



Seit > 5 Jahren nicht aktualisiert, Leitlinie wird zur Zeit überarbeitet

Leitlinie Kurzfassung

S3-Leitlinie „Atraumatische Femurkopfnekrose des Erwachsenen“

Version 2.4 – August 2019

AWMF-Register-Nr. 033/050 – Atraumatische Femurkopfnekrose des Erwachsenen

Federführender Autor

Prof. Dr. A. Roth

Federführende Fachgesellschaft

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC)

Beteiligte Fachgesellschaften

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

Deutsche Gesellschaft für Muskuloskelettale Radiologie (DGMSR)

Deutschen Gesellschaft für Physikalische Medizin und Rehabilitation (DGPMR)

Dachverband Osteologie (DVO)

Rheumaliga Bundesverband e.V. (DRL)



INHALTSVERZEICHNIS

1. Geltungsbereich und Zweck.....	3
Begründung für die Auswahl des Leitlinienthemas	3
Zielorientierung der Leitlinie.....	3
Patientenzielgruppe.....	3
Versorgungsbereich.....	3
Anwenderzielgruppe/Adressaten.....	3
2. Zusammensetzung der Leitliniengruppe: Beteiligung von Interessensgruppen	3
Repräsentativität der Leitliniengruppe: Beteiligte Berufsgruppen	3
Repräsentativität der Leitliniengruppe: Beteiligung von Patienten.....	4
3. Methodologische Exaktheit	4
Recherche, Auswahl und Bewertung wissenschaftlicher Belege (Evidenzbasierung).....	4
Formulierung von Schlüsselfragen.....	4
Verwendung existierender Leitlinien zum Thema.....	5
Systematische Literaturrecherche.....	5
Bewertung der Evidenz.....	7
Erstellung von Evidenztabellen.....	7
Formulierung der Empfehlungen und strukturierte Konsensfindung.....	8
Formale Konsensfindung: Verfahren und Durchführung	8
Berücksichtigung von Nutzen, Nebenwirkungen-relevanten Outcomes.....	10
Formulierung der Empfehlungen und Vergabe von Evidenzgraden und/ oder Empfehlungsgraden	10
4. Externe Begutachtung und Verabschiedung	12
Verabschiedung durch die Vorstände der herausgebenden Fachgesellschaften/Organisationen	12
5. Redaktionelle Unabhängigkeit.....	12
Finanzierung der Leitlinie.....	12
Darlegung von und Umgang mit Interessenkonflikten	13
6. Verbreitung und Implementierung	13
KONZEPT ZUR VERBREITUNG UND IMPLEMENTIERUNG.....	13
UNTERSTÜTZENDE MATERIALIEN FÜR DIE ANWENDUNG DER LEITLINIE.....	13
Diskussion möglicher organisatorischer und/oder finanzieller Barrieren gegenüber der Anwendung der Leitlinienempfehlungen.....	14
Messgrößen für das Monitoring: Qualitätsziele, Qualitätsindikatoren	14
7. Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren	14
Datum der letzten inhaltlichen Überarbeitung und Status.....	14
Aktualisierungsverfahren	14
8. Fragenkatalog	15
9. Literaturverzeichnis	34



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, Kortikoide 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 soll 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

Die Leitlinie richtet sich an Mitglieder der DGOOC, DGU, DGMSR, DGPMR, DVO sowie der Deutschen Rheumaliga und dient zur Information für Orthopäden, Traumatologen, Osteologen, Radiologen und Rehabilitationsmediziner.

2. ZUSAMMENSETZUNG DER LEITLINIENGRUPPE: BETEILIGUNG VON INTERESSENSGRUPPEN

REPRÄSENTATIVITÄT DER LEITLINIENGRUPPE: BETEILIGTE BERUFSGRUPPEN

- DGOOC (Federführende Fachgesellschaft)
- Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)
- Deutsche Gesellschaft für Muskuloskelettale Radiologie (DGMSR)
- Deutschen Gesellschaft für Physikalische Medizin und Rehabilitation (DGPMR)
- Dachverband Osteologie (DVO)



REPRÄSENTATIVITÄT DER LEITLINIENGRUPPE: BETEILIGUNG VON PATIENTEN

Deutsche Rheumaliga – Dr. J. Clausen

3. METHODOLOGISCHE EXAKTHEIT

RECHERCHE, AUSWAHL UND BEWERTUNG WISSENSCHAFTLICHER BELEGE (EVIDENZBASIERUNG)

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 (vzw. Entlastung, Krankengymnastik) 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 (Entlastung, Krankengymnastik) 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 in Kombination mit der Knochentransplantation?
20. Welche Bedeutung hat die Anbohrung in Kombination mit Knochenersatzstoffen?
21. Welche Bedeutung hat die Anbohrung in Kombination mit Iloprost?
22. Welche Bedeutung haben gefäßgestielte und nicht gefäßgestielte Fibulatransplantate für die Therapie der AVN?
23. Welche Bedeutung haben osteochondrale Allografts für die Therapie der AVN?
24. Welche Bedeutung haben Spongiosplastiken in der Therapie der AVN?
25. Welche Bedeutung haben Umstellungsosteotomien in der Therapie der AVN?
26. Welche Bedeutung haben Tantalum Implantate (tantalum rod) in der Therapie der AVN?
27. Haben sich die Erfolge und Revisionsraten der Hüft-TEP bei Femurkopfnekrose über die Jahre verändert?
28. Welche Risikofaktoren beeinflussen die Revisionsrate von Hüfttotalendoprothesen bei Femurkopfnekrose?
29. Wie sind die kurzfristigen Resultate bei HTEP bei FKN?
30. Wie sind die mittelfristigen Resultate nach HTEP bei FKN?
31. Wie sind die Langzeitresultate nach HTEP bei FKN?
32. Welcher Prothesentyp ist für die FKN geeignet?
33. Wie sind zellbasierte Therapieverfahren zu bewerten?

VERWENDUNG EXISTIERENDER LEITLINIEN ZUM THEMA

Zu dem Thema sind den Autoren keine aktuellen methodisch hochwertigen Leitlinien bekannt. Eine Suche erfolgte beim auf den Internetseiten des AWMF, der „National Guideline Clearinghouse“, dem „Guidelines International Network“ und der „Cochrane Library“.



SYSTEMATISCHE LITERATURRECHERCHE

Die systematische Literaturrecherche erfolgte in den Datenbanken Medline (via Pubmed) und in der Cochrane Library. Eine Plausibilitätskontrolle erfolgte unter zusätzlicher Verwendung von knowledge finder. Über Pubmed wurde folgende Stichwortsuche eingegeben:

"Femur Head Necrosis"[Majr:NoExp] NOT "Legg-Perthes Disease"[Mesh]

Die Suche umfasste in der ersten Leitlinie den Zeitraum vom 01.01.1970 bis einschließlich 31. Mai 2013, in der Aktualisierung von 2018 den Zeitraum vom 01.06.2013 bis zum 30.04.2017.

Einschlusskriterien waren:

- Systematische Reviews, Metaanalysen,
- Originalarbeiten, klinische Studien,
- Publikation (Volltext) verfügbar in deutscher und/oder englischer Sprache,
- Publikationszeitraum 01.01.1991-31.05.2013 und 01.06.2013 – 30.04.2017.

