



AWMF-Register Nr.	033/050	Klasse:	S3
--------------------------	----------------	----------------	-----------

Leitlinie Kurzfassung

S3-Leitlinie „Atraumatische Femurkopfnekrose des Erwachsenen“

Version 1.1 – Dezember 2013

INHALTSVERZEICHNIS

1. Geltungsbereich und Zweck	1
Begründung für die Auswahl des Leitlinienthemas	1
Zielorientierung der Leitlinie	2
Patientenzielgruppe	2
Versorgungsbereich	2
Anwenderzielgruppe/Adressaten	2
2. Zusammensetzung der Leitliniengruppe: Beteiligung von Interessensgruppen	2
3. Methodologische Exaktheit	2
Formulierung von Schlüsselfragen	2
Systematische Literaturrecherche	4
Auswahl der Evidenz	4
Bewertung der Evidenz	4
Erstellung von Evidenztabellen	4
Formulierung der Empfehlungen und Vergabe von Evidenzgraden und/ oder Empfehlungsgraden	5
4. Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren	6
5. Fragenkatalog	6
6. Literaturverzeichnis	21

1. GELTUNGSBEREICH UND ZWECK

BEGRÜNDUNG FÜR DIE AUSWAHL DES LEITLINIENTHEMAS

Die atraumatische Femurkopfnekrose des Erwachsenen tritt meist im mittleren Alter auf, es ist eine zunehmende Häufung idiopathischer Fälle zu beobachten, Chemotherapie, Corticoide und Nierentransplantationen gehen gehäuft mit der Erkrankung einher. Meist tritt die Erkrankung bds. auf. Die frühzeitige Diagnose ist von besonderer Bedeutung, da sich hier möglicherweise in Zukunft mehr Spätschäden mit

Gelenkdestruktion vermeiden lassen. Dabei spielen bes. konservative und gelenkerhaltende Maßnahmen zunehmend eine Rolle, während bisher der zeitlich begrenzte Gelenkerhalt und folgend der Gelenkersatz häufig einzige Option waren.

ZIELORIENTIERUNG DER LEITLINIE

Die Leitlinie sollen zunächst das gesamte Spektrum der diagnostischen Möglichkeiten für dieses Krankheitsbild werten. Die Möglichkeiten der physikalischen und medikamentösen Behandlung sind zu evaluieren. Des Weiteren soll stadienabhängig der therapeutische Wert von gelenkerhaltenden operativen Maßnahmen und vom Gelenkersatz dargestellt werden.

PATIENTENZIELGRUPPE

Männer und Frauen mittleren Alters (30-60 Jahre), z.T. ohne erkennbare Ursache, nach Chemotherapie, unter Corticoiddauertherapie, nach Transplantationen (Niere), nach Alkoholmissbrauch.

VERSORGUNGSBEREICH

Orthopädie

ANWENDERZIELGRUPPE/ADRESSATEN

Orthopäden, Traumatologen, Osteologen, Radiologen, Rehabilitationsmediziner.

2. ZUSAMMENSETZUNG DER LEITLINIENGRUPPE: BETEILIGUNG VON INTERESSENSGRUPPEN

- DGOOC (Federführende Fachgesellschaft)
- Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)
- Dt. Rö.-Gesellschaft (DGR), Arbeitsgemeinschaft Muskuloskelettale Radiologie
- Deutschen Gesellschaft für Physikalische Medizin und Rehabilitation (DGPMR)
- Dachverband Osteologie (DVO)

3. METHODOLOGISCHE EXAKTHEIT

FORMULIERUNG VON SCHLÜSSELFRAGEN

Die Formulierung von Fragen orientierte sich an folgenden Untergruppen: Diagnostik, Differenzialdiagnostik, konservative Therapie, operative gelenkerhaltende Therapie, Gelenkersatz. Im Einzelnen lauteten die Fragen wie folgt:

1. Welche Methoden werden zur Diagnose der atraumatischen Femurkopfnekrose eingesetzt und wie ist der diagnostische Algorithmus?
2. Welche Klassifikationssysteme werden für die Stadieneinteilung der AFKN verwendet und welche Parameter sind dabei die wichtigsten.
3. Welches ist die häufigste Differenzialdiagnose der AFKN und wie wird diese diagnostiziert?
4. Wie ist der unbehandelte Verlauf der AFKN und was für Risikofaktoren gibt es?
5. Hat die rein konservative physikalische Behandlung einen Einfluss auf den natürlichen Verlauf der AFKN?
6. Gibt es unter der Therapie mittels Vasodilanzien (Iloprost) pharmakologische Effekte auf die AFKN?
7. Haben Bisphosphonate einen pharmakologischen Effekt auf die AFKN?
8. Haben Antikoagulanzen einen pharmakologischen Effekt auf die AFKN?
9. Haben Statine einen pharmakologischen Effekt auf die AFKN?
10. Hat die hyperbare Sauerstofftherapie (HBO) einen positiven Effekt auf Klinik und Verlauf der AFKN?
11. Hat die Stoßwellentherapie (ESWT) einen positiven Effekt auf Klinik und Verlauf der AFKN?
12. Haben Pulsierende elektromagnetische Felder bzw. eine Elektrostimulation einen positiven Effekt auf Klinik und Verlauf der AFKN?
13. Wann sollte gelenkerhaltend operiert werden?
14. Gibt es gelenkerhaltende Eingriffe, die erfolgreicher als andere sind?
15. Welche Bedeutung hat die Core decompression in der Therapie der AVN?
16. Welche Bedeutung hat die Anbohrung im Vergleich zur konservativen Therapie in der Therapie der AVN?
17. Welche Bedeutung hat die Anbohrung in Kombination mit elektrischer Stimulation in der Therapie der AVN?
18. Welche Bedeutung hat die Anbohrung in Kombination mit Alendronat in der Therapie der AVN?
19. Welche Bedeutung hat die Anbohrung im Kombination mit der Knochentransplantation?
20. Welche Bedeutung haben gefäßgestielte und nicht gefäßgestielte Fibulatransplantate für die Therapie der AVN?
21. Welche Bedeutung haben osteochondrale Allografts für die Therapie der AVN?
22. Welche Bedeutung haben Spongiosplastiken in der Therapie der AVN?

23. Welche Bedeutung haben Umstellungsosteotomien in der Therapie der AVN?
24. Welche Bedeutung haben Tantalum Implantate in der Therapie der AVN?
25. Haben sich die Erfolge und Revisionsraten der Hüft-TEP bei Femurkopfnekrose über die Jahre verändert?
26. Welche Risikofaktoren beeinflussen die Revisionsrate von Hüfttotalendoprothesen bei Femurkopfnekrose?
27. Wie sind die kurzfristigen Resultate bei HTEP bei FKN?
28. Wie sind die mittelfristigen Resultate nach HTEP bei FKN?
29. Wie sind die Langzeitresultate nach HTEP bei FKN?
30. Welcher Prothesentyp ist für die FKN geeignet?

SYSTEMATISCHE LITERATURRECHERCHE

Die systematische Literaturrecherche erfolgte in den Datenbanken Medline (via Pubmed) und in der Cochrane Library. Eine Plausibilitätskontrolle erfolgte unter zusätzlicher Verwendung des "von knowledge finder.

Bis 31.05.2013 fanden sich insgesamt 3715 Literaturstellen. Nach Screenen der Volltexte unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien wurden 180 Publikationen zur Bewertung ausgewählt, welche definierten Ein- bzw. Ausschlusskriterien (siehe Langfassung) entsprachen. Die Nummerierung der Literatur erfolgte entsprechend der Zuordnung in der Gesamtdatenbank.

AUSWAHL DER EVIDENZ

Zur Bewertung wurden systematische Reviews, Metaanalysen und Originalarbeiten/ klinische Studien jeglichen Designs eingeschlossen. Eine Limitierung auf RCT's war nicht möglich, da diese nicht ausreichend zur Verfügung standen.

BEWERTUNG DER EVIDENZ

Die Bewertung der methodischen Qualität erfolgte mit Hilfe strukturierter Checklisten nach den SIGN-Kriterien (Lit.: Scottish Intercollegiate Guidelines Network, Critical Appraisal: Notes and Checklists. Verfügbar: <http://www.sign.ac.uk/methodology/checklists.html>).

ERSTELLUNG VON EVIDENZTABELLEN

Die Bewertungsergebnisse der Studien finden sich im Hintergrundtext. Die Evidenztabelle wurden als gesondertes Dokument eingereicht.

FORMULIERUNG DER EMPFEHLUNGEN UND VERGABE VON EVIDENZGRADEN UND/ ODER EMPFEHLUNGSGRADEN

In der Leitlinie werden zu allen evidenzbasierten Statements und Empfehlungen das Evidenzlevel (Evidenzgrad) der zugrunde liegenden Studien sowie bei Empfehlungen zusätzlich die Stärke der Empfehlung (Empfehlungsgrad) ausgewiesen.

Die Vergabe der Evidenzgrade erfolgte auf Grundlage der Bewertung der Studienqualität nach dem Schema des Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN, siehe Tabelle 1). Hinsichtlich der Stärke der Empfehlung werden in dieser Leitlinie drei Empfehlungsgrade unterschieden (siehe Tabelle 2), die sich auch in der Formulierung der Empfehlungen jeweils widerspiegeln.

Zusätzlich wurde im Rahmen der Konsentierung die Konsensstärke für die jeweilige Empfehlung festgestellt (Tabelle 3).

