temporäre Peroneusparesse 2 Hämatome 2 Lungenembolien

Legende: RO Rotationsosteotomie, MW Mittelwert, k. A. keine Angaben, I idiopathisch, S steroidinduziert, A alkoholinduziert, T posttraumatisch, M andere Stoffwechselerkrankungen, O andere, JICFHN Japanese Investigation Committee Femoral Head Necrosis, ° die Werte in den Klammern geben das vergleichbare Stadium der Steinberg-Klassifikation an  
<sup>a</sup>Entspricht im Wesentlichen der Steinberg-Einteilung.

lungsosteotomien die kritischen Belastungsdrücke im Nekroseareal in den meisten Fällen nicht substantiell reduzieren können. Eine Reduktion beobachtete man ausschließlich bei sehr kleinen segmentalen Nekrosen nach variierender oder valgusierender Umstellungsosteotomie [4]. Wichtig erscheint eine exakte präoperative Planung, um unter Berücksichtigung der für die Osteotomie spezifischen biomechanischen Auswirkungen und Operationstechnik wie Ausmaß der Kapseldiszision, Weichteilrelease und Beeinträchtigung der Kopfdurchblutung, eine geeignete Osteotomieform zu finden, die das Nekrosegment möglichst günstig aus dem Belastungsbereich herausdreht. Grundsätzlich erscheinen Osteotomien nur dann sinnvoll, wenn die nekrotische Zone so weit bewegt werden kann, dass sie zumindest in Extension nicht mehr in direktem Kontakt mit der Belastungszone des Acetabulums steht [25].

Im Gegensatz zum M. Perthes des Kindesalter bestehen unterschiedliche Beobachtungen darüber, ob die Nekrosezone bei der nichttraumatischen HKN des Erwachsenen nach einer Umstellungsosteotomie revaskularisiert wird oder nicht. Hofmann et al. wiesen darauf hin, dass das Nekroseareal nach der Demarkierung nicht mehr an Größe zunimmt [18, 19]. Ausnahmen bildeten Fälle mit Systemerkrankungen oder Kortison-Therapie, bei denen es infolge insuffizienter Reparatursmechanismen zu einer mangelhaften oder fehlenden Bildung der reaktiven Randzone kommt. Während Langlais u. Fourastier [25] und Scher u. Jakim [38] zumindest eine begrenzte Reparaturspotenz im Stadium III und Schneider et al. [39] radiologische Zeichen der Heilung sahen, beschrieben Sugioka et al. [47] histologisch in 2 Fällen sogar eine nahezu vollständige Revitalisierung nach Rotationsosteotomien, sofern noch kein Einbruch der Gelenkfläche eingetreten war. Viele Arbeiten können diese Beobachtungen nicht bestätigen und schließen eine Revitalisierung des einmal nekrotisch gewordenen Kopfsegments (irreversibles Frühstadium) aus [19, 29, 31, 33, 36, 44].

Zur Revaskularisation wurden ergänzende Maßnahmen wie gefäßgestielte Knochenspantransplantationen und nicht gefäßgestielte Transplantate wie Spongiosaplastiken und osteochondra-

le Auto- und Allografts vorgeschlagen [26, 27, 31, 32, 38]. Mont u. Hungerford weisen in diesem Zusammenhang insbesondere bei den gefäßgestielten Auto-grafts auf die anspruchsvolle Operationstechnik, lange Operationszeiten und das nicht zu unterschätzende Operationsrisiko hin. Als Indikationen für gefäßgestielte Knochenspantransplantationen alleine und in Kombination mit Umstellungsosteotomien werden Fälle im ausgedehnten Stadium II und III angegeben, in denen Rotationsosteotomien nicht indiziert sind und die nekrotische Zone zu groß erscheint, um nach Spongiosatransplantation zu heilen [32].

## Indikationen und Kontraindikationen

### Alter

Die Komplikationsraten bei einem Patientenalter über 45 Jahren sind deutlich erhöht [38]. Umstellungsosteotomien verschlechtern die Vorbedingungen für eine Alloarthroplastik und weisen Komplikationsraten von bis über 40 % innerhalb der ersten 5 Jahre postoperativ auf [20, 29, 32, 36]. Als Altersgrenzen für Umstellungsosteotomien wurden daher übereinstimmend 45 Jahre [25, 31, 38, 44], für komplexe Umstellungsosteotomien 40 Jahre [50] genannt.

### Vorerkrankungen

Die Komplikationsraten nach Umstellungsosteotomien bei Patienten mit systemischen Grunderkrankungen sind hoch. Anhaltend hochdosierte Kortisontherapie, Chemotherapie oder Alkoholabusus sollten als Kontraindikationen für eine Umstellungsosteotomie gelten, da in diesen Fällen mit perioperativen Komplikationen und mit einer Progredienz der Hüftkopfnekrose gerechnet werden muss [23, 25, 38, 51].

### Compliance

Zur konsequenten Entlastung über mehrere Monate und Durchführung eines adäquaten Rehabilitationsprogramms werden kooperative Patienten gefordert [10, 18, 31, 38]. Kritisch müssen in diesem Zusammenhang Patienten beurteilt werden, die an chronischem Alkoholismus leiden [10].

## Bewegungsumfang

Die Beweglichkeit des Hüftgelenks muss soweit erhalten sein, dass auch nach Osteotomie ein für die Aktivitäten des täglichen Lebens ausreichender Bewegungssektor gewährleistet ist. So ist für die Flexionsosteotomie eine Extendierbarkeit der Hüfte um den geplanten Flexionswinkel, für die Varisierung eine freie Abduzierbarkeit und für die Valgisierung eine freie Adduzierbarkeit Voraussetzung. Ein Bewegungsumfang für Flexion von 90°, für Ab- und Adduktion von jeweils 20° und der Ausschluss einer Flexionskontraktur über 15°–20° werden gefordert [10, 15, 31, 38].

## Stadium und Ausdehnung der segmentalen Hüftkopfnekrose

Die Arbeitsgruppen um Sugioka [47, 48] und Atsumi u. Kuroki [3] beschrieben hohe Erfolgsraten nach Rotationsosteotomie selbst ausgedehnter segmentaler Hüftkopfnekrosen im Stadium IV und V. Europäische und amerikanische orthopädische Chirurgen dagegen empfehlen engere Indikationsbereiche [15, 20, 23, 25, 29, 31, 37, 38]. Häufiger wurden hier nichttraumatische HKN im Stadium II bis III, seltener auch im Stadium IV mit kleinen Impressionszonen zur Umstellung indiziert. Als gute Indikation wurde eine kleine segmentale Nekrosezone (Nekrosewinkelsumme < 200°, s. unten) im Stadium III bei einem jungen Patienten ohne systemische Grunderkrankung, insbesondere ohne hochdosierte Kortisontherapie, beschrieben [15, 31, 32, 34, 51].

Schlechte Ergebnisse wurden dagegen bei Umstellungen zu großer Impressionen im Stadium IV und solcher Hüftgelenke, die bereits Gelenkspaltverschmälerungen und acetabuläre Veränderungen wie Pfannendachzysten und Pfannenrandosteophyten aufweisen, gefunden [13, 31, 37]. Als prognostisch günstig wurde eine mediale Lage des Nekroseherdes beschrieben, während lateral gelegene HKN eher einen ungünstigen Verlauf zeigten [32].