Ausschlusskriterien waren:

- keine Originalarbeit,
- bei Folgepublikationen Erstpublikationen bzw. Zweitberichte,
- Editorials, Letters, Comments,
- Fallserien, Einzelfallstudien,
- Sepsis, Morbus Perthes, Epiphyseolysis capititis femoris, Trauma,
- Tierexperimentelle Arbeiten,
- Zellkulturen,
- überholte diagnostische Maßnahmen (z.B. intraossäre Druckmessungen),
- überholte therapeutische Maßnahmen (z.B. verlassenes Endoprothesendesign)

Zusätzlich wurde für Fragestellungen, für die keine ausreichende Evidenz gefunden wurde oder die Erklärung der Zusammenhänge sinnvoll erschien auch auf Editorials, Bücher und Einzelfallbeschreibungen zurückgegriffen. Dies betraf ausschließlich den Stellenwert der MRT im Rahmen der Diagnostik und Differenzialdiagnostik.

Vor 1991 wurden 1606 Literaturstellen gefunden, von 1991 bis 31.05.2013 waren es nochmals 2109. Bis 31.05.2013 fanden sich insgesamt 3715 Literaturstellen. Nach Dublettenabgleich, Abstractscreening und Plausibilitätskontrolle verblieben insgesamt



1200 Literaturstellen, welche für die Bewertung potentiell geeignet waren. 60 davon waren aus dem Zeitraum vor 1991. Nach Screening der Volltexte unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien wurden 180 Publikationen zur Bewertung ausgewählt, welche o.g. Ein- bzw. Ausschlusskriterien entsprachen. Die Nummerierung der primären Literatur erfolgte entsprechend der Zuordnung in der Gesamtdatenbank. Die Zuordnung der neuerlichen Literatur erfolgte mit Namen in einem zweiten Literaturverzeichnis chronologisch.

Die neuerliche Literaturrecherche umfasste den Zeitraum vom 01. Juni 2013 bis 30. April 2017. Hierbei fanden die bereits definierten Ein- und Ausschlusskriterien Anwendung. Eingeschlossen wurden diesmal ausschließlich Clinical Trials, RCT's, Systematische Reviews und Metaanalysen. Gesucht wurde in der PubMed Library und bei Cochrane. Beim Verwenden der definierten Stichwortsuche fanden sich 427 Artikel, von denen 129 primär für die Bewertung geeignet schienen. Davon wurden 79 beim Abstractscreening ausgeschlossen, so dass 50 Artikel zur Bewertung verblieben. Die Plausibilitätskontrolle durch zwei unabhängige Gutachter erbrachte 6 weitere Artikel. Vier Artikel von 2018 bzw. 2019 wurden aufgrund ihrer Aktualität einbezogen. Beim Volltextscreening wurden nochmals 33 Artikel verworfen, sodass am Ende 25 Arbeiten zur Bewertung verblieben.

Die Archivierung der Evidenztabelle und der jeweiligen Literaturstellen der primären Leitlinie erfolgte in Endnote. Die Unterstützung und Anleitung diesbezüglich erfolgte durch das „Institut für Medizinische Statistik, Informatik und Dokumentation“ der Friedrich-Schiller Universität Jena, speziell durch Herrn Prof. Herbert Witte (Direktor) und Frau Dr.-Ing. Karin Schiecke. Die neuerliche Suche wurde im Online Guideline Development archiviert.

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 Evidenztabellen wurden als gesondertes Dokument eingereicht.

FORMULIERUNG DER EMPFEHLUNGEN UND STRUKTURIERTE KONSENSFINDUNG

FORMALE KONSENSFINDUNG: VERFAHREN UND DURCHFÜHRUNG

Für die Erstellung der Leitlinien bediente sich die Gruppe der Technik des nominalen Gruppenprozesses und der Delphitechnik.

Nach orientierenden Gesprächen mit der AWMF erfolgte bereits am 05.09.2008 ein Steuergruppentreffen. Hier erfolgte die Planung und Festlegung von Zielen, Vorgehensweisen, Abstimmungsverfahren und der Tagungsorte. Letzteres sollten der Deutsche Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie (DKOU) und wahlweise der Osteologiekongress sein. Bei diesem Treffen wurde ein erster Fragenkatalog formuliert. Die potentiellen Teilnehmer wurden benannt. Inhalte waren weiterhin die Gestaltung der Leitlinien, die systematische Literaturrecherche, die Stichwortwahl für die Suche, Besprechung der Regeln zur Literaturbewertung sowie die Finanzierung der Leitlinien.

Im Ergebnis wurden zunächst Leitlinien auf S1-Niveau fertiggestellt und der AWMF vorgelegt. Im Einvernehmen mit der AWMF und der Muttergesellschaft DGOOC wurde beschlossen, im Weiteren Proceedere Leitlinien auf S2- oder S3-Niveau zu erstellen. Für diese Leitlinie wurde das S3-Niveau gewählt.

Ein erstes Treffen der Leitliniengruppe erfolgte am 21.10.2009. Hierbei wurden inhaltliche Fragen und der Leitlinienprozess besprochen, weiterhin der Fragenkatalog. Hinsichtlich der Finanzierung wurde potenziellen Sponsoren aus der Industrie, die das Projekt unterstützen wollten, abgesagt. Durch die Teilnehmer wurde ein Confidential agreement unterzeichnet, welches die Mitglieder der Leitlinienkommission zur Verschwiegenheit verpflichtet. Es erfolgte eine Benennung der Teilnehmer einer potentiellen Leitlinienkommission und wiederum die Besprechung und Formulierung konkreter Fragen.

Für die Erstellung wurde ein Leitliniensekretariat eingerichtet (Mathias Dambacher; Eisenberg). Zur Auswertung wurden Arbeitsgruppen gebildet. Die Leitung dieser war wie folgt:

1. Diagnostik: Prof. K. Bohndorf (damals Wien, heute Halle), Prof. Andreas Roth (damals Jena/Eisenberg, heute Leipzig), Prof. Dr. Uwe Maus (Oldenburg).



2. Differenzialdiagnosen: Prof. K. Bohndorf (damals Wien, heute Halle).
3. Konservative Therapie: Prof. Dr. Andreas Roth (damals Jena/Eisenberg, heute Leipzig).
4. Gelenkerhaltende operative Maßnahmen: Prof. Uwe Maus (Oldenburg).
5. Gelenkersatz: Prof. Dr. Johannes Beckmann (Stuttgart).

Die Literatur wurde durch die Bibliotheken des Rudolf-Elle Krankenhauses Eisenberg, der Friedrich-Schiller-Universität Jena und des Universitätsklinikums der RWTH Aachen gestellt.

Weitere Treffen fanden am 27.10.2010 und am 25.03.2011 statt, bei denen der aktuelle Stand der Leitlinien besprochen wurde.

Am 13.10.2012 wurden im Rahmen eines Nominalen Gruppenprozesses in Frankfurt/Main unter Moderation von Frau Prof. Dr. I. Kopp als Vertreterin des AWMF die Schlüsselempfehlungen zu den Aspekten Diagnostik, konservative Therapie, gelenkerhaltende Therapie und Teile des Gelenkersatzes im Rahmen eines Nominalen Gruppenprozesses konsentiert. Der Ablauf war wie folgt:

- Vorstellung der zu konsentierenden Aussage/Empfehlung
- Stille Notiz: Zustimmung?
- Alternativvorschlag?
- Registrierung der Stellungnahmen im Umlaufverfahren und Zusammenfassung von Kommentaren durch die Moderatorin Fr. Prof. Kopp.
 - Vorabstimmung über Diskussion der einzelnen Kommentare – Erstellung einer Rangfolge.
- falls kein eindeutiges Ergebnis: Debattieren/Diskussion der Diskussionspunkte.
- Endgültige Abstimmung.