Tabelle 1: Schema der Evidenzgraduierung (nach SIGN)

1++	High quality meta-analyses, systematic reviews of RCTs, or RCTs with a very low risk of bias
1+	Well-conducted meta-analyses, systematic reviews, or RCTs with a low risk of bias
1-	Meta-analyses, systematic reviews, or RCTs with a high risk of bias
2++	High quality systematic reviews of case control or cohort studies High quality case control or cohort studies with a very low risk of confounding or bias and a high probability that the relationship is causal
2+	Well-conducted case control or cohort studies with a low risk of confounding or bias and a moderate probability that the relationship is causal
2-	Case control or cohort studies with a high risk of confounding or bias and a significant risk that the relationship is not causal
3	Non-analytic studies, e.g. case reports, case series
4	Expert opinion

Tabelle 2: Schema der Empfehlungsgraduierung

Beschreibung	Syntax	
A	Starke Empfehlung	soll
B	Empfehlung	sollte
0	Empfehlung offen	kann

Tabelle 3. Klassifikation der Konsensusstärke

Konsensusstärke	Prozentuale Übereinstimmung
Starker Konsens	Zustimmung von > 95% der Teilnehmer
Konsens (mittel)	Zustimmung von > 75-95% der Teilnehmer
Mehrheitliche Zustimmung	Zustimmung von >50-75% der Teilnehmer
Kein Konsens	Zustimmung von < 50% der Teilnehmer

4. GÜLTIGKEITSDAUER UND AKTUALISIERUNGSVERFAHREN

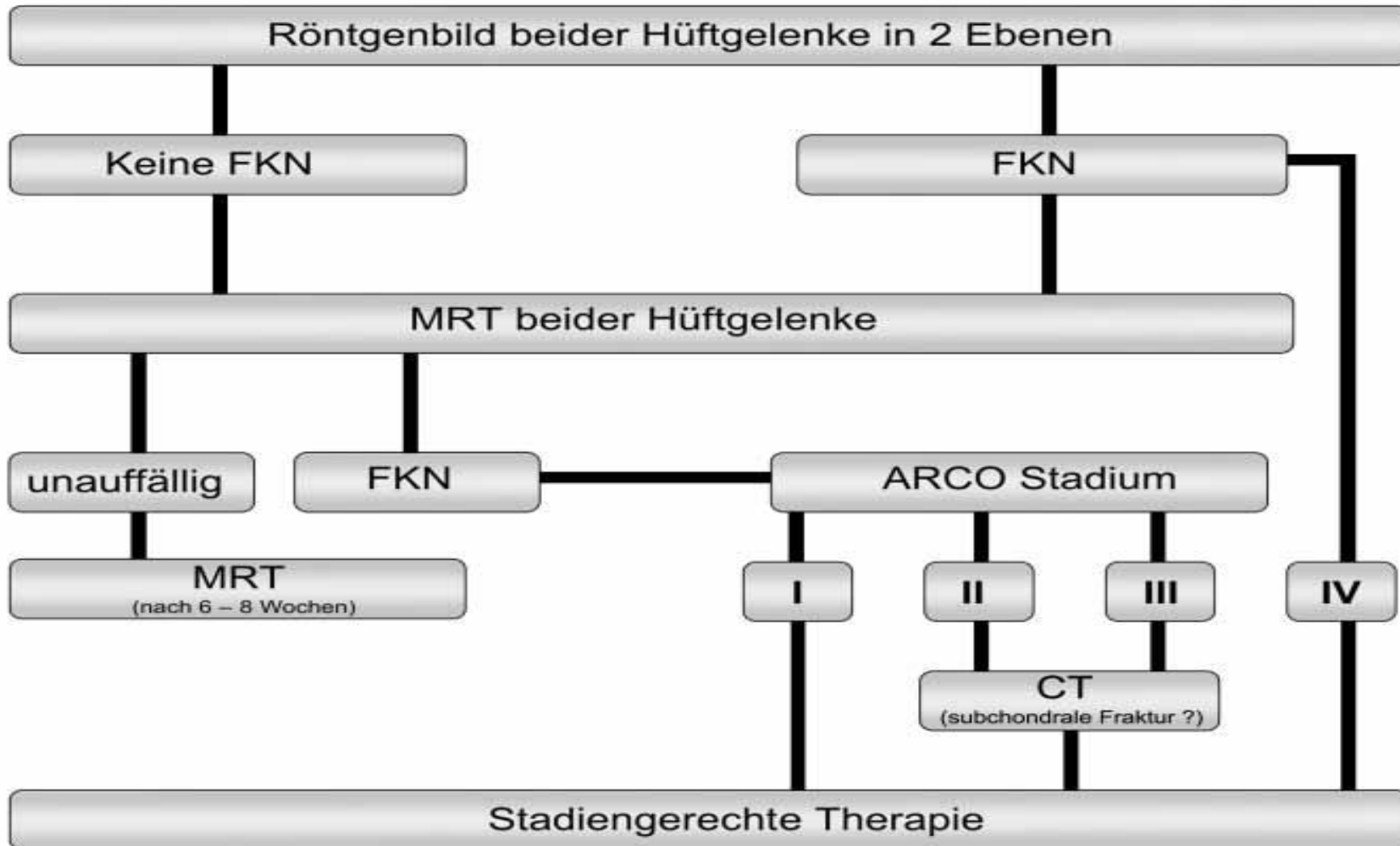
Datum der letzten inhaltlichen Überarbeitung und Status
Verabschiedet am 01.03.2014; Gültig bis 01. März 2017

5. FRAGENKATALOG

Fragen	Antworten	LoE	EG	Quellen
1. Welche Methoden werden zur Diagnose der atraumatischen Femurkopfnekrose eingesetzt und wie ist der diagnostische Algorithmus?	Bei klinischem V.a. Hüftkopfnekrose (unklare Schmerzen im Bereich der Hüfte länger als 6 Wochen, eventuell bestehende Risikofaktoren, klinischer Befund mit Leistenschmerz, ggf. Hinken und Bewegungsschmerz bzw. Bewegungseinschränkungen, kein Hinweis auf Differentialdiagnosen) soll zunächst eine Röntgenuntersuchung (Beckenübersicht und betroffene Hüfte in Lauensteinprojektion) durchgeführt werden.	Expertenkonsens (stark)	(Entscheidung basiert ausschließlich auf Expertenkonsens)	2559
	Bei unauffälligem Röntgenbild und anhaltenden Beschwerden soll eine MRT des Hüftgelenkes veranlasst werden.	2++ Expertenkonsens (stark)	A	260, 554, 1130, 1182, 1437, 1509, 1571, 1616, 1681, 1708, 2578, 2580, 2494, 2593, 2597
	Wegen des häufigen Befalls der Gegenseite soll eine MRT immer beide Hüftgelenke erfassen. Dies gilt bei Befall einer Hüfte mit ARCO Stadium I bis IV.	2++ Expertenkonsens (stark)	A	516, 696, 1001, 1035, 1182, 1311, 1330, 1437, 1509, 2488, 2491, 2576,
	Patienten mit einer Hüftkopfnekrose im Röntgenbild im ARCO Stadium II und III sollen eine MRT zur Beurteilung der Lokalisation, Größe der Nekrosezone und Klärung der Frage nach Gelenkflächeneinbruch, subchondraler Fraktur und Ausmaß des Kollaps erhalten.	1-2; Expertenkonsens (stark)	A	143, 145, 484, 554, 807, 1571, 2594, 2432, 2530, 2570, 2577, 2579, 2588
	Bleibt bei Patienten im Stadium ARCO Stadium II die Frage nach einer subchondralen Fraktur unbeantwortet, sollte eine CT	2-3 Expertenkonsens	B	484, 508, 2588

	erfolgen.	(stark)		
	Eine Szintigraphie soll zur Diagnostik der AFKN nicht durchgeführt werden.	2++ Experten- konsens (stark)	A	1616, 1681, 2574
2. Welche Klassifikationssysteme werden für die Stadieneinteilung der AFKN verwendet und welche Parameter sind dabei die wichtigsten.	Zur Klassifikation der atraumatischen Femurkopfnekrose sollte die ARCO-Klassifikation verwendet werden. Die ARCO-Klassifikation ist die derzeit die im deutschen Sprachraum gebräuchlichste Einteilung der AFKN. Sie beinhaltet Angaben zu folgenden Parametern: 1.) Das Vorhandensein einer Läsion 2.) Röntgenstrukturveränderungen 3.) Subchondrale Fraktur ("crescent sign") und Höhe der Kopfabflachung 4.) Angaben über den betroffenene Femurkopfanteil und das Ausmass der Beteiligung der Femurzirkumferenz 5.) Vorhandener oder nicht vorhandener Kollaps und dessen Ausmaß Beteiligung des Acetabulums	Experten- konsens (stark)	B	2558; ARCO: 145, 508, 2524, 2525, 2526; Ficat: 2455, 2523, 2527; Steinberg: 2465, 1054; Japanese Orthopaedic Association: 1254, 1349 + 145, 166, 478, 2362, 2575, 2600, 2602

Zu Frage 1: Zur Diagnostik sollte der Algorithmus nach Reppenhagen et al. (2559) Anwendung finden; Expertenkonsens (stark).



Tab. 4: Klassifikationssysteme der Osteonekrose des Femurkopfes. Jahr der Beschreibung und Anzahl der Studien, die diese Klassifikationen benutzt haben. Originaltabelle aus Mont et al. (145).

Classification	Year Described	Number of Studies
Ficat and Arlet	1960s	96
University of Pennsylvania (Steinberg et al.)	1984	31
Association Research Circulation Osseous	1991	18
Japanese Orthopaedic Association	1987	7
Marcus et al.	1973	5
Sugioka et al.	1978	4
Kerboul et al.	1974	2
Kokubo et al.	1987	2
Smith et al.	1995,1996	2
Jones	1989	1
Lafforgue et al.	1993	1
Koo and Kim	1995	1
Theodorou et al.	2001	1
Atsumi and Kuroki	1997	1
Shimizu et al.	1994	1
Sakamoto et al.	1997	1
Springfield and Enneking	1978	1

Tab. 5: Klassifikation der Hüftkopfnekrose nach Ficat (2455).