## Präoperative Planung

Der Operationserfolg setzt eine genaue Operationsplanung voraus. Nur so lässt sich erkennen, ob das angestrebte Behandlungsziel, die Nekrosezone aus der



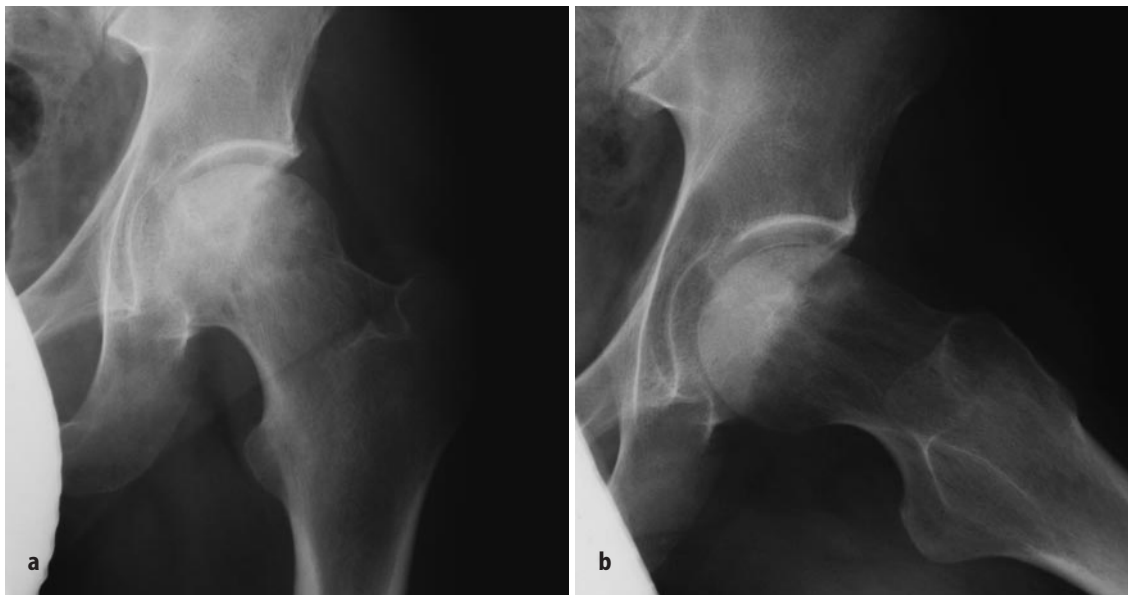


Abb. 1 a, b ▲ Röntgenaufnahmen im a.-p.- (a) und axialen Strahlengang nach Lauenstein (b) einer nichttraumatischen HKN im röntgenologischen Stadium III bei einem 43-jährigen Mann mit belastungsabhängigen Schmerzen

Belastungszone zu drehen, mit der vorgesehenen operativen Korrektur überhaupt zu erreichen ist [13, 29, 48, 49].

### Röntgen

Sämtliche Osteotomieverfahren wurden in der prä-kernspintomographischen Ära entwickelt. Primäres Hilfsmittel für die Indikationsstellung und Planung ist deshalb das Röntgenbild. Standardröntgenaufnahmen des Hüftgelenks im a.-p.-Strahlengang und in axialer Projektion nach Lauenstein sind obligat (Abb. 1, 2). Während der kraniale Kopfkalottenanteil und damit die charakteristische Lokalisation der segmentalen Hüftkopfnekrose in der a.-p.-Aufnahme durch den vorderen und hinteren Pfannenrand und in der axialen Projektion bei kaudokranialem Strahlengang durch den dicken Weichteilmantel überlagert werden, liefert die Lauensteinaufnahme eine überlagerungsfreie Projektion und damit die beste Darstellung subchondraler zystischer Veränderungen oder des Sichelzeichens [15, 32].

Vor der Einführung der Kernspintomographie wurde die Größe der Osteonekrose anhand der Standardröntgenaufnahmen geschätzt, um so Aussagen über den möglichen Erfolg einer Umstellungsosteotomie zu machen. Manche Autoren benutzten dazu den Wert der „Nekrosewinkelsumme“ nach

Kerboul [22], der sich aus der Summe der Winkel zwischen den herdbegrenzenden Radien und dem Hüftkopfzentrum auf der a.-p.- und Lauensteinaufnahme ergab [20, 22, 25, 31, 32]. Es wurde beschrieben, dass eine Winkelsumme unter  $200^\circ$  bei Durchführung einer Umstellungsosteotomie ein gutes Ergebnis erwarten lässt [31, 51]. So zeigten Mont et al. [31], dass das Ergebnis bei 6 von 7 Patienten, die vor Varisationsosteotomie eine Nekrosewinkelsumme über  $200^\circ$  aufwiesen, nach durchschnittliche 12 Jahren schlecht war (Harris-Hip-Score  $< 80$  Punkte). Jacobs et al. [20] konnten in der Gruppe mit guten Ergebnissen eine durchschnittliche Nekrosewinkelsumme von  $190^\circ$  vermessen, während ein Durchschnittswert von  $240^\circ$  für die schlechten Ergebnisse angegeben wurde. Auch Wagner et al. [51] wiesen auf die Verkürzung des Zeitraums der durchschnittlichen Beschwerdefreiheit bei Nekrosewinkelsummen von mehr als  $200^\circ$  hin. So lag er in dieser Nachuntersuchung von 106 unterschiedlichen Umstellungsosteotomieformen bei Winkeln unter  $200^\circ$  bei 7,3 Jahren, bei Winkeln darüber bei 6,5 Jahren.

Zur besseren Beurteilung der kranioventralen und kraniodorsalen Kopfbegrenzung können zur Osteotomieplanung ergänzend Konturaufnahmen des Femurkopfes nach Schneider [41] ange-

fertigt werden. Während die Tangentialaufnahme des vorderen Kopfsegments eine typische, anterolateral gelegene Nekrosezone besser zeigt als die a.-p.-Aufnahme (Abb. 3 a), stellt die Tangentialaufnahme der dorsokraniellen Kopfkontur den nach der Flexionsosteotomie oder ventralen Rotationsosteotomie belasteten Kalottenbereich dar [13, 15, 53]. Bei korrekt ausgeführter Flexionsosteotomie entspricht die postoperative a.-p.-Aufnahme der präoperativen dorsokraniellen Tangentialaufnahme (Abb. 3 b).

### MRT, CT und DSA

Den entscheidenden Fortschritt in der Behandlung brachte der Einsatz der MRT zur Früherkennung der HKN und gleichzeitigen Beurteilung der häufig mitbetroffenen kontralateralen Seite [18, 19]. Insbesondere auch bei Fehlen der reaktiven Randzone und Stufenbildung ist mittels konventioneller Röntgendiagnostik die Ausdehnung der HKN nicht ausreichend zu beurteilen [32]. Die MRT erlaubt hier aufgrund ihres hohen Gewebekontrasts und der frei wählbaren Lage der Untersuchungsebenen eine exakte Beurteilung der Lage und Ausdehnung der Nekrosezone zur Indikationsstellung und Planung rekonstruktiver operativer Maßnahmen (s. Abb. 1–3).