Es wurde beschlossen, den finalen Abstimmungsprozess des Gesamtmanuskripts im DELPHI-Verfahren mit den beteiligten Gesellschaften durchzuführen. Das DELPHI-Verfahren wurde als schriftliches Umlaufverfahren anonymisiert durchgeführt. Kommentare/Änderungsvorschläge wurden gesammelt und die überarbeitete Version abschließend in der Gruppe zirkuliert.

Die Vorbereitungen zur neuerlichen Leitlinie 2018 erfolgten webbasiert, unterstützt von der CGS Clinical Guideline Services GmbH. Auf deren Webseite „Online Guideline Development“ wurden die Literaturlauswertungen erstellt, hier erfolgte auch die Delphi-Abstimmung der Empfehlungen durch die Leitliniengruppe.



Für die Delphi-Abstimmung wurden die im Leitlinientext enthaltenen Empfehlungen in einen elektronischen Fragebogen überführt, so dass alle Mandatsträger die Möglichkeit hatten, die Empfehlungen anonym abzustimmen und zu kommentieren. Die folgenden Antwortoptionen waren möglich:

- ja
- eher ja
- unentschieden
- eher nein
- nein
- und Enthaltung.

Sobald eine Frage nicht mit "ja" abgestimmt wurde, wurde automatisch ein Kommentar bzw. Änderungsvorschlag erbeten, auf deren Basis die Kommentare ggf. überarbeitet wurden.

Nachdem alle Leitlinienmitglieder abgestimmt hatten wurden die Empfehlungen ggf. auf der Basis der eingegangenen Kommentare überarbeitet. Alle Empfehlungen wurden mindestens mit Konsens abgestimmt. Nach der Überarbeitung wurde der gesamte Leitlinientext noch mal allen Mitgliedern zum Gegenlesen zur Verfügung gestellt. Weitere Kommentare oder Änderungsvorschläge wurden diskutiert und in den Text eingearbeitet. Die Konsensstärke ergab sich aus dem Abstimmungsergebnis der Delphi-Befragung (siehe Tabelle 3).

BERÜCKSICHTIGUNG VON NUTZEN, NEBENWIRKUNGEN-RELEVANTEN OUTCOMES

Die Beschreibung von Nutzen, Nebenwirkungen und relevanten Outcomes findet sich im Hintergrundtext.

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).

Die Festlegung der Empfehlungsgrade erfolgte bei der Erstellung der ersten Leitlinie im Rahmen der Konsensuskonferenz, beim Update 2018 webbasiert durch die beteiligten Experten. In der Regel bestimmt der Evidenzgrad den Empfehlungsgrad. Bei der Formulierung der Empfehlungen kann so zwischen drei Modalitäten unterschieden werden (A: "soll", B: "sollte", 0: "kann", siehe Tabelle 1). Berücksichtigt wurden dabei neben der Studienqualität, abgebildet durch den Evidenzgrad, die klinische Relevanz der Studienendpunkte und die Umsetzbarkeit im Versorgungsalltag, aber auch Patientenpräferenzen und ethische sowie ökonomische Aspekte fanden Eingang in die Überlegungen. In den Fällen, in denen es daher zu Abweichungen zwischen Evidenz- und Empfehlungsgrad kam, werden die Gründe im Hintergrundtext zu den Empfehlungen erläutert.

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. EXTERNE BEGUTACHTUNG UND VERABSCHIEDUNG

VERABSCHIEDUNG DURCH DIE VORSTÄNDE DER HERAUSGEBENDEN FACHGESELLSCHAFTEN/ORGANISATIONEN

- Abschließend wurde die Leitlinie formal durch die Vorstände der beteiligten Fachgesellschaften verabschiedet (DGOOC, DGU, DGR, DGPMR, DVO).

5. REDAKTIONELLE UNABHÄNGIGKEIT

FINANZIERUNG DER LEITLINIE

Die Finanzierung der **primären** Leitlinien erfolgt zum großen Teil über vorhandene Ressourcen. Die Literaturbeschaffung erfolgte vorwiegend über die Leihbibliothek des Waldkrankenhauses „Rudolf-Elle“ GmbH, des Weiteren über die Universitätsbibliothek der Friedrich-Schiller-Universität Jena und die Uniklinik des RWTH Aachen. Ein Sekretär wurde für die Dauer von 2 Jahren über eine 400-€ Stelle eingestellt, um die



SIGN-Listen zu bearbeiten, die Literatur zu sortieren und in die Literaturdatenbank Endnote einzustellen. Die Kosten wurden zu 5036 € vom DVO übernommen. Die Übernahme der restlichen 5036 € wurden über das Drittmittelkonto des LL-Koordinators übernommen.

Die Finanzierung der aktuellen Leitlinie erfolgte über die DGOOC in Form der Bereitstellung des Leitlinienportals und des Leitliniensekretariats der CGS Clinical Guideline Services GmbH. Die Originalliteratur wurde über die Onlinezugänge der Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig bestellt.

DARLEGUNG VON UND UMGANG MIT INTERESSENKONFLIKTEN

Eine Erklärung über Interessenkonflikte (Formblatt der AWMF, Version 2010) wurde von allen Teilnehmern am Abstimmungsprozess angefordert und abgegeben. Die Inhalte der Erklärungen sind im Anhang dieses Reports tabellarisch dargestellt. Die Autoren und Mitglieder der Expertenrunde haben mit Ausnahme von J. Beckmann, K. Bohndorf, C. Heiß, M. Jäger, U. Maus, K. M. Peters und A. Roth (s. unten) keine finanziellen und kommerziellen sowie psychologischen und sozialen Interessenkonflikte oder eigene und/oder Interessen ihrer persönlichen /professionellen Partner innerhalb der letzten drei Jahre angegeben. Ihre Mitgliedschaft in den im Zusammenhang mit der Leitlinienentwicklung relevanten Fachgesellschaften wird bei der Namensnennung der Experten genannt. Aufgrund der systematischen Evidenzaufarbeitung und der strukturierten Konsensfindung erschien eine weitergehende Regelung zum Umgang mit Interessenkonflikten wie z.B. Enthaltung von Abstimmungen nicht erforderlich.

6. VERBREITUNG UND IMPLEMENTIERUNG

KONZEPT ZUR VERBREITUNG UND IMPLEMENTIERUNG

Eine Publikation der Leitlinien erfolgt auf den Internetseiten der AWMF in deutscher, englischer und russischer Sprache, auf den Seiten der DGOOC und des DVO durch eine Verlinkung auf die Seite des AWMF. Die primären Leitlinien wurden in mehreren Fachjournals publiziert. Die aktuellen Leitlinien werden erneut in einem Fachjournal publiziert.

UNTERSTÜTZENDE MATERIALIEN FÜR DIE ANWENDUNG DER LEITLINIE

Die Publikation der Leitlinien in Form eines up2date erfolgte beim Thieme-Verlag.



DISKUSSION MÖGLICHER ORGANISATORISCHER UND/ODER FINANZIELLER BARRIEREN GEGENÜBER DER ANWENDUNG DER LEITLINIENEMPFEHLUNGEN

Aktuell lassen sich keine organisatorischen oder finanziellen Barrieren zur Implementierung der Leitlinien erkennen.