Stadium	Röntgenologie, klinisches Bild, Szintigraphie, Intramedulläre Druckmessung; Sicherung der Diagnose im Frühstadium durch Histologie (röntgenologisch gesteuerte Trokarbiopsie)
0	Normales Röntgenbild, präklinisch. Der kontralaterale Hüftkopf ist betroffen. Intramedulläre Druckerhöhung, evtl reduzierte Traceraufnahme im Szintigramm des ipsilateralen Hüftkopfes. Sicherung der Diagnose mit Biopsie
I	Schmerzen in der betroffenen Hüfte; Normale, nicht eindeutige Befunde oder nur geringe Veränderungen im Röntgenbild (flächige Dichteminderung, Unschärfe der Trabekel) Szintigraphie positiv. Intramedulläre Druckerhöhung. Sicherung der Diagnose mit Biopsie
II	Schmerzen in der betroffenen Hüfte. Diffuse oder fokale Veränderungen im Röntgenbild (Dichteminderung, Trabekelstruktur gestört, diffuse oder bandförmige Sklerose, rundliche Aufhellungen; Normale Kontur und Form des Femurkopfes. Szintigramm positiv. Intramedulläre Druckerhöhung. Histologie meist nicht notwendig.
III	Röntgenbild: Dem Stadium III geht häufig eine Vorstufe (Abflachung, subchondrale Fraktur) voraus, ehe ein stufenartiger Einbruch der Kopfkontur eindeutig den Kollaps anzeigt. Bricht die Gelenkfläche an zwei Stellen wird das osteonekrotische Areal als Sequester sichtbar. Gelenkspalt normal oder leicht geweitet. Stadium III ist eine röntgenologische Diagnose
IV	Röntgenbild. Kollaps des Hüftkopfes mit völligem Verlust der Knochenstruktur und Abflachung. Verschmälerung des Gelenkspaltes mit Ausbildung einer Arthrosis deformans

Tab. 6: Klassifikationssystem der University of Pennsylvania [Steinberg et al. (1054, 2465).
Originaltabelle aus Mont et al. (145)

Stage	Criteria
0	Normal radiograph, bone scan, and magnetic resonance images
I	Normal radiograph. Abnormal bone scan and/or magnetic resonance images
	A: Mild (<15% of femoral head affected)
	B: Moderate (15% to 30% of femoral head affected)
	C: Severe (>30% of femoral head affected)
II	Cystic and sclerotic changes in femoral head
	A: Mild (<15% of femoral head affected)
	B: Moderate (15% to 30% of femoral head affected)
	C: Severe (>30% of femoral head affected)
III	Subchondral collapse without flattening (crescent sign)
	A: Mild (<15% of articular surface)
	B: Moderate (15% to 30% of articular surface)
	C: Severe (>30% of articular surface)
IV	Flattening of femoral head
	A: Mild (<15% of surface and <2 mm of depression)
	B: Moderate (15% to 30% of surface and 2 to 4 mm of depression)
	C: Severe (>30% of surface and >4mm of depression)
V	Joint narrowing or acetabular changes
	A: Mild
	B: Moderate
	C: Severe
VI	Advanced degenerative changes

Tab. 7: Stadieneinteilung der Hüftkopfnekrose der Association Research Circulation Osseous (ARCO) nach Gardeniers (2526).

Stadium	Klinik, Pathologie, Bildgebung
0	<ul style="list-style-type: none"> - Normalbefund im Röntgenbild, MRT und Szintigraphie - Nekrosezeichen in der Histologie
I	<ul style="list-style-type: none"> - normales Röntgenbild/CT - pathologischer MR- oder Szintigraphiebefund - Subklassifikation nach betroffenem Femurkopfanteil (lateral, medial oder ventral) und Größe der beteiligten Femurkopfumfang ($< 15\%$, $15-30\%$, $> 30\%$)
II	<ul style="list-style-type: none"> - im Röntgenbild Strukturveränderungen des Knochens ohne Konturveränderungen des Femurkopfes - normaler Gelenkspalt - Hüftkopfnekrose-spezifische MR-Befunde - Subklassifikation nach betroffenem Femurkopfanteil (lateral, medial oder ventral) und Größe der beteiligten Femurkopfumfang ($< 15\%$, $15-30\%$, $> 30\%$)
III	<ul style="list-style-type: none"> - im Röntgenbild Knochenstrukturveränderungen mit subchondraler Fraktur in Form einer sichelförmigen Aufhellungszone ("crescent sign") - Kontur des Femurkopfes flacht sich ab - normal weiter Gelenkspalt - Subklassifikation nach betroffenem Femurkopfanteil (lateral, medial oder ventral), Größe der beteiligten Femurkopfumfang ($< 15\%$, $15-30\%$, $> 30\%$) und Ausmaß der Kopfabflachung ($< 2\text{ mm}$, $2-4\text{ mm}$, $> 4\text{ mm}$).
IV	<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung einer Arthrosis deformans - Abflachung des Hüftkopfes. - Gelenkspaltverschmälerung.

Fragen	Antworten	LoE	EG	Quellen
3. Welches ist die häufigste Differenzialdiagnose der AFKN und wie wird diese diagnostiziert?	Bei MR-tomographischem Nachweis eines Knochenmarködems sollte die Differenzialdiagnose zwischen: <ul style="list-style-type: none"> - Osteonekrose und Transitorischem Knochenmarködem beachtet werden. - Osteonekrose und Stress- bzw. Insuffizienzfrakturen beachtet werden . - Osteonekrose und der Arthrose und vor allem der schnell destruierenden Arthropathie beachtet werden. 	Expertenkonsens (mittel) Entscheidung basiert z.T. auf Expertenkonsens.	B	184, 392, 572, 669, 725, 2571, 2572, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586; 2590, 2595, 2596, 2598, 2601
4. Wie ist der unbehandelte Verlauf der AFKN und was für Risikofaktoren gibt es?	Der natürliche Verlauf der Hüftkopfnekrose ist progredient und führt in der Regel innerhalb von 2 Jahren zu subchondralen Frakturen bei dem ein Gelenkerhalt nicht mehr möglich ist. Dies gilt vor allem, wenn in Fällen mit beidseitigem Befall und unveränderter zugrunde liegender Erkrankung oder Beeinflussung durch eine Noxe.	2+/2++ Expertenkonsens (stark)		516, 720
	Nach der Diagnose einer Hüftkopfnekrose ist das Risiko für einen Befall der Gegenseite in den folgenden 2 Jahren hoch, danach unwahrscheinlich.	2+ Expertenkonsens (stark)		696, 1001, 1035, 1311, 2488, 2491
5. Hat die rein konservative physikalische Behandlung einen Einfluss auf den natürlichen Verlauf der AFKN?	Eine rein konservative Therapie der AFKN bringt keine anhaltende Linderung von Beschwerden und ist nicht in der Lage, die Progression der Erkrankung aufzuhalten.	2++ Expertenkonsens (stark)		720
6. Gibt es unter der Therapie mittels Vasodilanzien (Iloprost) pharmakologische Effekte auf die AFKN?	Iloprost kann im ARCO-Stadium I-II zur Reduktion von Schmerz und Knochenmarksödem erwogen werden (im Sinne eines Heilversuches), wenn Kontraindikationen für eine chirurgische Behandlung vorliegen oder der Patient diese ablehnt. Dabei handelt es sich um einen off-label use . Es ist zur Therapie nicht geeignet, wenn bereits eine subchondrale Fraktur existiert.	Expertenkonsens (stark)	0	86, 286, 2333, 2334, 2446
7. Haben Bisphosphonate einen pharmakologischen Effekt auf die AFKN?	Für Alendronat wurde vor allem eine Schmerzreduktion gefunden, außerdem eine geringe Verzögerung der Zeit bis zum Kollaps des Hüftkopfes. Es kann zur Therapie der HKN eingesetzt werden. Dabei handelt es sich um einen off-label	2+ Expertenkonsens (mittel)	0	15, 212, 326

	use.			
8. Haben Antikoagulanzen einen pharmakologischen Effekt auf die AFKN?	Unter der Behandlung mittels Antikoagulanzen konnte kein eindeutiger Beweis für eine allgemeingültige Wirksamkeit von Antikoagulanzen auf die Verhinderung einer AFKN erbracht werden. Antikoagulanzen (NMH, Warfarin) sollen zur Therapie der Hüftkopfnekrose nicht verwendet werden.	2+ Experten- konsens (stark)	A	86, 170, 265
9. Haben Statine einen pharmakologischen Effekt auf die AFKN?	Unter der Behandlung mit Statinen tritt keine Risikoreduktion für eine AFKN ein. Statine sollen zur Therapie der Hüftkopfnekrose nicht verwendet werden.	2+ Experten- konsens (stark)	A	37, 86, 2420
10. Hat die hyperbare Sauerstofftherapie (HBO) einen positiven Effekt auf Klinik und Verlauf der AFKN?	Hyperbare Sauerstofftherapie (HBO) führt zu einer Schmerzreduktion in frühen Stadien der AFKN, kann jedoch nicht den Kollaps verhindern. Für die HBO wurde keine Evidenz für eine wesentliche Verzögerung der Zeit bis zum Kollaps des Hüftkopfes gefunden. Daher sollte es nicht zur Therapie der HKN eingesetzt werden.	2+ Experten- konsens (stark)	B	460, 696, 2333, 2486, 2487, 2496, 2522
11. Hat die Stoßwellentherapie (ESWT) einen positiven Effekt auf Klinik und Verlauf der AFKN?	Für Ultraschall und die ESWT wurde keine Evidenz für eine wesentliche Verzögerung der Zeit bis zum Kollaps des Hüftkopfes gefunden. Daher sollten beide nicht zur Therapie der HKN eingesetzt werden.	1 bis 2+ Experten- konsens (stark)	B	55, 86, 230, 591, 696, 2333, 2353, 2421, 2499
12. Haben pulsierende elektromagnetische Felder bzw. eine Elektrostimulation einen positiven Effekt auf Klinik und Verlauf der AFKN?	Pulsierende elektromagnetische Felder (PEMF) bzw. elektrische Stimulation können zu einer Besserung der klinischen Beschwerden in frühen Stadien führen, sind jedoch nicht in der Lage einen Kollaps des Hüftkopfes zu verhindern. Für die alleinige PEMF und die Elektrostimulation wurde keine Evidenz für eine Verzögerung der Zeit bis zum Kollaps des Hüftkopfes gefunden. Daher sollten sie nicht zur Therapie der HKN eingesetzt werden.	2+ Experten- konsens (stark)	B	92, 140, 696, 973, 1119, 1319, 1363, 1443, 1464
13. Wann sollte gelenkerhaltend operiert werden?	Die ausgewerteten Studien konnten zeigen, daß bis zu einem ARCO Stadium III einschließlich gelenkerhaltend operiert werden kann.	2+ Experten- konsens (stark)		721
14. Gibt es gelenkerhaltende Eingriffe, die erfolgreicher als	Ein bestimmter gelenkerhaltender Eingriff kann nicht bevorzugt empfohlen werden. Die Auswahl des Verfahrens ist abhängig von	2++ Experten-		105, 215, 248, 451, 467, 833,