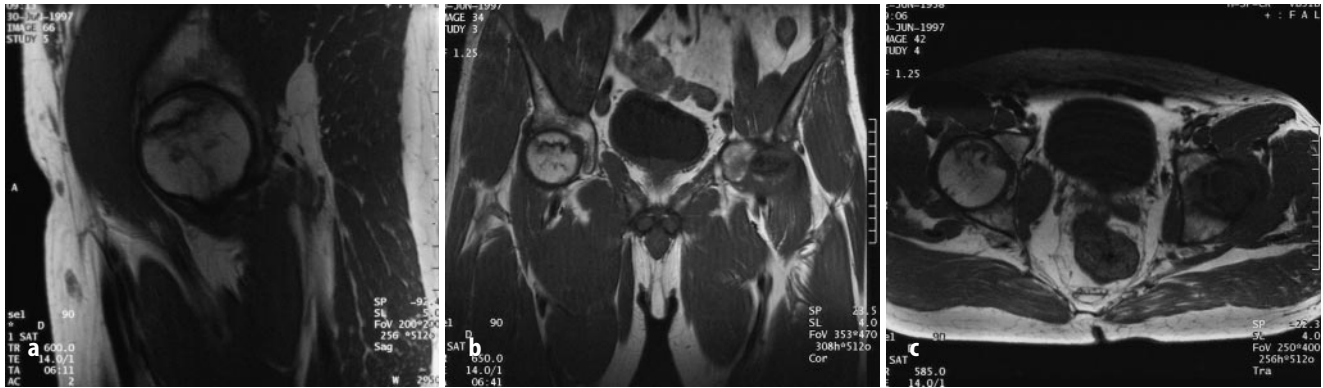


Abb. 2 a–c ▲ T1-gewichtete Kernspintomogramme des rechten Hüftgelenks eines 41-jährigen Patienten in sagittaler (a), koronarer (b) und axialer (c) Schnittführung einer Stadium II HKN an typischer Stelle im anterolateralen Anteil des Femurkopfes

Die CT kann dort eingesetzt werden, wo Gelenkflächeneinbrüche im Röntgen oder MRT nicht sicher beurteilt werden können. Auch zur Planung komplexer Osteotomien kann man sich der CT mit dreidimensionaler Bildrekonstruktion bedienen, um so die optimale Position des proximalen Femuranteils in Relation zur Pfanne zu planen [38, 49]. Bei zusätzlich geplanter Verpflanzung gefäßgestielter Knochenanteile wird die superselektive digitale

Subtraktionsangiographie empfohlen [42, 43].

## Operationsverfahren

### Flexions-Valgisations-Osteotomie

Die Flexions-Valgisations-Osteotomie ist zumindest in Europa die bei der nichttraumatischen HKN am häufigsten angewandte Osteotomieform [28, 30, 51]. Sie wird bei einem anterolateral bis

anterosuperior gelegenen nekrotischen Segment empfohlen [11, 15, 19, 34, 38, 51]. Eine präoperative Extendierbarkeit des Gelenks um den Flexionswinkel ist erforderlich, um eine postoperative Hüftbeugekontraktur zu vermeiden.

Die Flexion führt zu einer Varisation und Verkürzung des betroffenen Beins. Eine gleichzeitige valgisierende Umstellung bietet die Möglichkeit, eine Beinverkürzung auszugleichen, das intakte mediale Kopfsegment vermehrt in

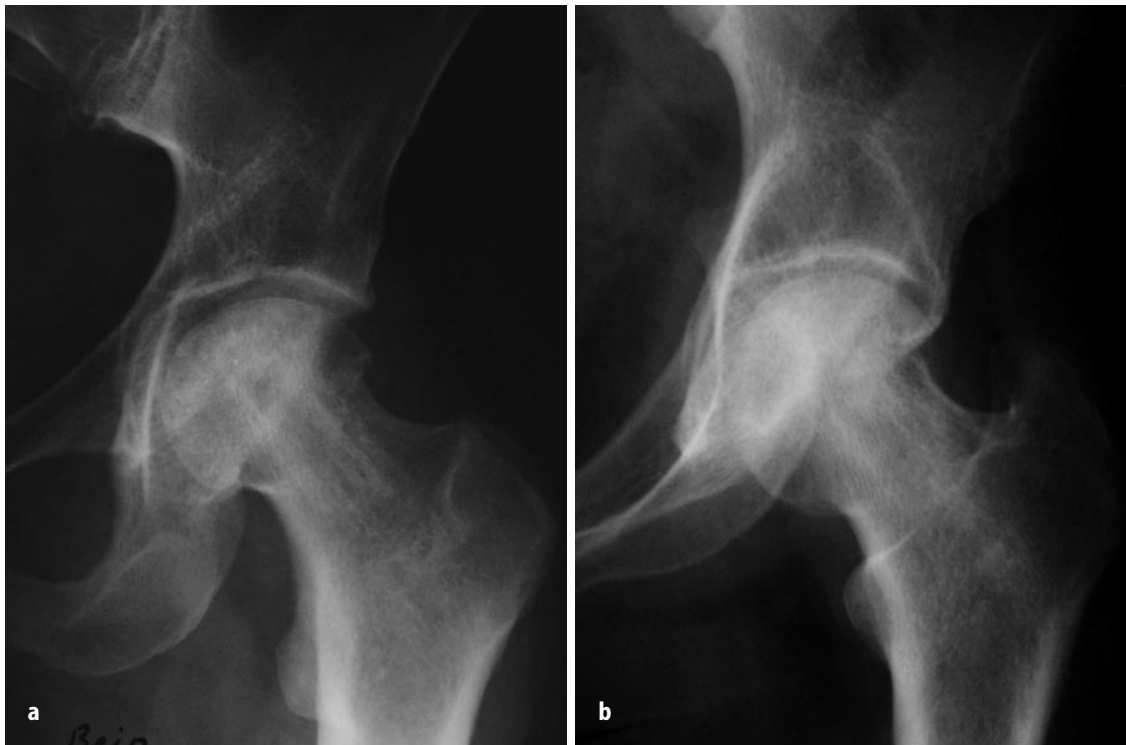


Abb. 3 a, b ▲ Ventrokraniale (a) und dorsokraniale (b) Konturaufnahmen nach Schneider des linken Hüftgelenkes einer 48-jährigen Patientin 2 Jahre nach Herdanbohrung