MESSGRÖßEN FÜR DAS MONITORING: QUALITÄTSZIELE, QUALITÄTSINDIKATOREN

Es lässt sich nicht voraussagen, inwiefern die Leitlinie zu einer wesentlichen Veränderung des bisherigen Procedere führen werden. Die Leitliniengruppe geht davon aus, dass es eine differenziertere Diagnostik geben könnte, insofern das Ablaufschema der Diagnostik Verbreitung findet. Eine Schärfung des Bewusstseins für eine frühe Diagnose und eine Stadien-gerechte Therapie, welche in den Frühstadien auf den Gelenkerhalt zielt, ist zu erwarten. Insgesamt hat das Krankheitsbild der atraumatischen Femurkopfnekrose des Erwachsenen seit dem Erscheinen der ersten S3-Leitlinie eine höhere Aufmerksamkeit erfahren. Neben den Publikationen erfolgten Vorträge auf verschiedenen Fachkongressen. Weiterhin wurden Drittmittelprojekte beantragt.

1.9.2022: Gültigkeit der Leitlinie nach inhaltlicher Überprüfung durch das Leitliniensekretariat verlängert bis 1.9.2023

7. GÜLTIGKEITSDAUER UND AKTUALISIERUNGSVERFAHREN

DATUM DER LETZTEN INHALTLICHEN ÜBERARBEITUNG UND STATUS

Verabschiedet am 01.06.2019; gültig bis 01.09.2022

AKTUALISIERUNGSVERFAHREN

Jährlich erfolgte eine Pubmed-Suche unter Verwendung der benutzten Stichworte durch den Leitlinien-Koordinator. Aus der Gesamtzahl der Publikationen wurden die relevanten wie beschrieben beurteilt. Insofern gravierende Veränderungen bekannt wurden, welche den Prozess der Diagnostik und der Therapie betreffen, wurde die Leitliniengruppe früher aktiv. So in Bezug auf die Anwendung von Bisphosphonaten – hier war nach Abstimmung kein vorzeitiges ändern der Strategie angezeigt.

Die erneute Konsultation der Leitliniengruppe erfolgt routinemäßig im September 2022.

Insofern innerhalb dieses Zeitraumes Methoden, die bisher nicht üblich waren, zunehmend Anwendung finden, wird in diesem Rahmen entschieden, ob hierzu eine zusätzliche Recherche und Stellungnahme erfolgen soll. Ansprechpartner ist die DGOOC.



8. FRAGENKATALOG



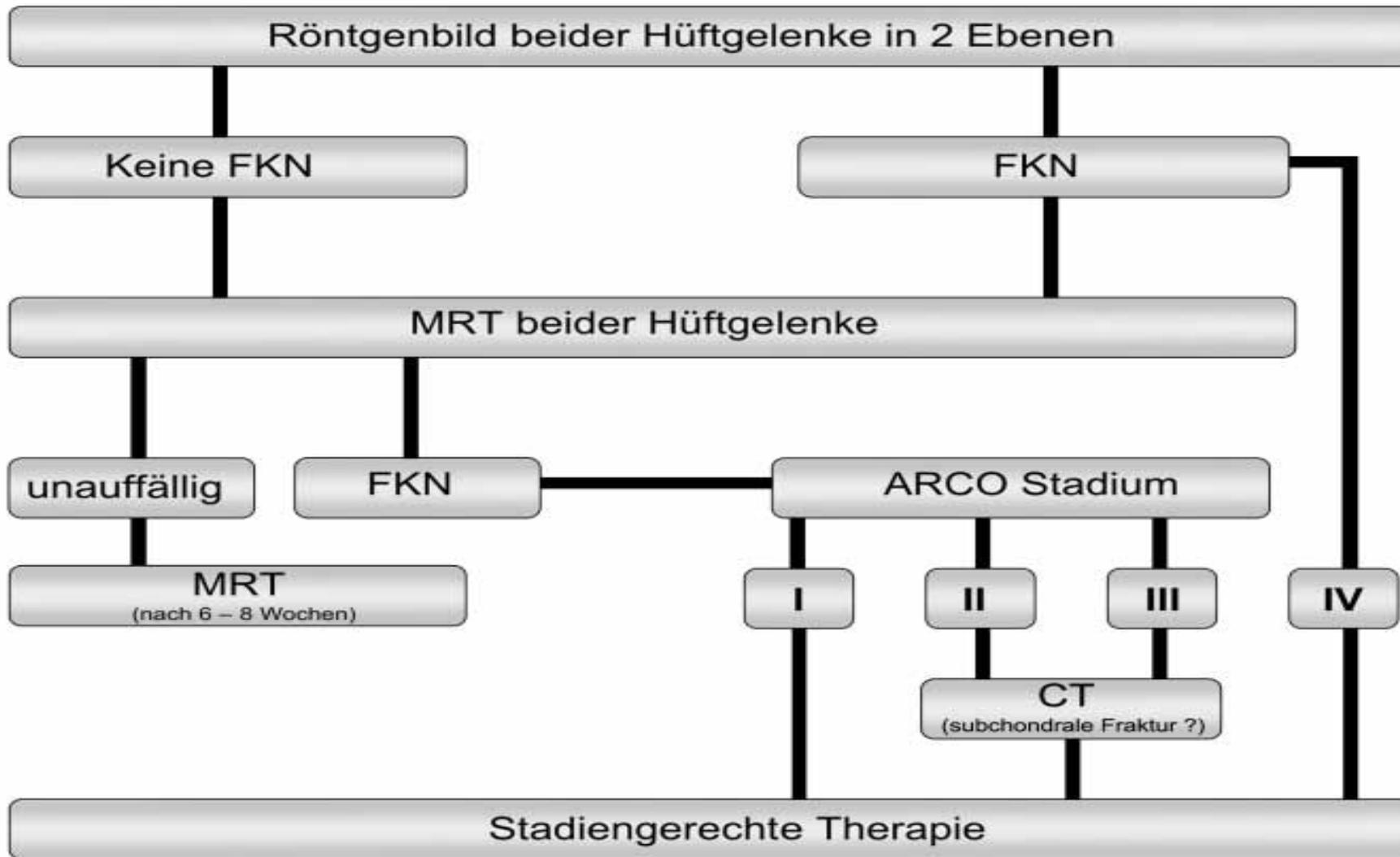
Fragen	Antworten	LoE	EG	Quellen
1. Welche Methoden werden zur Diagnose der atraumatischen Femurkopfnekrose eingesetzt und wie ist der diagnostische Algorithmus?	Bei klinischem V.a. Hüftkopfnekrose (unklare Schmerzen im Bereich der Hüfte länger als 6 Wochen, eventuell bestehende Risikofaktoren, klinischer 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) 100% Zustimmung		2559
	Bei unauffälligem Röntgenbild und anhaltenden Beschwerden soll eine MRT des Hüftgelenkes veranlasst werden.	2++ Expertenkonsens (stark) 100% Zustimmung	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) 100% Zustimmung	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.	2-3; Expertenkonsens (stark) 100% Zustimmung	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 erfolgen.	4 Expertenkonsens (mittel)	B	484, 508, 2588