andere sind?	der Ausdehnung der Nekrose.	konsens (stark)		945, 2530, 2358, 2561, 2569
15. Welche Bedeutung hat die Core decompression in der Therapie der AVN?	Die Core decompression soll in den Stadien ARCO I (reversibles Frühstadium) oder Stadium ARCO II (irreversibles Frühstadium) mit medialer oder zentraler Nekrose mit einer Ausdehnung von weniger als 30% des Hüftkopfes durchgeführt werden.	2++ Experten- konsens (stark)	A	694, 706, 724, 833, 1001, 1618, 1311, 1319, 1405, 2562, 2463, 2479
	In Stadium ARCO III mit Infraktion des Hüftkopfes kann die Core decompression zur kurzfristigen Schmerzreduktion eingesetzt werden.	2++ Experten- konsens (stark)	0	694, 706, 724, 833, 1001, 1618, 1311, 1319, 1405, 2562, 2463, 2479
	Ab einem ARCO Stadium III c oder in Stadium IV sollte keine Core decompression mehr erfolgen. In diesen Fällen sollte die Indikation zur Implantation einer Hüft-TEP überprüft werden.	2++ Experten- konsens (stark)	B	694, 706, 724, 833, 1001, 1618, 1311, 1319, 1405, 2562, 2463, 2479
16. Welche Bedeutung hat die Anbohrung im Vergleich zur konservativen Therapie in der Therapie der AVN?	Die Core decompression zeigt in den Frühstadien der Hüftkopfnekrose bessere Ergebnisse als die konservative Therapie und sollte daher bis zu einem Stadium ARCO II durchgeführt werden.	2+ Experten- konsens (stark)	B	99, 124, 230, 720, 972, 1001, 1311, 1443, 2446, 2479
17. Welche Bedeutung hat die Anbohrung in Kombination mit elektrischer Stimulation in der Therapie der AVN?	Die Kombination von Anbohrung und elektrischer Stimulation kann eingesetzt werden. Sie kann zu einer Verbesserung der klinischen Ergebnisse und der Überlebensrate, nicht jedoch zu einer Änderung des radiologischen Ergebnisses führen. Die Kombination elektrischer Stimulation und der Anbohrung führt nicht zu besseren Ergebnissen als die Anbohrung alleine.	2+ Experten- konsens (stark)		92, 1319, 1363, 1392, 2457
18. Welche Bedeutung hat die	Die Kombination der Anbohrung mit einer systemischen Gabe	2+	0	2529

Anbohrung in Kombination mit Alendronat in der Therapie der AVN?	von Alendronat kann eingesetzt werden. Sie kann zu einer Schmerzreduktion und zu einer Verzögerung der Progression im Vergleich zur alleinigen Anbohrung führen. Dabei handelt es sich um einen off-label use.	Expertenkonsens (mittel)		
19: Welche Bedeutung hat die Anbohrung in Kombination mit der Knochentransplantation?	Die Anbohrung in Kombination mit der Knochentransplantation zeigt bessere Ergebnisse als die konservative Therapie. Sie sollte jedoch nur bei kleinen Läsionen <20% bzw. <200° Nekrosewinkel durchgeführt werden.	2+ Expertenkonsens (stark)	B	105, 366, 410, 451, 601, 706, 872, 1319, 2358, 2489, 2530
20. Welche Bedeutung haben gefäßgestielte und nicht gefäßgestielte Fibulatransplantate für die Therapie der AVN?	Die Anbohrung in Kombination mit einem gefäßgestielten Knochentransplantat zeigt eine große Variabilität der Ergebnisse bei kleinen und großen Läsionen. Die gefäßgestielte Knochentransplantation ist eine hochanspruchsvolle Operation und sollte daher nicht als Routineverfahren eingesetzt werden. In spezialisierten Zentren kann die FVFG bei jüngeren Patienten im Stadium I und II nach Ficat und Arlet eine Therapieoption darstellen.	2+ Expertenkonsens (stark)	B	214, 215, 248, 350, 386, 451, 467, 608, 759, 833, 852, 878, 387, 945, 1023, 1025, 1054, 1257, 1301, 2455, 2459, 2482, 2498, 2530, 2561, 2563
21. Welche Bedeutung haben osteochondrale Allografts für die Therapie der AVN?	Die Ergebnisse für die Verwendung von osteochondralen Allografts zur Therapie der AVN sind unklar. Das Verfahren sollte daher nicht eingesetzt werden.	3 Expertenkonsens (stark)	B	1820
22. Welche Bedeutung haben Spongiosplastiken in der Therapie der AVN?	Die Studienlage für den Einsatz der autologen Spongiosatransplantation zur Therapie der AVN ist aktuell noch unklar und nicht eindeutig. Das Verfahren sollte daher nicht eingesetzt werden.	2+ Expertenkonsens (stark)	B	2333, 2489
23. Welche Bedeutung haben Umstellungsosteotomien in der Therapie der AVN?	Umstellungsosteotomien des proximalen Femurs stellen eine Therapieoption bei jungen Patienten mit frühen Formen der Hüftkopfnekrose dar. Die Osteotomien sind allerdings technisch hochanspruchsvoll und sollten daher nicht zur	2++ Expertenkonsens (stark)	B	465, 499, 1618

	Routineanwendung eingesetzt werden.			
24. Welche Bedeutung haben Tantalum Implantate in der Therapie der AVN?	Tantalum Implantate werden mittlerweile nicht mehr angewendet und werden daher auch nicht mehr empfohlen. Es finden sich in der Literatur nicht ausreichend Hinweise auf eine Wirksamkeit, welche zu einem höheren Empfehlungsgrad führen würde. Sie sollten nicht mehr eingesetzt werden.	2+ Experten- konsens (stark)	B	116, 225
25. Haben sich die Erfolge und Revisionsraten der Hüft-TEP bei Femurkopfnekrose über die Jahre verändert?	Die Revisionsraten haben sich seit 1990 deutlich reduziert und sich den globalen Ergebnissen von Hüfttotalendoprothesen angeglichen. Generell ist wegen des jungen Alters eine höhere Revisionsrate zu erwarten. Vorangegangene gelenkerhaltende Voroperationen (insbesondere Umstellungen und Grafts) können die Implantation einer HTEP deutlich erschweren.	2++		226, 833, 2370, 2528, 2560
26. Welche Risikofaktoren beeinflussen die Revisionsrate von Hüfttotalendoprothesen bei Femurkopfnekrose?	Alle Nekrosearten bei Femurkopfnekrose können mittels Hüfttotalendoprothese versorgt und gute Ergebnisse können erwartet werden. Die Überlebensrate scheint jedoch auch von der Ätiologie abhängig zu sein. Höhere Revisionsraten für Femurkopfnekrose sind zu erwarten bei Sichelzellanämie, M. Gaucher oder nach Nierentransplantation. Ferner ist das generell junge Alter von Patienten mit Femurkopfnekrose als Hauptrisikofaktor der höheren Revisionsrate zu werten.	2++		135, 287, 906, 2528; 2560,
27. Wie sind die kurzfristigen Resultate bei HTEP bei FKN?	Die kurzfristigen Ergebnisse nach Oberflächenersatz und zementfreier HTEP bei FKN sind vergleichbar mit denen bei Coxarthrose <u>Bemerkung:</u> Allerdings sind die Aussagen zu Metall-Metall-Gleitpaarungen angesichts der aktuellen Erfahrungen und Berichte (Komplikationen und Serumspiegel von Metallionen) mit Vorsicht zu bewerten. Bei kritischer Indikationsstellung sind jedoch gute Ergebnisse bei jungen aktiven Männern und weniger Komplikationen im Vergleich zu anderen Patientengruppen (Frauen und Ältere) zu erwarten.	2++		136, 138, 2445
28. Wie sind die mittelfristigen Resultate nach HTEP bei FKN?	Die mittelfristigen Ergebnisse nach Oberflächenersatz und zementierter wie zementfreier HTEP bei FKN sind vergleichbar mit denen bei OA oder anderen Diagnosen.	2++		2528, 2451, 656, 883, 287, 879

	Schlechtere klinische Ergebnisse sind bei HTEP nach Alkohol- oder Steroid-induzierter FKN zu erwarten. Die Revisionsraten nach Nierenversagen oder -transplantation sind höher. Generell ist wegen des jungen Alters eine höhere Revisionsrate zu erwarten.			
29. Wie sind die Langzeitresultate nach HTEP bei FKN?	Die Langzeitresultate nach Oberflächenersatz und zementierter wie zementfreier HTEP bei FKN sind vergleichbar mit denen bei OA. Generell ist wegen des jungen Alters eine höhere Revisionsrate zu erwarten.	2++		466, 2447, 2560
30. Welcher Prothesentyp ist für die FKN geeignet?	<p>1. Gute Ergebnisse sind für die HTEP zu erwarten. Dabei sollten sowohl die zementierte als auch die zementfreie Version zum Einsatz kommen.</p> <p>2. Auch ein Oberflächenersatz bei der FKN junger Männer kann erwogen werden. Zu den kurzstieligen Prothesen kann noch keine abschließende Bewertung vorgenommen werden. <u>Bemerkung:</u> Die Empfehlung zum Oberflächenersatz ist angesichts der aktuellen Erfahrungen und Berichte bzgl. Metall-Metall-Gleitpaarungen (Komplikationen und Serumionen) mit Vorsicht zu sehen. Bei kritischer Indikationsstellung sind jedoch gute Ergebnisse bei jungen aktiven Männern und weniger Komplikationen im Vergleich zu anderen Patientengruppen (Frauen und Ältere) zu erwarten. Der reine femorale Hemi-Ersatz, insbesondere Hemi-Oberflächenersatz sollte zurückhaltend eingesetzt werden und ist im europäischen Raum praktisch nicht von Bedeutung.</p>	2++ Experten- konsens (stark)	1. B 2. 0	138, 466, 2445, 2451, 2560