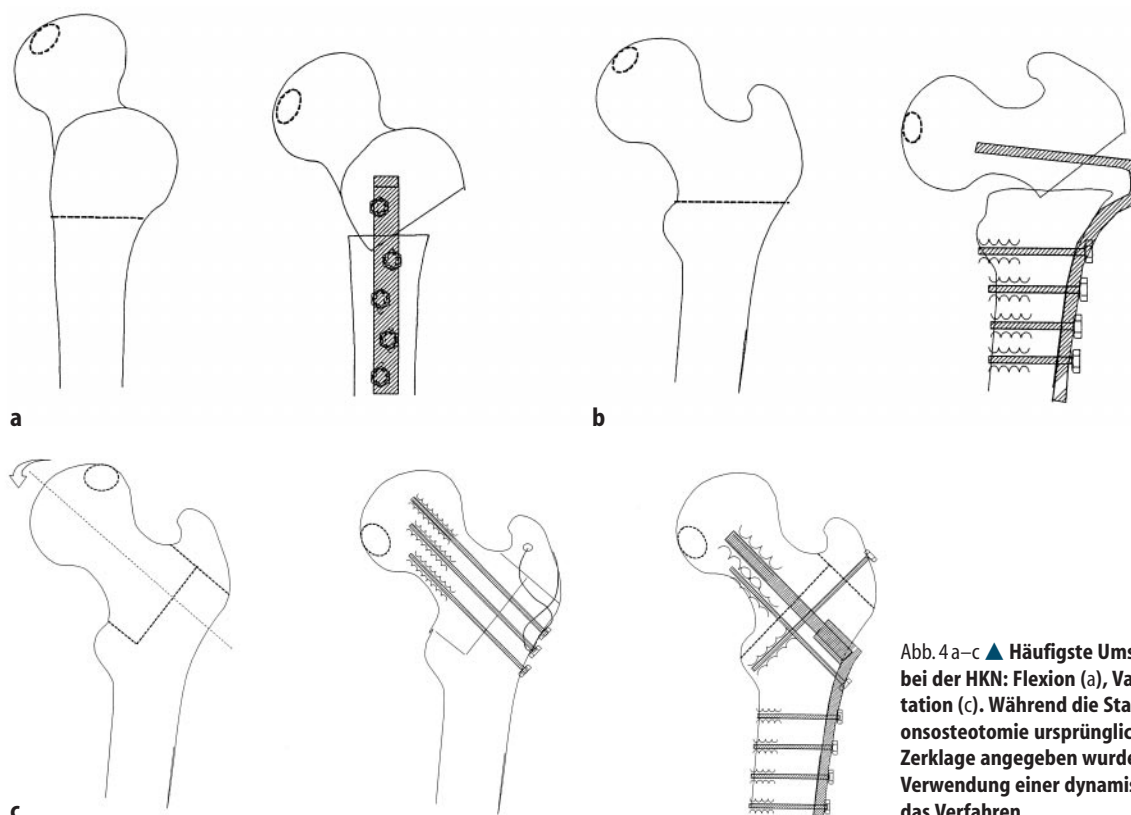


Abb. 4 a–c ▲ Häufigste Umstellungsosteotomien bei der HKN: Flexion (a), Varisierung (b) und Rotation (c). Während die Stabilisierung der Rotationsosteotomie ursprünglich mit Schrauben und Zerklage angegeben wurden, vereinfacht die Verwendung einer dynamischen Hüftschraube das Verfahren

den Hauptbelastungsbereich zu drehen und die Varisationskomponente der Flexion auszugleichen [15, 38, 52]. Zur Vermeidung einer unerwünschten Beinverlängerung und damit Gelenkdrucksteigerung sollte intraoperativ unbedingt die Beinlänge kontrolliert werden [52].

### Technische Hinweise

Als operationstechnisch entscheidender Schritt ist das korrekte Einschlagen des Plattensitzinstruments im geplanten Korrekturwinkel zu werten [13, 51]. Der Plattensitz im Schenkelhals muss bei der Flexionsosteotomie soweit als möglich dorsal gewählt werden, um eine ausreichende Adaptation der Osteotomieflächen von proximalem und distalem Femursegment zu ermöglichen und die Platte der lateralen Fläche des Femurschaftes anzupassen (Abb. 4 a) [13, 53].

Um eine dorsale Perforation des Schenkelhalses und damit das Risiko der Gefäßverletzung zu vermeiden, muss die Klinge leicht nach ventral ausgerichtet werden. Die übungsstabile Osteosynthese erfolgt mit einer 90° bis 100° Winkelplatte mit 15 mm Unterstel-

lung [15]. Vorteile bietet die transverse Osteotomie ohne Keilentnahme (no wedge technique) [14]. Es verbleibt eine größere Knochenbrücke zwischen Knie- und Osteotomie und damit eine erhöhte Stabilität der Osteosynthese. Darüber hinaus kann so das Ausmaß der Beinverkürzung reduziert werden.

Das proximale Femur wird in Abhängigkeit der Nekrosezone zwischen 20° und 45° flektiert, darüber hinaus besteht die Gefahr einer Subluxation und Beugekontraktur [13, 15, 28, 38]. Die notwendigen Valguskorrekturen betragen in der Regel 15–20° [15]. Eine Darstellung, Eröffnung und Resektion der ventralen Kapselanteile sowohl zur direkten intraoperativen Beurteilung der Gelenkposition und der Lage der Nekrosezone als auch ein Release der Psoassehne zur Vermeidung einer Hüftbeugekontraktur wurden empfohlen [15, 28, 38, 51, 53].

Intraoperativ kann durch volle Streckung geprüft werden, ob die Kapselresektion und Release ausreichend waren. Bei Korrekturen über 30° Flexion sollte die Flexionsosteotomie mit einer Trochanterosteotomie kombiniert werden, um den Druck im ventrokranal Gelenkbereich zu reduzieren [14].

Da die Osteotomie nicht zu einer Ausheilung der Nekrosezone führt, wird von manchen Autoren die Ergänzung durch eine Spongiosaplastik durch ein kortikales Fenster im ventralen Anteil des Schenkelhalses, über das die nun ventral liegende Nekrosezone gut zu erreichen ist, empfohlen [13, 38, 53]. Andere Autoren kombinierten die Flexionsosteotomie mit der Implantation eines gefäßgestielten Beckenkammspanns [26, 27].

### Varisationsosteotomie

Der Vorteil der Varisationsosteotomie ist die im Vergleich zu allen anderen Verfahren einfachere Technik. Die Indikation wird seltener bei einem breiten intakten lateralen Kopfanteil und kleiner Nekrosezone (Nekrosewinkelsumme < 160°) gestellt [13, 28]. Sie kann durch eine Flexions- und Extensionskomponente ergänzt werden, um die Nekrosezone zusätzlich von Vorder- bzw. Hinterrand des Acetabulums wegzudrehen [31]. Das Ausmaß der Beinverkürzung und Lateralisierung des Femurschaftes kann durch die „No-wedge-Technik“ reduziert werden [14].





Abb. 5 ▲ a.-p.-Röntgenaufnahme des rechten Hüftgelenks 2 Jahre nach Flexionsosteotomie bei nichttraumatischer HKN bei einem 41-jährigen Patienten

#### Technische Hinweise

Auch hier ist der operationstechnisch entscheidende Schritt das korrekte Einschlagen des Plattensitzinstruments im geplanten Winkel (Abb. 4b). Es werden Varuskorrekturen von  $15\text{--}42^\circ$  ( $\varnothing 26\text{--}28^\circ$ ) beschrieben, die z.T. mit Flexionen von  $10\text{--}31^\circ$  ( $\varnothing 21^\circ$ ) und Extensionen von  $12\text{--}24^\circ$  ( $\varnothing 18^\circ$ ) kombiniert wurden [28, 31].

#### Rotationsosteotomie

Rotationsosteotomien erlauben die größte Dislokation des Nekroseherdes, indem diese in der Sagittalebene um die Schenkelhalsebene herum nach ventral oder dorsal gedreht werden. Während sich das Verfahren unter Mitnahme eines der Schenkelhalsbreite entsprechenden intertrochantären Knochensegments nicht durchsetzen konnte [37, 52], hat die in Japan von Sugioka et al. [47, 48] entwickelte Technik größeres Interesse gefunden (Abb. 4c).

Langlais u. Fourastier [25] wiesen auf das Risiko einer deutlichen Beeinträchtigung der Kopfdurchblutung durch Überdehnung der posterioren Zirkumflexgefäße ab Rotation nach ventral von mehr als  $60^\circ$  hin. Atsumi u. Kuroki [3] beschrieben Vorteile der Rotation nach dorsal, bei der es zur Ent-

spannung der medialen Zirkumflexarterie kommen soll.