		81,7% Zustim- mung		
	Eine Szintigraphie soll zur Diagnostik der AFKN nicht durchgeführt werden.	2++ Experten- konsens (mittel) 91,66% Zustim- mung	A	1616, 1681, 2574
2. Welche Klassifikationssysteme werden für die Stadieneinteilung der AFKN verwendet und welche Parameter sind dabei die wichtigsten.	<p>Die ARCO-Klassifikation ist die derzeit die im deutschen Sprachraum gebräuchlichste Einteilung der AFKN. Sie beinhaltet Angaben zu folgenden Parametern:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.) Das Vorhandensein einer Läsion 2.) Röntgenstrukturveränderungen 3.) Subchondrale Fraktur ("crescent sign") und Höhe der Kopfabflachung 4.) Angaben über den betroffenen Femurkopfanteil und das Ausmass der Beteiligung der Femurzirkumferenz 5.) Vorhandener oder nicht vorhandener Kollaps und dessen Ausmaß <p>Beteiligung des Acetabulums Zur Klassifikation der atraumatischen Femurkopfnekrose sollte die ARCO-Klassifikation verwendet werden.</p>	Experten- konsens (stark) 100% Zustim- mung	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	<p>Schmerzen in der betroffenen Hüfte; Normale, nicht eindeutige Befunde oder nur geringe Veränderungen im Röntgenbild (flächige Dichteminderung, Unschärfe der Trabekel)</p> <p>Szintigraphie positiv. Intramedulläre Druckerhöhung. Sicherung der Diagnose mit Biopsie</p>
II	<p>Schmerzen in der betroffenen Hüfte. Diffuse oder fokale Veränderungen im Röntgenbild (Dichteminderung, Trabekelstruktur gestört, diffuse oder bandförmige Sklerose, rundliche Aufhellungen;</p> <p>Normale Kontur und Form des Femurkopfes. Szintigramm positiv. Intramedulläre Druckerhöhung. Histologie meist nicht notwendig.</p>
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 Szintigraphiefund - Subklassifikation nach betroffenem Femurkopfanteil (lateral, medial oder ventral) und Größe der beteiligten Femurkopfzirkumferenz (< 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 Femurkopfzirkumferenz (< 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 Femurkopfzirkumferenz (< 15%, 15-30%, > 30%) und Ausmaß der Kopfabflachung (< 2 mm, 2-4 mm, >4 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 (stark) 100% Zustimmung; (stark) 100% Zustimmung; (stark) 100% Zustimmung	B	184, 392, 572, 669, 725, 2571, 2572, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586; 2590, 2595, 2596, 2598, 2601/438, 2586, 2591/496, 2573, 2587, 2589, 2592, 2599
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) 100% Zustimmung		516, 720
	Kombinierte oder hochdosierte Steroid-Therapien führen zu einem erhöhten Risiko einer atraumatischen Femurkopfnekrose	2- Expertenkonsens (stark) 100% Zustimmung		Guo et al. 2014, Swarup et al. 2014
	Bei einem Anteil der Sklerosestrecke zwischen Gelenkknorpel und Nekrose bezogen auf die Geamtausdehnung der Nekrose im CT von >30% ist das Kollaps-Risiko niedrig, bei <30% hoch. Das heißt, dass die Wahrscheinlichkeit eines Kollapses mit zunehmender Bedeckung der Nekrose durch einen Sklerosesaum abnimmt.	2- Expertenkonsens (stark) 100% Zustimmung		Yu et al 2015



	Nach der Diagnose einer Hüftkopfnekrose ist das Risiko für einen Befall der Gegenseite in den folgenden 2 Jahren hoch, danach unwahrscheinlich.	2+ Experten- konsens (stark) 100% Zustimmung		696, 1001, 1035, 1311, 2488, 2491
5. Hat die rein konservative physikalische Behandlung (vzw. Entlastung, Krankengymnastik) einen Einfluss auf den natürlichen Verlauf der AFKN?	Eine rein konservative Therapie (vzw. Entlastung, Krankengymnastik) der AFKN bringt keine anhaltende Linderung von Beschwerden und ist nicht in der Lage, die Progression der Erkrankung aufzuhalten.	2-/2++ Experten- konsens (stark) 100% Zustimmung		720, Sun et al 2014, Yu et al 2015
6. Gibt es unter der Therapie mittels Vasodilanzien (Iloprost) pharmakologische Effekte auf die AFKN?	Iloprost kann im ARCO-Stadium I 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.	Experten- konsens (stark) 100% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe)	0	86, 286, 2333, 2334, 2446 Claßen et al 2016
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 use .	2+ Experten- konsens (mittel) 91% Zustimmung	0	15, 212, 326 Luo et al 2014, Lee et al 2015
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+/1+ Experten- konsens (stark) 100% Zustimmung	A	86, 170, 265 Guo et al 2015



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) 100% Zustimmung	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) 100% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe)	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.	2 Experten- konsens (stark) 100% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe)	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) 100% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe)	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) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)	0	721
14. Gibt es gelenkerhaltende Eingriffe, die erfolgreicher als andere sind?	Ein bestimmter gelenkerhaltender Eingriff kann nicht bevorzugt empfohlen werden. Die Auswahl des Verfahrens ist abhängig von der Ausdehnung der Nekrose.	2++ Expertenkon sens (stark) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)		105, 215, 248, 451, 467, 833, 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) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)	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++	0	694, 706, 724, 833, 1001, 1618, 1311,



		Experten- konsens (stark) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)		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) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)	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) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)	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	2+ Experten- konsens (mittel) 90% Zustimmung,	0	92, 1319, 1363, 1392, 2457



	Kombination elektrischer Stimulation und der Anbohrung führt nicht zu besseren Ergebnissen als die Anbohrung alleine.	zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)		
18. Welche Bedeutung hat die Anbohrung in Kombination mit Alendronat in der Therapie der AVN?	Die Kombination der Anbohrung mit einer systemischen Gabe 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.	2+ Experten-konsens (stark) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)	0	2529
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+ Experten-konsens (stark) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)	B	105, 366, 410, 451, 601, 706, 872, 1319, 2358, 2489, 2530
20. Welche Bedeutung hat die Anbohrung in Kombination mit Knochenersatzstoffen?	Die Anbohrung in Kombination mit Knochenersatzstoffen zeigt gute Ergebnisse. Die Methode ist als vielversprechend im Rahmen der Entlastungsbohrung/Core decompression einzuordnen und kann empfohlen werden. Sie sollte jedoch nur bei kleinen und mittleren Läsionen durchgeführt werden, wobei die Kombination mit autologem Knochen bevorzugen ist.	2+ (stark) 100% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe)	B	Landgraeber et al 2013, Yang et al 2014
21. Welche Bedeutung hat die Anbohrung in Kombination mit Iloprost?	Die Anbohrung in Kombination mit einer anschließenden Infusion von Iloprost zeigt bessere Ergebnisse als die alleinige Anbohrung und die alleinige Iloprostinfusion. Sie kann (im Sinne eines	2-Expertenkonsens (stark) 100%	B	Beckmann et al 2013