6. LITERATURVERZEICHNIS

- 15: Agarwala S, Shah S, Joshi VR. The use of alendronate in the treatment of avascular necrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg.* 2009;91-B:1013-1018.
- 37: Pritchett JW. Statin therapy decreases the risk of osteonecrosis in patients receiving steroids. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(386):173-178.
- 55: Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Huang CC, Lee MS, Chan YS, Wang JW, Ko JY. Treatment of osteonecrosis of the hip: comparison of extracorporeal shockwave with shockwave and alendronate. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008;128:901-908.
- 86: Tarner IH, Dinser R, Müller-Landner U. Pharmakotherapeutische Aspekte der Femurkopfnekrose. *Orthopäde.* 2007;36:446-450.
- 92: Mont MA, Jones LC, Seyler TM, Marulanda GA, Saleh KJ, Delanois RE. New treatment approaches for osteonecrosis of the femoral head: an overview. *Instr Course Lect.* 2007;56:197-212.
99. Lüring C, Beckmann J, Pennekamp PH, Linhardt O, Grifka J, Tingart M. Die konservative Therapie der aseptischen Femurkopfnekrose. Gibt es evidenzbasierte Konzepte? *Orthopäde.* 2007;36:441-442.
105. Kawate K, Yajima H, Sugimoto K, Ono H, Ohmura T, Kobata Y, et al. Indications for free vascularized fibular grafting for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007;8:78.
116. Shuler MS, Rooks MD, Roberson JR. Porous tantalum implant in early osteonecrosis of the hip: preliminary report on operative, survival, and outcomes results. *J Arthroplasty.* 2007;22:26-31.
124. Neumayr LD, Aguilar C, Earles AN, Jergesen HE, Haberkern CM, Kammen BF, et al. Physical therapy alone compared with core decompression and physical therapy for femoral head osteonecrosis in sickle cell disease. Results of a multicenter study at a mean of three years after treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:2573-2582.
135. Davis ET, McKee MD, Waddell JP, Hupel T, Schemitsch EH. Total hip arthroplasty following failure of free vascularized fibular graft. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88 Suppl 3:110-115.
- 136: Mont MA, Seyler TM, Plate JF, Delanois RE and Parvizi J. Uncemented total hip arthroplasty in young adults with osteonecrosis of the femoral head: a comparative study. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:104-109.

- 138: Mont MA, Seyler TM, Marker DR, Marulanda GA, Delanois RE. Use of Metal-on-Metal Total Hip Resurfacing for the Treatment of Osteonecrosis of the Femoral Head. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:90-97.
- 140: Massari L., Fini M, Cadossi R, Setti S, Traina GC. Biophysical stimulation with pulsed electromagnetic fields in osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:56-60.
- 143: Ha YC, Jung WH, Kim JR, Seong NH, Kim SY, Koo KH. Prediction of collapse in femoral head osteonecrosis: a modified kerboul method with use of magnetic resonance images. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:35-40.
- 145: Mont MA, Marulanda GA, Jones LC, Saleh KJ, Gordon N, Hungerford DS, Steinberg ME. Systematic analysis of classification systems for osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88 Suppl 3:16-26.
- 166: Schmitt-Sody M, Kirchhoff C, Mayer W, Goebel M, Jansson V. Avascular necrosis of the femoral head: inter- and intraobserver variations of Ficat and ARCO classifications. *Int Orthop.* 2008;32:283-287.
- 170: Nagasawa K, Tada Y, Koarada S, Tsukamoto H, Horiuchi T, Yoshizawa S, Murai K, Ueda A, Haruta Y, Ohta A. Prevention of steroid-induced osteonecrosis of femoral head in systemic lupus erythematosus by anti-coagulant. *Lupus.* 2006;15:354-357.
- 184: Ito H, Matsuno T, Minami A. Relationship between bone marrow edema and development of symptoms in patients with osteonecrosis of the femoral head. *AJR Am J Roentgenol.* 186:1761–1770
- 212: Nishii T, Sugano N, Miki H, Hashimoto J, Yoshikawa H. Does Alendronate Prevent Collapse in Osteonecrosis of the Femoral Head? *Clin Orthop Rel Res.* 2006; 443:273–279.
- 214: Chen W, Zhang F, Chang SM, Hui K, Lineaweaver WC. Microsurgical fibular flap for treatment of avascular necrosis of the femoral head. *J Am Coll Surg.* 2006;202:324-334.
- 215: Yen CY, Tu YK, Ma CH, Yu SW, Kao FC, Lee MS. Osteonecrosis of the femoral head: comparison of clinical results for vascularized iliac and fibula bone grafting. *J Reconstr Microsurg.* 2006;22:21-24.
- 225: Tsao AK, Roberson JR, Christie MJ, Dore DD, Heck DA, Robertson DD, et al. Biomechanical and clinical evaluations of a porous tantalum implant for the treatment of early-stage osteonecrosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87 Suppl 2:22-27.
- 226: Kawasaki M, Hasegawa Y, Sakano S, Masui T, Ishiguro N. Total hip arthroplasty after failed transtrochanteric rotational osteotomy for avascular necrosis of the femoral head. *J Arthroplasty.* 2005;20:574-579.

- 230: Wang CJ, Wang FS, Huang CC, Yang KD, Weng LH, Huang HY. Treatment for osteonecrosis of the femoral head: comparison of extracorporeal shock waves with core decompression and bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:2380-2387.
- 239: Lai KA, Shen WJ, Yang CY, Shao CJ, Hsu JT, Lin RM. The use of alendronate to prevent early collapse of the femoral head in patients with nontraumatic osteonecrosis. A randomized clinical study. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:2155-2159.
- 248: Kim SY, Kim YG, Kim PT, Ihn JC, Cho BC, Koo KH. Vascularized compared with nonvascularized fibular grafts for large osteonecrotic lesions of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:2012-2018.
- 260: Talamo G, Angtuaco E, Walker RC, Dong L, Miceli MH, Zangari M, Tricot G, Barlogie B, Anaissie E. Avascular necrosis of femoral and/or humeral heads in multiple myeloma: results of a prospective study of patients treated with dexamethasone-based regimens and high-dose chemotherapy. *J Clin Oncol.* 2005;23:5217–5223.
- 265: Glueck CJ, Freiberg RA, Sieve L, Wang P. Enoxaparin prevents progression of stages I and II osteonecrosis of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;435:164-170.
- 286: Disch AC, Matziolis G, Perka C. The management of necrosis-associated and idiopathic bone-marrow oedema of the proximal femur by intravenous iloprost. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:560-564.
- 287: Radl R, Hungerford M, Materna W, Rehak P, Windhager R. “Higher failure rate and stem migration of an uncemented femoral component in patients with femoral head osteonecrosis than in patients with osteoarthritis. *Acta Orthopaedica.* 2005;76:49–55.
- 326: Agarwala S, Jain D, Joshi VR, Sule A. Efficacy of alendronate, a bisphosphonate, in the treatment of AVN of the hip. A prospective open-label study. *Rheumatology (Oxford).* 2005;44:352-359.
- 350: Garberina MJ, Berend KR, Gunneson EE, Urbaniak JR. Results of free vascularized fibular grafting for femoral head osteonecrosis in patients with systemic lupus erythematosus. *Orthop Clin North Am.* 2004;35:353-357.
- 366: Gangji V, Hauzeur JP, Matos C, De Maertelaer V, Toungouz M, Lambermont M. Treatment of osteonecrosis of the femoral head with implantation of autologous bone-marrow cells. A pilot study. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A:1153-1160.
- 386: Chen WP, Tai CL, Shih CH, Hsieh PH, Leou MC, Lee MS. Selection of fixation devices in proximal femur rotational osteotomy: clinical complications and finite element analysis. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2004;19:255-262.

- 387: Aldridge JM, 3rd, Berend KR, Gunneson EE, Urbaniak JR. Free vascularized fibular grafting for the treatment of postcollapse osteonecrosis of the femoral head. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A Suppl 1:87-101.
- 392: Radke S, Kenn W, Eulert J. Transient bone marrow edema syndrome progressing to avascular necrosis of the hip - a case report and review of the literature. *Clin Rheumatol.* 2004;23:83-88.
- 410: Mont MA, Etienne G, Ragland PS. Outcome of nonvascularized bone grafting for osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(417):84-92.
- 438: Davies M, Cassar-Pucillino V, Darby A. Subchondral insufficiency fractures of the femoral head. *Eur Radiol.* 2004;14:201–207
- 451: Berend KR, Gunneson EE, Urbaniak JR. Free vascularized fibular grafting for the treatment of postcollapse osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2003 Jun;85-A:987-993.
- 460: Reis ND, Schwartz O, Militianu D, Ramon Y, Levin D, Norman D, Melamed Y, Shupak A, Goldsher D, Zinman C. Hyperbaric oxygen therapy as a treatment for stage-I avascular necrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br.* 85-B;3:371-375
- 465: Hasegawa Y, Sakano S, Iwase T, Iwasada S, Torii S, Iwata H. Pedicle bone grafting versus transtrochanteric rotational osteotomy for avascular necrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85:191-198.
- 466: Kim OH, Oh SH, Kim JS, Koo KH. Contemporary Total Hip Arthroplasty with and without Cement in Patients with Osteonecrosis of the Femoral Head. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:675-681.
- 467: Plakseychuk AY, Kim SY, Park BC, Varitimidis SE, Rubash HE, Sotereanos DG. Vascularized compared with nonvascularized fibular grafting for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:589-596.
- 478: Cherian SF, Laorr A, Saleh KJ, Kuskowski MA, Bailey RF, Cheng EY. Quantifying the extent of femoral head involvement in osteonecrosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:309-15.
- 484: Stevens K, Tao C, Lee SU, Salem N, Vandevenne J, Cheng C, Neumann G, Valentin-Opran A, Lang P. Subchondral fractures in osteonecrosis of the femoral head: comparison of radiography, CT, and MR imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 2003;180:363-368.
- 496: Sugano N, Atsumi T, Ohzono K, Kubo T, Hotokebuchi T, Takaoka K. The 2001 revised criteria for diagnosis, classification, and staging of idiopathic osteonecrosis of the femoral head. *J Orthop Sci.* 2002;7:601-605.