#### Technische Hinweise

Nach lateralem Zugang und Trochanterosteotomie muss in jedem Fall vor der Drehung eine Kapseldiszision zur Schonung der Kapselgefäße auf Höhe des Labrums auf mindestens  $2/3$  ihres Umfangs erfolgen [6, 10, 23, 25, 48]. Wichtig ist eine vorsichtige Präparation der Auslenkern zur Schonung der kopfversorgenden Kapselgefäße [16, 48]. Während Sugioka et al. [48] eine komplexe biplanare Osteotomie der Intertrochanterregion beschrieben, wurden zunehmend Osteotomien in einer Ebene favorisiert (Abb. 4c) [23, 25]. Ein signifikanter Unterschied in der Verletzung der Schenkelhalsgefäße wurde bei Leichenversuchen nicht festgestellt, darüber hinaus wird die Femurmetaphyse bei der einfachen Osteotomieebene für eine spätere endoprothetische Versorgung weniger verändert [25].

Zur Vorbereitung der Osteotomie wird eine Markierung der Schenkelhalsachse mit einem Kirschner-Draht empfohlen, senkrecht dazu das Einbringen von 2 weiteren Drähten 1 cm lateral der Linea intertrochanterica als Führung für die anschließende Osteotomie [23, 25, 48]. Die exakt senkrechte Ausrichtung der Osteotomie ist entscheidend, um Valgus- und Torsionsfehlstellung zu vermeiden [48].

Die Osteotomie sollte zunächst subtotal unter Belassen der medialen Kortikalis erfolgen, um eine nichtkontrollierte Dislokation des Kopfes zu vermeiden [23, 25]. Verschiedene Arbeitsgruppen verwendeten ursprünglich 2–3 Schrauben zur Kompression der Osteotomie, später auch Winkelplatten aufgrund der nicht unbeträchtlichen Rate an Schenkelhalsfrakturen und Implantatlockerungen in der Aufbelastungsphase [10, 24, 46, 48].

Zur Vereinfachung der Technik und späteren Kompression der Osteotomie kann zunächst eine Hüftschraube über den Kirschner-Draht so eingebracht werden, dass ihr Plattenanteil vom Femurschaft im Negativen so weit verdreht ist, wie anschließend das proximale Fragment gedreht werden soll. Nach Vervollständigung der Osteotomie kann das proximale Fragment über die Schraube kontrolliert rotiert wer-

den, bis die Platte dem Femur aufliegt [3, 23, 25]. Zur Rotationssicherung empfiehlt sich das Einbringen einer zusätzlichen Spongiaschraube in das proximale Fragment [23].

Die Drehung erfolgt in der Regel nach vorne, es werden Werte zwischen  $45^\circ$  und  $100^\circ$  angegeben [25, 48]. Bei ventraler Rotation um mehr als  $70^\circ$  ist zumeist ein Release der Iliopsoassehne notwendig [48]. Bei großen Nekroseherden wurden Rotationen nach dorsal um  $70\text{--}180^\circ$  empfohlen [3, 21, 25]. Zusätzliche Keilosteotomien des distalen Fragments können ein verbessertes Containment des Femurkopfes in der Gelenkpfanne ergeben [48].

#### Ergebnisse

Im Folgenden sollen ausschließlich Ergebnisse von Arbeiten vorgestellt werden, die in den letzten 10 Jahren publiziert worden sind und mehr als 15 operierte Hüftgelenke nach durchschnittlich 4 Jahren und länger nachuntersucht haben (Tabelle 1). Die Vergleichbarkeit der Resultate in der Literaturanalyse wird insbesondere durch Mangel eines einheitlichen Klassifikationssystems, unterschiedliche Ätiopathogenesen der HKN, unterschiedliche Osteotomietechniken und Osteotomiekombinationen und nicht zuletzt durch verschiedene Auswertungsverfahren der klinischen und radiologischen Ergebnisse erschwert.

Auffällig sind die vergleichsweise guten Ergebnisse von Rotationsosteotomien bei japanischen Patienten [3, 47]. Obwohl die Indikationen sehr weit gestellt wurden (Ficat und Arlet III–IV), wurden gute Ergebnisse in 78 % bei Sugioka et al. [47] und in 94 % der Fälle bei Atsumi u. Kuroki [3] beschrieben. Während Sugioka ausschließlich ventrale Rotationsosteotomien einsetzte, rotierten Atsumi u. Kuroki den Femurkopf um durchschnittlich  $138^\circ$  nach dorsal. Mäßiger erscheinen die Untersuchungsergebnisse von Sugano et al. [46], die in der ventralen Rotationstechnik nach Sugioka in Kombination mit einer Varisationskomponente 56 % gute bis sehr gute Resultate zeigten.

Mit Sugano et al. vergleichbare oder schlechtere Resultate nach Rotationsosteotomien wurden von österreichischen [10, 29], französischen [25] und amerikanischen [6] Arbeitsgrup-

pen beschrieben. Langlais u. Fourastier [25] zeigten nach durchschnittlich 7 Jahren gute bis sehr gute Ergebnisse nach 4 dorsalen Rotationsosteotomien in allen 4 Fällen, während nach 16 ventralen Rotationen nur 6 Resultate gut bis sehr gut waren.

Die guten Ergebnisse nach dorsaler Rotationsosteotomie bei Atsumi u. Kuroki [3] konnten hier trotz der großen Rotationswinkel nach dorsal bestätigt werden. Menschik et al. [29] zeigten bei 41 Hüftgelenken nach 2–20 Jahren gute bis sehr gute Ergebnisse in 59 %. Eyb u. Kotz [10] und Dean u. Cabanela [6] beschrieben mit 31 bzw. 17 % gut bis sehr guten Ergebnissen schlechte Gesamtwerte.

Zufriedenstellend bis gute Ergebnisse wurden nach Valgisations- und Varisationsosteotomien gezeigt [15, 20, 28, 38, 51]. Nach Valgisation-Flexion beschrieben Scher u. Jakim [38] 80 % gute bis sehr gute Ergebnisse nach durchschnittlich 5 Jahren bei 18 Hüftgelenken, Gottschalk [15] nach durchschnittlich 3 Jahren bei 17 Hüftgelenken 47 % zufriedenstellende Ergebnisse. Wagner et al. [51], Jacobs et al. [20] und Maistrelli et al. [28] zeigten nach verschiedenen valgisierenden und varisierenden Osteotomietechniken eine durchschnittliche beschwerdefreie Zeit von etwa 7 Jahren bzw. gute bis sehr gute Ergebnisse in 73 bzw. 58 %.

Unabhängig von der Osteotomie-technik konnten verschiedene Autoren zeigen, dass das klinische und radiologische Ergebnis mit dem Ausmaß und Lage der Nekrosezone und damit mit der Möglichkeit, ein möglichst großes intaktes Kalottensegment in den Belastungsbereich zu stellen, eng korrelierte [3, 9, 25, 43, 46, 47, 52].

Als Ziele der Osteotomie wurden der möglichst langfristige Erhalt des natürlichen Gelenks und damit die möglichst späte endoprothetische Versorgung gesetzt. Somit kann der Misserfolg einer Osteotomie anhand der Anzahl der endoprothetischen Versorgungen gemessen werden. Die Nachuntersuchungen der Rotationsosteotomien im japanischen Krankengut zeigen, dass nach 2–16 Jahren 0–6 % der Hüftgelenke endoprothetisch ersetzt worden sind [3, 46, 47]. Bei den euroamerikanischen Rotationsosteotomien finden sich nach 2–20 Jahren 20–67 % Totalendoprothesen [6, 10, 25, 29].