	Heilversuchs) bei kleinen und mittleren Läsionen eingesetzt werden.	Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)		
22. 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+/-1-1+/1++ Expertenkonsens (stark) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)	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 Ali et al. (2014), Ding et al. (2014), Cao et al. (2017)
23. 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.	2- Expertenkonsens (stark) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)	B	1820
24. Welche Bedeutung haben Spongiosplastiken in der Therapie der AVN?	Die Studienlage für den Einsatz der autologen Spongiosatransplantation zur Therapie der AVN ist aktuell noch	2- Expertenkonsens	B	601, 2333, 2489



	unklar und nicht eindeutig. Das Verfahren sollte daher nicht eingesetzt werden.	(mittel) 90% Zustimmung		
25. 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 Routineanwendung eingesetzt werden.	2+ Expertenkonsens (stark) 100% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe)	B	465, 499, 1618
26. Welche Bedeutung haben Tantalum Implantate (tantalum rod) in der Therapie der AVN?	Tantalum Implantate (tantalum rod) 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- Expertenkonsens (stark) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)	B	116, 225
27. 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+ (stark) 100% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe)		226, 833, 2370, 2528, 2560
28. Welche Risikofaktoren beeinflussen die Revisionsrate von Hüfttotalendoprothesen bei Femurkopfnekrose? Wie hoch ist das Revisionsrisiko insgesamt?	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. Bei FKN besteht insgesamt ein erhöhtes Risiko einer Revision, dieses Risiko betrifft alle üblichen Risiken einer Revision (aseptische Lockerung, Luxation, tiefe	2+ (stark) 100% Zustimmung, eine		2528; 906, 2560, 135, 287 Bergh et al. (2014)



	Infektion und periprothetischer Fraktur). Höhere Revisionsraten für Femurkopfnkrose sind zu erwarten bei Sichelzellanämie, M. Gaucher oder nach Nierentransplantation. Ferner ist das generell junge Alter von Patienten mit Femurkopfnkrose als Hauptrisikofaktor der höheren Revisionsrate zu werten. Keine erhöhten Revisionsraten bestehen hingegen bei Patienten mit HIV.	Enthaltung (Radiologe)		
29. 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+ (stark) 100% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe)		136, 2445, 138
30. 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. 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.	2+ (stark) 100% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe)		2528, 2451, 656, 883, 287, 879
31. 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+ (mittel) 90,91% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe)		466, 2447, 2560



<p>32. Welcher Prothesentyp ist für die FKN geeignet?</p>	<p>1. Gute Ergebnisse sind bei HTEP zu erwarten. Dabei sollten sowohl die zementierte als auch die zementfreie Version zum Einsatz kommen.</p> <p>2. Die zementfreie Implantation von Standardstielen bei Hüft-TEP im Rahmen einer FKN ist unabhängig von der Ausdehnung der Nekrose bis in den proximalen Femur geeignet, gute klinische Ergebnisse zu erhalten. Zu vermeiden sind zu kleine Prothesen und Fehlpositionen, da bei ausgedehnter Nekrose bis in den proximalen Femur ein Einsinken erwartet werden kann.</p> <p>3. Auch ein Oberflächenersatz bei der FKN junger Männer kann erwogen werden.</p> <p>4. Zu den kurzstieligen Prothesen kann noch keine abschließende Bewertung vorgenommen werden.</p> <p>Bemerkung: 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>	<p>2+ Experten- konsens (stark) Zu 1. (stark) 100% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe) Zu 2. (stark) 100% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe) Zu 3. (stark) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe) Zu 4. (stark) 100% Zustimmung, zwei Enthaltungen (einmal Radiologe)</p>	<p>B</p>	<p>138, 466, 2445, 2451, 2560 Gao et al 2015, Schnurr et al. 2018</p>
---	---	---	----------	---



<p>33. Wie sind zellbasierte Therapieverfahren zu bewerten?</p>	<p>Die autologe Zelltherapie unterscheidet sich hinsichtlich der Gewinnung und Expansion von mesenchymalen Stammzellen einerseits und Knochenmarkaspiraten andererseits. Die Methoden der Applikation sind ebenfalls unterschiedlich. Die Ergebnisse sind sehr heterogen, so dass eine Vergleichbarkeit mit einer grundsätzlichen Aussage zur Wirkung zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich ist.</p>	<p>2-/1++ Expertenkonsens (mittel) 90,91% Zustimmung, eine Enthaltung (Radiologe)</p>	<p>B</p>	<p>Papakostidis et al. 2016, Daltro et al. 201), Rastogi et al 2013, Pepke 2016, Mao et al 2013, PiuZZi et al 2017, Lau et al 2014</p>
---	---	---	----------	--



9. 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: Tamer 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, Kirchoff 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, Koropiliias 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, Breitensteiner 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 casos. *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, Klatter 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. Lentreidt, 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, Zywił 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 nip 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. Reppenhagen 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, Sailes 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, Koutaissoff 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.

Zusätzliche Literatur Leitlinie 2019

Swarup I, Lee YY, Movilla P, Figgie MP. Common factors associated with osteonecrosis of the femoral head in young patients requiring total hip arthroplasty. Hip Int. 2015;25. 232-6.

Guo KJ, Zhao FC, Guo Y, Li FL, Zhu L, Zheng W. The influence of age, gender and treatment with steroids on the incidence of osteonecrosis of the femoral head during the management of severe acute respiratory syndrome: a retrospective study. Bone Joint J. 2014;96-B. 259-62.

Sun W, Li ZR, Wang BL, Liu BL, Zhang QD, Guo WS. Relationship between preservation of the lateral pillar and collapse of the femoral head in patients with osteonecrosis. Orthopedics. 2015;37. e24-8.

Yu T, Xie L, Zhang Z, Ke X, Liu Y. Prediction of osteonecrosis collapse of the femoral head based on the proportion of the proximal sclerotic rim. Int Orthop. 2015;39. 1045-50.

Claßen T, Becker A, Landgraeber S, Haversath M, Li X, Zilkens C, Krauspe R, Jäger M. Long-term Clinical Results after Iloprost Treatment for Bone Marrow Edema and Avascular Necrosis. Orthop Rev (Pavia). 2016;8:6150.

Luo RB, Lin T, Zhong HM, Yan SG, Wang JA. Evidence for using alendronate to treat adult avascular necrosis of the femoral head: a systematic review. Med. Sci. Monit. 2014;20. 2439-47.



Chen CH, Chang JK, Lai KA, Hou SM, Chang CH, Wang GJ. Alendronate in the prevention of collapse of the femoral head in nontraumatic osteonecrosis: a two-year multicenter, prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Arthritis Rheum.* 2012;64:1572-8.

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; 87:2155-9.

Nishii T, Sugano N, Miki H, Hashimoto J, Yoshikawa H. Does alendronate prevent collapse in osteonecrosis of the femoral head? *Clin Orthop Relat Res.* 2006;443:273-9.

Agarwala S, Shah SB. Ten-year follow-up of avascular necrosis of femoral head treated with alendronate for 3 years. *J Arthroplasty.* 2011;26:1128-34.

Agarwala S, Shah S, Joshi VR. The use of alendronate in the treatment of avascular necrosis of the femoral head: follow-up to eight years. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91:1013-8.

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;44:352-9. Epub 2004 Nov 30. Erratum in: *Rheumatology (Oxford).* 2005;44:569.

Agarwala S, Sule A, Pai BU, Joshi VR. Alendronate in the treatment of avascular necrosis of the hip. *Rheumatology (Oxford).* 2002;41:346-7.

Lee YK, Ha YC, Cho YJ, Suh KT, Kim SY, Won YY, Min BW, Yoon TR, Kim HJ, Koo KH. Does Zoledronate Prevent Femoral Head Collapse from Osteonecrosis? A Prospective, Randomized, Open-Label, Multicenter Study. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97. 1142-8.

Guo P, Gao F, Wang Y, Zhang Z, Sun W, Jiang B, Wang B, Li Z. The use of anticoagulants for prevention and treatment of osteonecrosis of the femoral head: A systematic review. *Medicine (Baltimore).* 2017;96. e6646.