- 499: Schneider W, Aigner N, Pinggera O, Knahr K. Intertrochanteric osteotomy for avascular necrosis of the head of the femur. Survival probability of two different methods. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84:817-824.
- 508: Hofmann S, Kramer J, Plenck H Jr. Die Osteonekrose des Hüftgelenkes im Erwachsenenalter. *Radiologe.* 2002;42:440-450.
- 516: Lee MS, Chang YH, Chao EK, Shih CH. Conditions before collapse of the contralateral hip in osteonecrosis of the femoral head. *Chang Gung Med J.* 2002;25:228-237.
- 554: Malizos KN, Siafakas MS, Fotiadis DI, Karachalios TS, Soucacos PN. An MRI-based semiautomated volumetric quantification of hip osteonecrosis. *Skeletal Radiol.* 2001;30:686-693.
- 572: Fujioka M, Kubo T, Nakamura F, Shibatani M, Ueshima K, Hamaguchi H, Inoue S, Sugano N, Sakai T, Torii Y, Hasegawa Y, Hirasawa Y. Initial changes of non-traumatic osteonecrosis of femoral head in fat suppression images: bone marrow edema was not found before the appearance of band patterns. *Magn Reson Imaging.* 2001;19:985-991
- 591: Ludwig J, Lauber S, Lauber HJ, Dreisilker U, Raedel R, Hotzinger H. High-energy shock wave treatment of femoral head necrosis in adults. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(387):119-126.
- 601: Steinberg ME, Larcom PG, Strafford B, Hosick WB, Corces A, Bands RE, et al. Core decompression with bone grafting for osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(386):71-78.
- 608: Soucacos PN, Beris AE, Malizos K, Koropiliadis A, Zalavras H, Dailiana Z. Treatment of avascular necrosis of the femoral head with vascularized fibular transplant. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(386):120-130.
- 656: Chan YS, Shih CH. Bipolar versus total hip arthroplasty for hip osteonecrosis in the same patient. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;(379):169-177.
- 669: Kim YM, Oh HC, Kim HJ. The pattern of bone marrow oedema on MRI in osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:837-841
- 694: Schneider W, Breitenseher M, Engel A, Knahr K, Plenck H, Jr., Hofmann S. Der Stellenwert der Bohrung in der Behandlung der Hüftkopfnekrose. *Orthopäde.* 2000;29:420-429.
- 696: Hofmann S, Mazieres B. Osteonekrose: Natürlicher Verlauf und konservative Therapie. *Orthopäde.* 2000;29:403-410.

706. Maniwa S, Nishikori T, Furukawa S, Kajitani K, Iwata A, Nishikawa U, et al. Evaluation of core decompression for early osteonecrosis of the femoral head. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2000;120:241-244.
- 720: Castro FP, Barrack RL. Core decompression and conservative treatment for avascular necrosis of the femoral head: a meta-analysis. *Am J Orthop.* 2000;29:187-194.
- 721: Im GI, Kim DY, Shin JH, Cho WH, Lee CJ. Degeneration of the acetabular cartilage in osteonecrosis of the femoral head: histopathologic examination of 15 hips. *Acta Orthop Scand.* 2000;71:28-30.
- 724: Lavernia CJ, Sierra RJ. Core decompression in atraumatic osteonecrosis of the hip. *J Arthroplasty.* 2000;15:171-178.
- 725: Iida S, Harada Y, Shimizu K, Sakamoto M, Ikenoue S, Akita T, Kitahara H, Moriya H. Correlation between bone marrow edema and collapse of the femoral head in steroid-induced osteonecrosis. *AJR Am J Roentgenol.* 2000;174:735-743.
- 759: Louie BE, McKee MD, Richards RR, Mahoney JL, Waddell JP, Beaton DE, Schemitsch EH, Yoo DJ. Treatment of osteonecrosis of the femoral head by free vascularized fibular grafting: an analysis of surgical outcome and patient health status. *Can J Surg.* 1999;42:274-283.
- 763: Vande Berg BC, Malghem JJ, Lecouvet FE, Jamart J, Maldague BE. Idiopathic bone marrow edema lesions of the femoral head: predictive value of MR imaging findings. *Radiology.* 1999;212:527-535.
- 833: Scully SP, Aaron RK, Urbaniak JR. Survival analysis of hips treated with core decompression or vascularized fibular grafting because of avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80:1270-1275.
- 852: Cho BC, Kim SY, Lee JH, Ramasastry SS, Weinzweig N, Baik BS. Treatment of osteonecrosis of the femoral head with free vascularized fibular transfer. *Ann Plast Surg.* 1998;40:586-593.
- 872: Mont MA, Einhorn TA, Sponseller PD, Hungerford DS. The trapdoor procedure using autogenous cortical and cancellous bone grafts for osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80:56-62.
- 878: Sotereanos DG, Plakseychuk AY, Rubash HE. Free vascularized fibula grafting for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;(344):243-256.
- 879: D'Antonio JA, Capello WN, Manley MT, Feinberg J. Hydroxyapatite coated implants. Total hip arthroplasty in the young patient and patients with avascular necrosis. *Clin Orthop Rel Res.* 1997;344:124-138.

- 883: Chiu KH, Shen WY, Ko CK, Chan KM. Osteonecrosis of the Femoral Head Treated With Cementless Total Hip Arthroplasty - A Comparison With Other Diagnoses. *J Arthroplasty*. 1997;12:683-688.
- 906: Ritter MA, Helphinstine J, Keating EM, Faris PM, Meding JB. Total Hip Arthroplasty in Patients With Osteonecrosis: The Effect of Cement Techniques. *Clin Orthop Relat Res*. 1997;338:94-99.
- 942: Smith SW, Meyer RA, Connor PM, Smith SE, Hanley EN Jr. Interobserver reliability and intraobserver reproducibility of the modified Ficat classification system of osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78:1702-1706.
- 945: Kane SM, Ward WA, Jordan LC, Guilford WB, Hanley EN, Jr. Vascularized fibular grafting compared with core decompression in the treatment of femoral head osteonecrosis. *Orthopedics*. 1996;19:869-872.
- 972: Mont MA, Carbone JJ, Fairbank AC. Core decompression versus nonoperative management for osteonecrosis of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;(324):169-78.
- 973: Lluch BC, García-Andrade DG, López-Oliva Muñoz F, López-Dúran Stern L. Utilidad de los campos electromagnéticos en el tratamiento de la necrosis avascular de cadera: estudio prospectivo de 30 casas. *Rev Clin Esp*. 1996;2:67-74.
- 1001: Koo KH, Kim R, Ko GH, Song HR, Jeong ST, Cho SH. Preventing collapse in early osteonecrosis of the femoral head. A randomised clinical trial of core decompression. *J Bone Joint Surg Br*. 1995;77:870-874.
- 1023: Urbaniak JR, Coogan PG, Gunneson EB, Nunley JA. Treatment of osteonecrosis of the femoral head with free vascularized fibular grafting. A long-term follow-up study of one hundred and three hips. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77:681-694.
- 1025: Malizos KN, Soucacos PN, Beris AE. Osteonecrosis of the femoral head. Hip salvaging with implantation of a vascularized fibular graft. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;(314):67-75.
- 1035: Mont MA, Hungerford DS. Non-traumatic avascular necrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77:459-474.
- 1054: Steinberg ME, Hayken GD, Steinberg DR. A quantitative system for staging avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br*. 1995;77:34-41.
- 1119: Aaron RK. Treatment of osteonecrosis of the femoral head with electrical stimulation. *Instr Course Lect*. 1994;43:495-498.
- 1182: Fordyce MJ, Solomon L. Early detection of avascular necrosis of the femoral head by MRI. *J Bone Joint Surg Br*. 1993; 75:365-367.