Hervorzuheben sind hier die 4 von insgesamt 4 dorsalen Rotationsosteotomien von Langlais u. Fourastier [25], die nach durchschnittlich 7 Jahren gut oder sehr gute Ergebnisse zeigten und nicht endoprothetisch versorgt werden mussten. Auf der anderen Seite beschrieben Dean u. Cabanela [6] sehr schlechte Gesamtergebnisse, die sich nach durchschnittlich 5 Jahren auch im hohen Prothesenanteil von 67 % niederschlugen. Nach 1–20 Jahren werden bei den Valgisations- und Varisationsosteotomien Anteile von 11–29 % Prothesenträgern beschrieben [15, 20, 28, 31, 38, 51].

Die Komplikationsrate divergiert bei den Rotationsosteotomien erheblich. So werden im japanischen Krankengut bei den Rotationsosteotomien nach 18 Operationen bei Atsumi u. Kuroki [3] keine Komplikationen beschrieben, bei Sugano et al. [46] nach 41 Operationen dagegen 7 (17 %) und bei Sugioka et al. [47] 12 nach 295 Operationen (4 %).

Die euroamerikanischen Untersuchungen weisen bei Langlais u. Fourastier [25] und Dean u. Cabanela [6] keine Komplikationen aus, während Menschik et al. eine Komplikationsrate von 44 % und Reoperationen in 41 % der Fälle beschreiben. [29] Eine auffällige Ursache im Krankengut, der Ätiologie oder Operationstechnik lässt sich für diese Diskrepanz nicht finden. Die Komplikationsraten bei den Varisations- und Valgisationsosteotomien liegen zwischen 6 und 27 % [15, 20, 28, 31, 38, 51].

## Diskussion

Umstellungsosteotomien stehen bei der nichttraumatischen HKN des Erwachsenenalters in Konkurrenz zu gelenkversteifenden und gelenkersetzenden Maßnahmen. Die Arthrodesen sind bei der nichttraumatischen HKN aufgrund ihrer hohen Pseudarthrosenrate von 50 % und häufigen Miterkrankung der Gegenseite nicht indiziert [35]. Die Endoprothetik stößt bei jungen Patienten an ihre Grenzen, da Standzeiten von Hüftendoprothesen von über 15–20 Jahren nach wie vor als Ausnahme gelten müssen [18]. Ihr wird aber zumindest bezüglich der kurz- und mittelfristigen Ergebnisse eine Überlegenheit zugewiesen [36].

Es gilt also zu klären, ob eine oder mehrere Formen der verschiedenen Umstellungsosteotomien in der Lage sind, das Fortschreiten der HKN zu

stoppen oder so weit zu verzögern, bis sich die Standzeit der Alloarthroplastik der Lebenserwartung des Patienten nähert. Berücksichtigt werden muss ihr Nutzen-Risiko-Verhältnis mit den klinischen Ergebnissen, Operationsrisiken, der langen Rehabilitationsphase und der Verschlechterung der Voraussetzungen für die Alloarthroplastik.

Die Wertung der klinischen Ergebnisse ist problematisch, da Langzeitergebnisse über mehr als 10 Jahre nur von wenigen Autoren beschrieben werden [31, 38, 47] und geplante randomisierte Vergleichsstudien verschiedener Osteotomieverfahren fehlen. Erschwerend kommt die große Divergenz der Ergebnisse und Komplikationsraten selbst gleicher Osteotomietechniken hinzu.

Auffällig sind die guten Ergebnisse (56–94 %) und nahezu fehlenden endoprothetisch versorgten Patienten im japanischen Krankengut nach ventralen und dorsalen Rotationsosteotomien [3, 46, 47]. In euroamerikanischen Studien konnten ähnlich gute klinischen Resultate nur bei Valgisations- [38], Varisations- [31, 40] und dorsalen Rotationsosteotomien [25] erzielt werden, obwohl hier die Prothesenraten wesentlich höher lagen. Die Ergebnisse der ventralen Rotationsosteotomien konnten dagegen nicht reproduziert werden, gute bis sehr gute Ergebnisse wurden nur in 17–59 % der Fälle erreicht [6, 10, 25, 29].

Verschiedene Ursachen für die unterschiedlichen Resultate wurden diskutiert. Sugioka gab als Hauptursachen eine ausgefeilte Technik weniger Operateure, ein geringeres Körpergewicht der Japaner und eine strenge Indikationsstellung zur Alloarthroplastik in Japan wegen hoher Luxationsrate durch die traditionelle Sitzposition in Hyperflexion an [1]. Dean u. Cabanela [6] vermuteten ferner rassenabhängige Unterschiede in der Anatomie der Hüftgelenkkapsel (Gefäßverlauf, Laxizität). Ferner scheint die Indikationsstellung zum endoprothetischen Gelenkersatz in Japan deutlich strenger zu erfolgen [10]. In den euroamerikanischen Nachuntersuchungen wurde eine relativ hohe Zahl an Prothesenimplantationen bereits innerhalb der ersten 3 Jahre nach Osteotomie beobachtet, während ein weiterer Anstieg erst wieder nach 7–10 Jahren verzeichnet wurde [10, 25, 29]. Es scheint sich also bereits früh abzuzeichnen, ob eine Osteotomie ihr Ziel erreicht.

Eine Verbesserung der Resultate durch Ergänzung der Umstellungsosteotomien durch gefäßgestielte Transplantation von Beckenkammspänen oder Spongiosaplastiken konnte nicht gezeigt werden [26, 27, 31, 32, 38]. In diesem Zusammenhang muss insbesondere auch bei den gefäßgestielten Autografts auf die anspruchsvolle Operationstechnik, lange Operationszeiten und das erhöhte Operationsrisiko hingewiesen werden [32]. Als anspruchsvoll ist der Erhalt einer sphärischen Knorpeloberfläche ohne Gelenkstufen zu werten [25].

Auch die Angaben über Komplikationsraten fallen sehr unterschiedlich aus. Sie umfassen die Spannweite von keinen Komplikationen [3, 6, 10, 25] über Raten von 3–27 % [15, 20, 28, 31, 38, 46, 47, 51] bis hin zu 44 % und gleichzeitiger Reoperationsrate von 41 % [29]. Weder ein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Osteotomieverfahren noch besondere Indikationsgruppen lassen sich als mögliche Ursachen der divergierenden Komplikationsraten herausarbeiten. Angegeben wurde eine biomechanische Unterlegenheit der einfachen Schraubenosteosynthesen nach Rotationsosteotomien, die zu einer größeren Anzahl an proximalen Femur- und Schenkelhalsfrakturen insbesondere auch in der Aufbelastungsphase geführt hat [46, 47]. Klingenplatten und Hüftschräuben sind hier die besseren Implantate [24, 46].

Entscheidenden Einfluss auf die perioperativen Komplikationen und den weiteren klinischen Verlauf haben sowohl die systemischen Vorerkrankungen des Patienten mit Dauerkortisonmedikation, Chemotherapie und chronischen Alkoholismus als auch das Stadium, Lage und Ausdehnung der Nekrose. Auf die Bedeutung der Compliance insbesondere in der Aufbelastungsphase machen mehrere Autoren aufmerksam [10, 18, 31, 38]. Anhaltend hochdosierte Kortison-Therapie und Chemotherapie disponieren sowohl aufgrund der häufig schweren Osteoporose der proximalen Femurmetaphyse zu Implantatkomplikationen mit Frakturen und Infektionen als auch zur Progredienz der HKN [15, 23, 25, 38, 51]. Sie wurden daher als Kontraindikationen gewertet. Die Indikationen für Herdekompressionen sollten in diesen Fällen weiter gestellt werden [32].