Chotanaphuti T, Thongprasert S, Laoruengthana A. Low molecular weight heparin prevents the progression of precollapse osteonecrosis of the hip. *J Med Assoc Thai.* 2013;96:1326-30.

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):164-70.

Glueck CJ, Freiberg RA, Wissman R, Wang P. Long term anticoagulation (4-16 years) stops progression of idiopathic hip osteonecrosis associated with familial thrombophilia. *Adv Orthop.* 2015;2015:138382.

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(6):354-7.

Landgraeber S, Theysohn JM, Classen T, Jäger M, Warwas S, Hohn HP, Kowalczyk W. Advanced core decompression, a new treatment option of avascular necrosis of the femoral head - a first follow-up. *J Tissue Eng Regen Med.* 2013;7:893-900.



*Classen T, Warwas S, Jäger M, Landgraeber S. Two-year follow-up after advanced core decompression. *J Tissue Eng Regen Med.* 2017;11:1308-1314.

*Landgraeber S, Warwas S, Claßen T, Jäger M. Modifications to advanced Core decompression for treatment of Avascular necrosis of the femoral head. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18:479.

Yang P, Bian C, Huang X, Shi A, Wang C, Wang K. Core decompression in combination with nano-hydroxyapatite/polyamide 66 rod for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery.* 2014;134:103-112.

Ali SA, Christy JM, Griesser MJ, Awan H, Pan X, Ellis TJ.. Treatment of avascular necrosis of the femoral head utilising free vascularised fibular graft: a systematic review. *Hip Int.* 24;2014:5-13.

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;77:681-94.

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;19:869-72.

Montella BJ, Nunley JA, Urbaniak JR. Osteonecrosis of the femoral head associated with pregnancy. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:790-8

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;80:1270-5.

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:589-96.

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;87:2012-8.

Zhang C, Zeng B, Xu Z, Song W, Shao L, Jing D, Sui S. Treatment of femoral head necrosis with free vascularized fibula grafting: a preliminary report. *Microsurgery.* 2005;25:305-9.

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;22:21-4.

Dailiana ZH, Toth AP, Gunneson E, Berend KR, Urbaniak JR. Free vascularized fibular grafting following failed core decompression for femoral head osteonecrosis. *J Arthroplasty.* 2007;22:679-88.



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.

Yoo MC, Kim KI, Hahn CS, Parvizi J. Long-term followup of vascularized fibular grafting for femoral head necrosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466:1133-40.

Beris AE, Lykissas MG, Payatakes A, Kontogeorgakos VA, Mavrodontidis A, Korompilias AV. Free vascularized fibular graft for treatment of pathological femoral neck fracture and osteonecrosis of the femoral head: a case report with a long-term follow-up. *Microsurgery.* 2009;29:240-3.

Garrigues GE, Aldridge JM 3rd, Friend JK, Urbaniak JR. Free Vascularized Fibular Grafting for treatment of osteonecrosis of the femoral head secondary to hip dislocation. *Microsurgery.* 2009;29:342-5.

Tetik C, Başar H, Bezer M, Erol B, Ağır I, Esemeli 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;45:326-34.

Zhang CQ, Sun Y, Chen SB, Jin DX, Sheng JG, Cheng XG, Xu J, Zeng BF. Free vascularised fibular graft for post-traumatic osteonecrosis of the femoral head in teenage patients. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93:1314-9.

Ding H, Chen SB, Gao YS, Lin S, Zhang CQ. Free vascularized fibular grafting for patients receiving postoperative corticosteroids. *Orthopedics.* 2014;37:e357-61.

Cao L, Guo C, Chen J, Chen Z, Yan Z. Free Vascularized Fibular Grafting Improves Vascularity Compared With Core Decompression in Femoral Head Osteonecrosis: A Randomized Clinical Trial. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475:2230-40.

Bergh C, Fenstad AM, Furnes O, Garellick G, Havelin LI, Overgaard S, Pedersen AB, Mäkelä KT, Pulkkinen P, Mohaddes M, Kärrholm J. Increased risk of revision in patients with non-traumatic femoral head necrosis. *Acta Orthop.* 2014;85:11-7.

Gao YH, Li SQ, Wang YF, Yang C, Liu JG, Qi X. Arthroplasty in patients with extensive femoral head avascular necrosis: Cementless arthroplasty in extensive femoral head necrosis. *Int Orthop.* 2015;39:1507-11.

Schnurr C, Loucif A, Patzer T, Schellen B, Beckmann J, Eysel P. Short stem survival after osteonecrosis of the femoral head. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018;138:573-9.

*Floerkemeier T, Budde S, Gronewold J, Radtke K, Ettinger M, Windhagen H, von Lewinski G. Short-stem hip arthroplasty in osteonecrosis of the femoral head. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015;135:715-22.

Nakasone S1, Takao M, Sakai T, Nishii T, Sugano N. Does the extent of osteonecrosis affect the survival of hip resurfacing?. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 471. 2013;1926-34.

Falakassa J, Diaz A, Schneiderbauer M. Outcomes of total joint arthroplasty in HIV patients. *Iowa Orthop J.* 2014;34:102-6.



Zhao C-S, Li X, Zhang Q, Sun S, Zhao R-G, Cai J. Early Outcomes of Primary Total Hip Arthroplasty for Osteonecrosis of the Femoral Head in Patients with Human Immunodeficiency Virus in China. *Chin Med J*. 2015;128:2059-64.

Papakostidis C, Tosounidis TH, Jones E, Giannoudis PV. The role of "cell therapy" in osteonecrosis of the femoral head. A systematic review of the literature and meta-analysis of 7 studies. *Acta Orthop*. 2016;87:72-8.

Chen CH, Chang JK, Lai KA, Hou SM, Chang CH, Wang GJ. Alendronate in the prevention of collapse of the femoral head in nontraumatic osteonecrosis: a two-year multicenter, prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Arthritis Rheum*. 2012;64:1572-8.

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; 87:2155-9.

Nishii T, Sugano N, Miki H, Hashimoto J, Yoshikawa H. Does alendronate prevent collapse in osteonecrosis of the femoral head? *Clin Orthop Relat Res*. 2006;443:273-9.

Agarwala S, Shah SB. Ten-year follow-up of avascular necrosis of femoral head treated with alendronate for 3 years. *J Arthroplasty*. 2011;26:1128-34.

Agarwala S, Shah S, Joshi VR. The use of alendronate in the treatment of avascular necrosis of the femoral head: follow-up to eight years. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91:1013-8.

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;44:352-9.

Agarwala S, Sule A, Pai BU, Joshi VR. Alendronate in the treatment of avascular necrosis of the hip. *Rheumatology (Oxford)*. 2002;41:346-7.

*Kumagai H, Yoshioka T, Sugaya H, Tomaru Y, Shimizu Y, Yamazaki M, Mishima H. Quantitative assessment of mesenchymal stem cells contained in concentrated autologous bone marrow aspirate transplantation for the treatment of osteonecrosis of the femoral head: predictive factors and differences by etiology. *BMC Res Notes*. 2018;11:848.

Lau RL, Perruccio AV, Evans HM, Mahomed SR, Mahomed NN, Gandhi R. Stem cell therapy for the treatment of early stage avascular necrosis of the femoral head: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:156.