- 1254: Ohzono K, Saito M, Sugano N, Takaoka K, Ono K. The fate of nontraumatic avascular necrosis of the femoral head. A radiologic classification to formulate prognosis. Clin Orthop Relat Res. 1992;(277):73-78
- 1257: Yoo MC, Chung DW, Hahn CS. Free vascularized fibula grafting for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. Clin Orthop Relat Res. 1992;(277):128-138.
- 1301: Brunelli G, Brunelli G. Free microvascular fibular transfer for idiopathic femoral head necrosis: long-term follow-up. J Reconstr Microsurg. 1991;7:285-295.
- 1311: Stulberg BN, Davis AW, Bauer TW, Levine M, Easley K. Osteonecrosis of the femoral head. A prospective randomized treatment protocol. Clin Orthop Relat Res. 1991;(268):140-151.
- 1315: Steinberg ME. Osteonecrosis of the hip: summary and conclusions. Semin Arthroplasty. 1991;2:241-249.
- 1319: Aaron RK, Steinberg ME. Electrical stimulation of osteonecrosis of the femoral head. Semin Arthroplasty. 1991;2:214-221.
- 1330: Kopecky KK, Braunstein EM, Brandt KD, Filo RS, Leapman SB, Capello WN, Klatte EC. Apparent avascular necrosis of the hip: appearance and spontaneous resolution of MR findings in renal allograft recipients. Radiology. 1991;179:523-527.
- 1349: Ohzono K, Saito M, Takaoka K, Ono K, Saito S, Nishina T, Kadowaki T. Natural history of nontraumatic avascular necrosis of the femoral head. J Bone Joint Surg Br. 1991;73:68-72.
- 1363: Steinberg ME, Brighton CT, Bands RE, Hartman KM. Capacitive coupling as an adjunctive treatment for avascular necrosis. Clin Orthop Relat Res. 1990;(261):11-18.
- 1392: Trancik T, Lunceford E, Strum D. The effect of electrical stimulation on osteonecrosis of the femoral head. Clin Orthop Relat Res. 1990;(256):120-124.
- 1405: Beltran J, Knight CT, Zuelzer WA, Morgan JP, Shwendeman LJ, Chandnani VP, et al. Core decompression for avascular necrosis of the femoral head: correlation between long-term results and preoperative MR staging. Radiology. 1990;175:533-536.
- 1437: Stulberg BN, Bauer TW, Belhobek GH, Levine M, Davis A. A diagnostic algorithm for osteonecrosis of the femoral head. Clin Orthop Relat Res. 1989;(249):176-182.

- 1443: Aaron RK, Lennox D, Bunce GE, Ebert T. The conservative treatment of osteonecrosis of the femoral head. A comparison of core decompression and pulsing electromagnetic fields. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(249):209-218.
- 1464: Bassett CA, Schink-Ascani M, Lewis SM. Effects of pulsed electromagnetic fields on Steinberg ratings of femoral head osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(246):172-185.
- 1509: Stulberg BN, Levine M, Bauer TW, Belhobek GH, Pflanze W, Feiglin DH, Roth AI. Multimodality approach to osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(240):181-193.
- 1571: Coleman BG, Kressel HY, Dalinka MK, Scheibler ML, Burk DL, Cohen EK. Radiographically negative avascular necrosis: detection with MR imaging. *Radiology.* 1988;168:525-528.
- 1616: Beltran J, Herman LJ, Burk JM, Zuelzer WA, Clark RN, Lucas JG, Weiss LD, Yang A. Femoral head avascular necrosis: MR imaging with clinical-pathologic and radionuclide correlation. *Radiology.* 1988;166:215-220.
- 1618: Saito S, Ohzono K, Ono K. Joint-preserving operations for idiopathic avascular necrosis of the femoral head. Results of core decompression, grafting and osteotomy. *J Bone Joint Surg Br.* 1988;70:78-84.
- 1681: Markisz JA, Knowles RJ, Altchek DW, Schneider R, Whalen JP, Cahill PT. Segmental patterns of avascular necrosis of the femoral heads: early detection with MR imaging. *Radiology.* 1987;162:717-720.
- 1708: Beltran J, Burk JM, Herman LJ, et al. Avascular necrosis of the femoral head: early MRI detection and radiological correlation. *Magn Reson Imaging.* 1987;5:431-442.
- 1808: Steinberg ME, Brighton CT, Hayken GD, Tooze SE, Steinberg DR. Electrical stimulation in the treatment of osteonecrosis of the femoral head--a 1-year follow-up. *Orthop Clin North Am.* 1985;16:747-756.
- 1820: Meyers MH. Resurfacing of the femoral head with fresh osteochondral allografts. Long-term results. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(197):111-114.
- 2333: M. Jäger, A. Werner, S. Lentrodt, U. Mödder and R. Krauspe. Schmerztherapie bei nichtjuvenilen, aseptischen Osteonekrosen. *Schmerz.* 2004;18:481-491.

- 2334: Meizer R, Radda C, Stolz G, Kotsaris S, Petje G, Krasny C, Wik M, Mayerhöfer M, Landsiedl F, Aigner N. MRI-controlled analysis of 104 patients with painful bone marrow edema in different joint localizations treated with the prostacyclin analogue iloprost. *Wien Klin Wochenschr.* 2005;117:278-286.
- 2353: Chen JM, Hsu SL, Wong T, Chou WY, Wang CJ, Wang FS. Functional outcomes of bilateral hip necrosis: total hip arthroplasty versus extracorporeal shockwave. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;129:837-841.
- 2358: Yoo MC, Kim KI, Hahn CS, Parvizi J. Long-term followup of vascularized fibular grafting for femoral head necrosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466:1133-1140.
- 2362: Zibis AH, Karantanas AH, Roidis NT, Hantes ME, Argiri P, Moraitis T, Malizos KN. The role of MR imaging in staging femoral head osteonecrosis. *Eur J Radiol.* 2007;63:3-9.
- 2370: Lim SJ, Moon YW, Eun SS, Park YS. Total hip arthroplasty using the S-ROM modular stem after joint-preserving procedures for osteonecrosis of the femoral head. *J Arthroplasty.* 2008;23:495-501.
- 2420: Ajmal M, Matas AJ, Kuskowski M, Cheng EY. Does statin usage reduce the risk of corticosteroid-related osteonecrosis in renal transplant population? *Orthop.Clin.North Am.* 2009;40:235-239.
- 2421: Alves EM, Angrisani AT, Santiago MB. The use of extracorporeal shock waves in the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a systematic review. *Clin Rheumatol.* 2009;28:1247-1251.
- 2432: Mont MA, Zywiell MG, Marker DR, McGrath MS, Delanois RE. The natural history of untreated asymptomatic osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:2165-2170
- 2445: Stulberg BN, Fitts SM, Zadzilka JD, Trier K. Resurfacing Arthroplasty for Patients with Osteonecrosis. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2009;67:138-141.
- 2446: Aigner N, Petje G, Schneider W, Meizer R, Wik M, Kotsaris S, Knahr K, Landsiedl F. Bone marrow edema syndrome of the femoral head: treatment with the prostacyclin analogue iloprost vs. core decompression: an MRI-controlled study. *Wien Klin Wochenschr.* 2005;117:130-135.
- 2447: Ortiguera CJ, Pulliam IT, Cabanela ME. Total Hip Arthroplasty for Osteonecrosis - Matched-Pair Analysis of 188 Hips With Long-Term Follow-Up. *J Arthroplasty.* 14;1:21-28.

- 2451: Beaulé PE, Amstutz HC, Le Duff M, Dorey F. Surface Arthroplasty for Osteonecrosis of the Hip. *J Arthroplasty*. 2004;19:54-58.
- 2453: Aaron RK, Steinberg ME. Electrical stimulation of osteonecrosis of the femoral head. *Semin Arthroplasty*. 1991;2:214-221.
- 2455: Ficat RP. Idiopathic bone necrosis of the femoral head: early diagnosis and treatment. *J Bone Joint Surg Br*. 1985;67:3-9.
- 2457: Steinberg ME, Brighton CT, Corces A, Hayken GD, Steinberg DR, Strafford B, Tooze SE, Fallon M. Osteonecrosis of the femoral head. Results of core decompression and grafting with and without electrical stimulation. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;(249):199-208.
- 2463: Powell ET, Lanzer WL, Mankey MG. Core decompression for early osteonecrosis of the hip in high risk patients. *Clin Orthop Relat Res*. 1997;(335):181-189.
- 2465: Steinberg ME, Hayken GD, Steinberg DR. A new method for evaluation and staging of avascular necrosis of the femoral head. *Bone Circulation*, Kapitel 65, Arlet J, Ficat RP, Hungerford DS. Williams and Wilkins, Baltimore, 1984, S 398-403
- 2479: Robinson Jr HJ, Springer, J.A. Success of core decompression in the management of early stages of avascular necrosis: A four-year prospective study. *Orthop Trans*. 1992-1993;16:707.
- 2482: Dean GS, Kime RC, Fitch RD, Gunneson E, Urbaniak JR. Treatment of osteonecrosis in the hip of pediatric patients by free vascularized fibular graft. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;(386):106-113.
- 2488: Hungerford DS, Zizic TM. II. The treatment of ischemic necrosis of bone in systemic lupus erythematosus. *Medicine (Baltimore)*. 1980;59:143-148.
- 2489: Hernigou P, Beaujean F. Treatment of osteonecrosis with autologous bone marrow grafting. *Clin Orthop Relat Res*. 2002;(405):14-23.
- 2491: Steinberg ME, Hayken GD, Steinberg DR. The "conservative" management of avascular necrosis of the femoral head. In Arlet J, Ficat RP, Hungerford DS: *Bone Circulation* 334-337; Williams and Wilkins, Baltimore, London 1984.
- 2494: Mitchell DG. Using MR imaging to probe the pathophysiology of osteonecrosis. *Radiology* 1989;71:25-26.
- 2496: Strauss m, Dvozak T: Femoral head necrosis and hyperbaric oxygen therapy. In Kindwall EP, Whelan HT (Eds.) *Hyperbaric medicine practice*. Best publishing practice. 1999:909-926