Ergänzend zum Stadium der HKN wurden Ausdehnung und Lage der Nekrosezone als wesentliche prognostische Faktoren für das Spätresultat von Umstellungsosteotomien genannt [9, 10, 20, 25, 31, 32, 43, 46, 51, 52]. Als ideale Indikationen werden das Stadium III und IV mit einer kleinen segmentalen Nekrosezone (Nekrosewinkelsumme < 200°) beschrieben. In diesem Zusammenhang muss aber darauf hingewiesen werden, dass bislang keine Studie vorgestellt wurde, in der Operationsergebnisse mit MRT-Vermessungen und damit mit der wirklichen Ausdehnung des Nekroseherdes verglichen wurden. Es muss abgewartet werden, ob die präoperativen Überprüfung der Indikationsstellung zur Umstellungsosteotomie und Operationsplanung durch die MRT zur Verbesserung der Ergebnisse führt. Eine präoperative Planung mittels 3-dimensionaler CT-Simulation konnte bessere klinische Resultate nach Rotationsosteotomien zeigen [49].

Die Analyse der Ergebnisse nach endoprothetischer Versorgung der nichttraumatischen HKN, ohne dass zuvor eine Umstellung erfolgt war, ergibt erhebliche Lockerungsraten der femoralen Komponente [31, 32]. Nach 5–10 Jahren durchschnittlicher Nachuntersuchungszeit werden Lockerungsraten von 10 % [8] über 39 % [5] und 45 % [7] bis hin zu 77 % [40] beschrieben. Vermutlich spielen auch hier zugrundeliegende Erkrankungen und den Knochenstoffwechsel beeinträchtigende Therapiemaßnahmen pathogenetisch eine wichtige Rolle. Andererseits scheinen aber die kurz- und mittelfristigen Ergebnisse nach endoprothetischer Versorgung Umstellungsosteotomien überlegen zu sein [36].

Während die Rehabilitationsphase nach Umstellungsoperationen, insbesondere den Rotationsosteotomien, lange ist, kann der endoprothetisch versorgte Patient bereits nach kurzer Zeit voll belasten und zügig rehabilitiert werden. Kritisch muss der Nachteil berücksichtigt werden, dass intertrochanteräre Umstellungen eine nachfolgende Implantation eines Prothesenschafts erschweren und damit die Standzeit der Alloarthroplastik verkürzen können [31, 36, 51].

Langzeitergebnisse geplanter randomisierter Vergleichsstudien verschiedener Osteotomieformen und Alloar-

throplastiken zur Behandlung der nichttraumatischen HKN über mehr als 10 Jahre fehlen. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen sehr unterschiedliche klinische Resultate und Komplikationsraten bei den Umstellungsosteotomien, ohne dass einer Osteotomietechnik signifikant bessere Ergebnisse zugewiesen werden können.

Im Hinblick auf die lange Rehabilitationsphase und die nicht unerheblichen Komplikationsraten in der Frühphase nach einer Umstellungsosteotomie als auch den guten frühen und mittelfristigen Ergebnissen der Totalendoprothese hat die Bedeutung der Umstellungsosteotomien in den letzten Jahren deutlich abgenommen [29]. Eine Überlegenheit der Alloarthroplastik bezüglich der langfristigen Ergebnisse konnte bislang aber nicht gezeigt werden. Die hohen Lockerungsraten der femoralen Komponente nach 5–10 Jahren Standzeit erscheinen bei einer Patientengruppe mit einer verbleibenden Lebenserwartung von 30 und mehr Jahren problematisch. Bei kritischer Indikationsstellung haben die Umstellungsosteotomien daher weiterhin ihren Platz in der Behandlung der nichttraumatischen Hüftkopfnekrose.

## Literatur

1. Sugioka Y Persönliche Mitteilung von
2. ARCO (Association Research Circulation Osteos) (1992) **Committee on Terminology and Classification**. ARCO News 4: 41–46
3. Atsumi T, Kuroki Y (1997) **Modified Sugioka's osteotomy: more than 130 degrees posterior rotation for osteonecrosis of the femoral head with large lesion**. Clin Orthop 334: 98–107
4. Baker KJ, Brown TD, Brand RA (1989) **A finite element analysis of the effects of intertrochanteric osteotomy on stresses in femoral head osteonecrosis**. Clin Orthop 249: 183–198
5. Cornell CN, Salvati EA, Pellicci PM (1985) **Long-term follow-up of total hip replacement in patients with osteonecrosis**. Orthop Clin North Am 16: 757–769
6. Dean MT, Cabanela ME (1993) **Transtrochanteric anterior rotational osteotomy for avascular necrosis of the femoral head. Long-term results**. J Bone Joint Surg Br 75: 597–601
7. Dorr LD, Luckett M, Conaty JP (1990) **Total hip arthroplasties in patients younger than 45 years. A nine- to ten-year follow-up study**. Clin Orthop 260: 215–219



8. Elke R, Morscher E (1990) **Die Totalprothesenarthroplastik bei der Hüftkopfnekrose.** Orthopäde 19: 236–241
9. Evarts CM, Feil EJ (1971) **Prevention of thromboembolic disease after elective surgery of the hip.** J Bone Joint Surg Am 53: 1271–1280
10. Eyb R, Kotz R (1990) **Die transtrochantäre Osteotomie nach Sugioka. Ergebnisse der Operationen 1975–1983.** Orthopäde 19: 231–235
11. Faciszewski T, Kiefer GN, Coleman SS (1993) **Pemberton osteotomy for residual acetabular dysplasia in children who have congenital dislocation of the hip.** J Bone Joint Surg Am 75: 643–649
12. Fairbank AC, Bhatia D, Jinnah RH, Hungerford DS (1995) **Long-term results of core decompression for ischaemic necrosis of the femoral head.** J Bone Joint Surg Br 77: 42–49
13. Ganz R, Jakob RP (1980) **Partielle avaskuläre Hüftkopfnekrose: Flexionsosteotomie und Spongiosaplastik.** Orthopäde 9: 265–277
14. Ganz R, MacDonald SJ (1997) **Indications and modern techniques of proximal femoral osteotomies in the adult.** Semin Arthroplasty 8: 38–50
15. Gottschalk F (1989) **Indications and results of intertrochanteric osteotomy in osteonecrosis of the femoral head.** Clin Orthop 249: 219–222
16. Hasegawa Y, Matsuda T, Iwasada S, Iwase T, Kitamura S, Iwata H (1998) **Scintigraphic evaluation of transtrochanteric rotational osteotomy for osteonecrosis of the femoral head. Comparison between scintigraphy, radiography and outcome in 34 patients.** Arch Orthop Trauma Surg 117: 23–26
17. Helwig U, Geyer C, Hackel H, Schindlmaier H (1995) **Die Umstellungsosteotomie bei der idiopathischen Hüftkopfnekrose.** Z Orthop Ihre Grenzgeb 133: 14–18
18. Hofmann S, Engel A, Plenk H jr. (1998) **Die Osteonekrose des Hüftgelenkes im Erwachsenenalter, Kap 12.** Enke, Stuttgart, S 196–215
19. Hofmann S, Kramer J, Leder K, Plenk HJ, Engel A (1994) **Die nichttraumatische Hüftkopfnekrose des Erwachsenen. Teil I: Pathophysiologie, Klinik und therapeutische Möglichkeiten.** Radiologe 34: 1–10
20. Jacobs MA, Hungerford DS, Krackow KA (1989) **Intertrochanteric osteotomy for avascular necrosis of the femoral head.** J Bone Joint Surg Br 71: 200–204
21. Kempf I, Karger C, Abikhalil J, Kempf JF (1984) **L'osteotomie de retournement en arriere de la tete femorale dans la necrose de la tete femorale.** Rev Chir Orthop Reparat Appart Mot 70: 271–282
22. Kerboul M, Thomine J, Postel M, Merle d' Aubigné R (1974) **The conservative surgical treatment of idiopathic aseptic necrosis of the femoral head.** J Bone Joint Surg Br 56: 291–296
23. Kinnard P, Lirette R (1990) **The Borden and Gearen modification of the Sugioka transtrochanteric rotational osteotomy in avascular necrosis. A preliminary report.** Clin Orthop 255: 194–197
24. Kotz R (1980) **Die transtrochantäre ventrale Rotationsosteotomie nach Sugioka zur Behandlung der Femurkopfnekrose.** Orthopäde 9: 260–264
25. Langlais F, Fourastier J (1997) **Rotation osteotomies for osteonecrosis of the femoral head.** Clin Orthop 343: 110–123
26. Leung PC (1996) **Femoral head reconstruction and revascularization. Treatment for ischemic necrosis.** Clin Orthop 323: 139–145
27. Lippuner K, Buchler U, Ganz R (1990) **Die partielle Femurkopfnekrose des Erwachsenen – Ergebnisse mit intertrochantärer Osteotomie und Revaskularisation.** Orthopäde 19: 224–230
28. Maistrelli G, Fusco U, Avai A, Bombelli R (1988) **Osteonecrosis of the hip treated by intertrochanteric osteotomy. A 4- to 15-year follow-up.** J Bone Joint Surg Br 70: 761–766
29. Menschik F, Schatz KD, Kotz R (1998) **Treatment of osteonecrosis: treatment by femoral osteotomy.** Hip Int 8: 154–158
30. Merle d' Aubigné R, Postel M, Mazabraud A, Massias P, Gueguen J, France P (1965) **Idiopathic necrosis of the femoral head in adults.** J Bone Joint Surg Br 47: 612–633
31. Mont MA, Fairbank AC, Krackow KA, Hungerford DS (1996) **Corrective osteotomy for osteonecrosis of the femoral head.** J Bone Joint Surg Am 78: 1032–1038
32. Mont MA, Hungerford DS (1995) **Non-traumatic avascular necrosis of the femoral head.** J Bone Joint Surg Am 77: 459–474
33. Peters KM, Liepold M, Baumann F (1997) **Spätergebnisse der gelenkerhaltend operierten Hüftkopfnekrose.** Zentralbl Chir 122: 171–176
34. Plancher KD, Razi A (1997) **Management of osteonecrosis of the femoral head.** Orthop Clin North Am 28: 461–477
35. Reichelt A, Tonn S (1977) **Beitrag zur operativen Behandlung der ischämischen Hüftkopfnekrose des Erwachsenen.** Beitr Orthop Traumatol 24: 675
36. Rossig S, Kohn D, Daentzer D (1997) **Intertrochantäre Flexionsosteotomie und Alloarthroplastik bei Femurkopfnekrose. Eine vergleichende retrospektive Untersuchung.** Z Orthop Ihre Grenzgeb 135: 24–30
37. Salis-Soglio G, Ruff C (1988) **Die idiopathische Hüftkopfnekrose des Erwachsenen – Ergebnisse der operativen Therapie.** Z Orthop 126: 492–499
38. Scher MA, Jakim I (1993) **Intertrochanteric osteotomy and autogenous bone-grafting for avascular necrosis of the femoral head.** J Bone Joint Surg Am 75: 1119–1133
39. Schneider E, Ahrendt J, Niethard FU, Blasius K (1989) **Spätergebnisse nach intertrochantärer Varisierungsosteotomie bei der aseptischen Hüftkopfnekrose Erwachsener.** ROFO Fortschr Geb Röntgenstr Nuklearmed 150: 402–406
40. Schneider E, Ahrendt J, Niethard FU, Blasius K (1989) **Gelenk erhalten? Gelenk ersetzen? Langzeitergebnisse und Gedanken zur Behandlung von Hüftkopfnekrosen bei Erwachsenen.** Z Orthop 127: 163–168
41. Schneider R (1970) **Radiologische Funktionsdiagnostik zur Planung der intertrochantären Osteotomie.** Verh Scheiz Ges Orthop 1970: 131
42. Schwetlick G, Weber U (1993) **Der gefäßgestielte mediale Beckenkammspan als Transplantat bei der Hüftkopfnekrose und Schenkelhalspseudarthrose des Erwachsenen.** Operat Orthop Traumatol 5: 171
43. Schwetlick G, Weber U, Hofmann J, Klingmüller V (1992) **Vorläufige Behandlungsergebnisse mit dem gefäßgestielten Beckenspan bei der Hüftkopfnekrose.** Z Orthop 130: 129
44. Solomon L (1990) **Klinische und therapeutische Konzepte der ischämischen Femurkopfnekrose.** Orthopäde 19: 200–207
45. Strecker W, Keppler P, Kinzel L, Hehl G (1998) **Proximale Femurosteotomien zur Korrektur posttraumatischer Veränderungen.** Chirurg 69: 1153–1160
46. Sugano N, Takaoka K, Ohzono K, Matsui M, Saito M, Saito S (1992) **Rotational osteotomy for non-traumatic avascular necrosis of the femoral head.** J Bone Joint Surg Br 74: 734–739
47. Sugioka Y, Hotokebuchi T, Tsutsui H (1992) **Transtrochanteric anterior rotational osteotomy for idiopathic and steroid-induced necrosis of the femoral head. Indications and long-term results.** Clin Orthop 1992: 111–120
48. Sugioka Y, Katsuki I, Hotokebuchi T (1982) **Transtrochanteric rotational osteotomy of the femoral head for the treatment of osteonecrosis. Follow-up statistics.** Clin Orthop 169: 115–126
49. Tanaka S, Fukuda K, Tomihara M (1998) **Simulation by stereographic processing of computed tomography for transtrochanteric rotation osteotomy in necrosis of the femoral head.** Int Orthop 22: 116–121
50. Tooke SM, Amstutz HC, Hedley AK (1987) **Results of transtrochanteric rotational osteotomy for femoral head osteonecrosis.** Clin Orthop 224: 150–157
51. Wagner H, Baur W, Wagner M (1990) **Gelenkerhaltende Osteotomien bei der segmentalen Hüftkopfnekrose.** Orthopäde 19: 208–218
52. Wagner H, Zeiler G (1980) **Idiopathische Hüftkopfnekrose. Ergebnisse der intertrochantären Osteotomie und der Schalenprothese.** Orthopäde 9: 290–310
53. Willert HG, Buchhorn G, Zichner L (1980) **Ergebnisse der Flexionsosteotomie bei der segmentalen Hüftkopfnekrose des Erwachsenen.** Orthopäde 9: 278–289
54. Willert HG, Sarfert D (1975) **Die Behandlung segmentaler, ischämischer Hüftkopfnekrosen mit der intertrochantären Flexionsosteotomie.** Z Orthop 113: 974–994