2498. Coogan PG, Urbaniak JR: Multicenter Experience with free vascularized fibular grafts for osteonecrosis of the femoral head: In: Osteonecrosis: Etiology, Diagnosis, and Treatment, Edited by Urbaniak JR and Jones JP: American Academy of Orthopaedic Surgeons, Rosemont, IL. 1997:327–346.
- 2499: Russo S, Galsso O, Gigliotti S (1999) Shock wave therapy for the treatment of hip necrosis. ESMST / 2nd Internat. Congress of the European Society for Musculoskeletal Shock Wave Therapy, London (Proceedings).
2523. Arlet J, Ficat RP. Forage-biopsie de la tête femorale dans l'osteonecrose primitive. Observations histo-pathologiques portant sur huit forages. Rev Rhum. 1964;31:257–264.
- 2525: Gardeniers JVM. A new international classification of osteonecrosis of the "ARCO committee on terminology and classification". ARCO news 1992;4: 41-46
- 2526: Gardeniers JVM. Report of the committee of staging and nomenclature. ARCO news 1993;5: 79-82
- 2527: Ficat AP, Arlet J: Ischemia And Necrosis Of Bone. Hungerford DS (Ed.) Williams and Wilkins. Baltimore, 1980: S. 68
- 2528: Johannson HR, Zywiell MG, Marker DR, Jones LC, McGrath MS, Mont MA. Osteonecrosis is not a predictor of poor outcomes in primary total hip arthroplasty: a systematic literature review. Int Orthop. 2011;35:465-473.
- 2529: Kang P, Pei F, Shen B, Zhou Z, Yang J. Are the results of multiple drilling and alendronate for osteonecrosis of the femoral head better than those of multiple drilling? A pilot study. Joint Bone Spine 2012;79:67-72.
- 2530: Lieberman JR, Engstrom SM, Meneghini RM, SooHoo NF. Which factors influence preservation of the osteonecrotic femoral head? Clin.Orthop.Relat.Res. 2012;470:525-534.
- 2549: Marcus ND, Enneking WF, Massam RA. The silent hip in idiopathic aseptic necrosis. Treatment by bone-grafting. J Bone Joint Surg Am. 1973;55:1351-1366.
- 2558: Blondin D. Stadieneinteilung und bildgebende Diagnostik. In: Jäger M, Krauspe R. Osteonekrosen. Pathogenese-Diagnostik-Therapie-Verlauf. Unimed Verlag Bremen, London, Boston. S. 26-37
2559. Reppenhausen S, Rackwitz L, Kenn W, Roth A, Goebel S, Rudert M, Nöth U. Diagnostik der atraumatischen Femurkopfnekrose des Erwachsenen. Osteologie. 2010;19:10-17.

- 2560: Beckmann J, Rader C, Lüring C, Rath B, Grifka J, Tingart M. Endoprothetische Gelenkersorgung bei Hüftkopfnekrose. *Osteologie*. 2010; 46-52.
2561. Fang T, Zhang EW, Sailles FC, McGuire RA, Lineaweaver WC, Zhang F. Vascularized fibular grafts in patients with avascular necrosis of femoral head: a systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133:1-10.
- 2562: Rajagopal M, Samora JB, Ellis TJ. Efficacy of core decompression as treatment for osteonecrosis of the hip: a systematic review. *Hip Int*. 2012; 22: 489-493.
- 2563: Eward WC, Rineer CA, Urbaniak JR, Richard MJ, Ruch DS. The vascularized fibular graft in precollapse osteonecrosis: is long-term hip preservation possible? *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470:2819-2826.
- 2569: Tetik C, Başar H, Bezer M, Erol B, Ađir I, Esemenli T. Comparison of early results of vascularized and non-vascularized fibular grafting in the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2011;45:326-334.
- 2570: Liu B, Yi H, Zhang Z, Li Z, Yue D, Sun W. Association of hip joint effusion volume with early osteonecrosis of the femoral head. *Hip Int*. 2012;22(2):179-183.
- 2571: McCarthy EF. The pathology of transient regional osteoporosis. *Iowa Orthop J*. 1998;18:35-42.
- 2572: Mitchell MD, Kundel HL, Steinberg ME, Kressel HY, Alavi A, Axel L. Avascular necrosis of the hip: comparison of MR, CT, and scintigraphy. *AJR Am J Roentgenol*. 1986;147:67–71.
- 2573: Mitrovic DR, Riera H. Synovial, articular cartilage, and bone changes in rapidly destructive arthropathy (osteoarthritis) of the hip. *Rheumatol Int*. 1992; 12:17–22.
- 2574: Mont MA, Ulrich SD, Seyler TM, Smith JM, Marker DR, McGrath MS, Hungerford DS, Jones LC. Bone scanning of limited value for diagnosis of symptomatic oligofocal and multifocal osteonecrosis. *J Rheumatol*. 2008;35:1629-1634.
- 2575: Öner AY, Aggunlu L, Akpek S, Celik A, Le Roux P, Tali T, Gultekin S. Staging of hip avascular necrosis: is there a need for DWI? *Acta Radiol*. 2011;52:111-114.
- 2576: Piyakunmala K, Sangkomkamhang T, Chareonchonvanitch K. Is magnetic resonance imaging necessary for normal plain radiography evaluation of contralateral non-traumatic asymptomatic femoral head in high osteonecrosis risk patient. *J Med Assoc Thai*. 2009;92 Suppl 6:147-151.

- 2577: Potter HG, Schachar J. High resolution noncontrast MRI of the hip. *J Magn Reson Imaging*. 2010;31:268-278.
- 2578: Robinson HJ Jr, Hartleben PD, Lund G, Schreiman J. Evaluation of magnetic resonance imaging in the diagnosis of osteonecrosis of the femoral head. Accuracy compared with radiographs, core biopsy, and intraosseous pressure measurements. *J Bone Joint Surg Am*. 1989;71:650-663.
- 2579: Sakai T, Sugano N, Nishii T, Hananouchi T, Yoshikawa H. Extent of osteonecrosis on MRI predicts humeral head collapse. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466:1074-1080.
- 2581: Solomon L. Bone-marrow oedema syndrome. *J Bone Joint Surg Br*. 1993; 75:175–176.
- 2582: Swoopes F, Mazzini N, Centonze M, Fancellu G. It is true that regional migratory osteoporosis has a full remission? A follow-up after 14 years. A case report. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2012;48:161-165.
- 2580: Seiler JG 3rd, Christie MJ, Homra L. Correlation of the findings of magnetic resonance imaging with those of bone biopsy in patients who have stage-I or II ischemic necrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am*. 1989;71:28-32.
- 2583: Turner DA, Templeton AC, Selzer PM, Rosenberg AG, Petasnick JP. Femoral capital osteonecrosis: MR finding of diffuse marrow abnormalities without focal lesions. *Radiology*. 1989;171:135–140.
- 2584: Vande Berg BC, Lecouvet FE, Koutassisoff S, Simoni P, Malghem J. Bone marrow edema of the femoral head and transient osteoporosis of the hip. *Eur J Radiol*. 2008;67:68-77.
- 2585: Vande Berg BE, Malghem JJ, Labaisse MA, Noel HM, Maldague BE. Avascular necrosis of the hip: comparison of contrast-enhanced and nonenhanced MR imaging with histologic correlation. *Radiology*. 1992; 182:445–450
- 2586: Visuri T. Stress osteopathy of the femoral head—10 military recruits followed for 5–11 years. *Acta Orthop Scand*. 1997;68:138–141.
- 2587: Watanabe W, Itoi E, Yamada S. Early MRI findings of rapidly destructive coxarthrosis. *Skeletal Radiol*. 2002;31:35-38.
- 2588: Whitehouse R, Bohndorf K: Nekrosen am Skelett. In: *Radiologische Diagnostik der Knochen und Gelenke*. K. Bohndorf, H. Imhoff, K. Wörtler (Hrsg). Thieme Verlag 3. Auflage, 2013
- 2589: Yamamoto T, Bullough PG. The role of subchondral insufficiency fracture in rapid destruction of the hip joint: a preliminary report. *Arthritis Rheum*. 2000;43:2423-2427.

- 2590: Yamamoto T, Kubo T, Hirasawa Y, Noguchi Y, Iwamoto Y, Sueishi K. A clinicopathologic study of transient osteoporosis of the hip. *Skeletal Radiol.* 1999;28:621-627.
- 2591: Yamamoto T, Schneider R, Bullough PG. Insufficiency subchondral fracture of the femoral head. *Am J Surg Pathol.* 2000;24:464–468.
- 2592: Yang JH, Oh KJ, Pandher DS. Hydroxyapatite crystal deposition causing rapidly destructive arthropathy of the hip joint. *Indian J Orthop.* 2011;45:569-572.
- 2593: Bassett LW, Gold RH, Reicher M, Bennett LR, Tooke SM. Magnetic resonance imaging in the early diagnosis of ischemic necrosis of the femoral head. Preliminary results. *Clin Orthop Relat Res.* 1987;(214):237-248.
- 2594: Bassounas AE, Karantanas AH, Fotiadis DI, Malizos KN. Femoral head osteonecrosis: volumetric MRI assessment and outcome. *Eur J Radiol.* 2007;63:10-5.
- 2595: Bohndorf K: Transiente Osteoporose- transientes Knochenmarködem . In: Radiologische Diagnostik der Knochen und Gelenke. K. Bohndorf, H. Imhoff, K. Wörtler (Hrsg). Thieme Verlag 3. Auflage, 2013.
- 2596: Emad Y, Ragab Y, El-Shaarawy N, Rasker JJ. Transient osteoporosis of the hip, complete resolution after treatment with alendronate as observed by MRI description of eight cases and review of the literature. *Clin Rheumatol.* 2012;31:1641-1647.
- 2597: Grimm J, Hopf C, Higer HP. Die Femurkopfnekrose. Diagnostik und morphologische Analyse mittels Röntgen, Szintigraphie, Computertomographie und Magnetresonanztomographie 1989. *Z Orthop.* 127:680 - 690
- 2598: Hofmann S, Kramer J, Schneider W, Plenck H Jr. Transient osteoporosis may represent a reversible early form of avascular necrosis of the hip joint. *Current Orthop.* 1997;11:164–172.
- 2599: Ilardi SF, Sokoloff L. Secondary osteonecrosis in osteoarthritis of the femoral head *Hum Pathol.* 1984;15:79–83.
- 2600: Jawad MU, Haleem AA, Scully SP. In brief: Ficat classification: avascular necrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470:2636-2639.
- 2601: Kubo T, Yamamoto T, Inoue S, Horii M, Ueshima K, Iwamoto Y, Hirasawa Y. Histological findings of bone marrow edema pattern on MRI in osteonecrosis of the femoral head. *J Orthop Sci.* 2000;5:520-523.
- 2602: Lee GC, Steinberg ME. Are we evaluating osteonecrosis adequately? *Int Orthop.* 2012;36:2433-2439.

Erstellungsdatum: 01/2014

Nächste Überprüfung geplant: 01/2017

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind**

© Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online