Gangji V, De Maertelaer V, Hauzeur JP. Autologous bone marrow cell implantation in the treatment of non-traumatic Osteonecrosis of the femoral head: Five year follow-up of a prospective controlled study. *Bone*. 2011;49:1005-9.

Zhao D, Cui D, Wang B, Tian F, Guo L, Yang L, Liu B, Yu X. Treatment of early stage osteonecrosis of the femoral head with autologous implantation of bone marrow-derived and cultured mesenchymal stem cells. *Bone*. 2012;50:325-30.



Wang BL, Sun W, Shi ZC, Zhang NF, Yue DB, Guo WS, Xu SQ, Lou JN, Li ZR. Treatment of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head with the Implantation of core decompression and concentrated autologous bone marrow containing mononuclear cells. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130:859-65.

Sen RK, Tripathy SK, Aggarwal S, Marwaha N, Sharma RR, Khandelwal N. Early results of core decompression and autologous bone marrow mononuclear cells instillation in femoral head osteonecrosis: a randomized control study. *J Arthroplasty.* 2012;27:679-86.

Hernigou P, Poignard A, Zilber S, Rouard H. Cell therapy of hip osteonecrosis with autologous bone marrow grafting. *Indian J Orthop.* 2009;43:40-5.

Daltro GC, Fortuna V, de Souza ES, Salles MM, Carreira AC, Meyer R, Freire SM, Borojevic R. Efficacy of autologous stem cell-based therapy for osteonecrosis of the femoral head in sickle cell disease: a five-year follow-up study. *Stem Cell Res Ther.* 2015;6:110.

Rastogi S, Sankineani SR, Nag HL, Mohanty S, Shivanand G, Marimuthu K, Kumar R, Rijal L. Intralesional autologous mesenchymal stem cells in management of osteonecrosis of femur: a preliminary study. *Musculoskeletal surgery.* 2013;97:223-8.

Pepke W, Kasten P2, Beckmann NA1, Janicki P1, Egermann M3. Core decompression and autologous bone marrow concentrate for treatment of femoral head osteonecrosis: A randomized prospective study. *Orthopedic reviews.* 2016;21;8:6162

Hauzeur JP, De Maertelaer V, Baudoux E, Malaise M, Beguin Y, Gangji V. Inefficacy of autologous bone marrow concentrate in stage three osteonecrosis: a randomized controlled double-blind trial. *Int Orthop.* 2018;42:1429-1435.

Mao Q, Jin H, Liao F, Xiao L, Chen D, Tong P. The efficacy of targeted intraarterial delivery of concentrated autologous bone marrow containing mononuclear cells in the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a five year follow-up study. *Bone.* 2013;57:509-16.

Piuzzi NS, Chahla J, Schrock JB, LaPrade RF, Pascual-Garrido C, Mont MA, Muschler GF. Evidence for the Use of Cell-Based Therapy for the Treatment of Osteonecrosis of the Femoral Head: A Systematic Review of the Literature. *J Arthroplasty.* 2017;32:1698-1708.

Rastogi S, Sankineani SR, Nag HL, Mohanty S, Shivanand G, Marimuthu K, Kumar R, Rijal L. Intralesional autologous mesenchymal stem cells in management of osteonecrosis of femur: a preliminary study. *Musculoskelet Surg.* 2013;97:223-8.

Sen RK, Tripathy SK, Aggarwal S, Marwaha N, Sharma RR, Khandelwal N. Early results of core decompression and autologous bone marrow mononuclear cells instillation in femoral head osteonecrosis: a randomized control study. *J Arthroplasty.* 2012 May;27(5):679-86.

Mao Q, Wang W, Xu T, Zhang S, Xiao L, Chen D, Jin H, Tong P. Combination treatment of biomechanical support and targeted intra-arterial infusion of peripheral blood stem cells mobilized by granulocyte-colony stimulating factor for the osteonecrosis of the femoral head: a randomized controlled clinical trial. *J Bone Miner Res.* 2015;30:647-56.

Ma Y, Wang T, Liao J, Gu H, Lin X, Jiang Q, Bulsara MK, Zheng M, Zheng Q. Efficacy of autologous bone marrow buffy coat grafting combined with core decompression in patients



with avascular necrosis of femoral head: a prospective, double-blinded, randomized, controlled study. Stem Cell Res Ther. 2014;5:115.

Zhao D, Cui D, Wang B, Tian F, Guo L, Yang L, Liu B, Yu X. Treatment of early stage osteonecrosis of the femoral head with autologous implantation of bone marrow-derived and cultured mesenchymal stem cells. Bone. 2012;50:325-30.

Gangji V, De Maertelaer V, Hauzeur JP. Autologous bone marrow cell implantation in the treatment of non-traumatic osteonecrosis of the femoral head: Five year follow-up of a prospective controlled study. Bone. 2011;49:1005-9.

Lim YW, Kim YS, Lee JW, Kwon SY. Stem cell implantation for osteonecrosis of the femoral head. Exp Mol Med. 2013;45:e61.

Liu Y, Liu S, Su X. Core decompression and implantation of bone marrow mononuclear cells with porous hydroxylapatite composite filler for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. Arch Orthop Trauma Surg. 2013;133(1):125-33.

Yamasaki T, Yasunaga Y, Ishikawa M, Hamaki T, Ochi M. Bone-marrow-derived mononuclear cells with a porous hydroxyapatite scaffold for the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a preliminary study. J Bone Joint Surg Br. 2010;92:337-41.

Pepke W, Kasten P, Beckmann NA, Janicki P, Egermann M. Core Decompression and Autologous Bone Marrow Concentrate for Treatment of Femoral Head Osteonecrosis: A Randomized Prospective Study. Orthop Rev (Pavia). 2016;8:6162.

Tabatabaee RM, Saberi S, Parvizi J, Mortazavi SM, Farzan M. Combining Concentrated Autologous Bone Marrow Stem Cells Injection With Core Decompression Improves Outcome for Patients with Early-Stage Osteonecrosis of the Femoral Head:A Comparative Study. J Arthroplasty. 2015;30 Suppl):11-5.

**Mardones R, Camacho D, Monsalvo F, Zulch N, Jofre C, Minguell JJ. Treatment of osteonecrosis of the femoral head by core decompression and implantation of fully functional ex vivo-expanded bone marrow-derived mesenchymal stem cells: a proof-of-concept study. Stem Cells Cloning. 2019 Mar 1;12:11-16. doi: 10.2147/SCCAA.S181883. eCollection 2019*

* Anmerkungen mit Verweis auf in der Leitlinie nicht ausgewertete Literatur



Anhang

Erklärungen über Interessenkonflikte: Tabellarische Zusammenfassung

Leitlinienkoordinator: Prof. Dr. Andreas Roth Leitlinie: Atraumatische Femurkopfnekrose des Erwachsenen Registernr: 033-050							Teil 1 von 2	
	Dr. Stephan Reppen- hagen	Prof. Dr. Ulrich Smolenski	Prof. Dr. Ulrich Nöth	Prof. Dr. Christoph Rader	Prof. Dr. Johannes Beckmann	Dr. Jürgen Clausen	Prof. Dr. Andreas Roth	
1	Berater- bzw. Gutachtertätigkeit oder bezahlte Mitarbeit in einem wissenschaftlichen Beirat eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft (z.B. Arzneimittelindustrie, Medizinproduktindustrie), eines kommerziell orientierten Auftragsinstituts oder einer Versicherung	nein	ja	nein	nein	nein	nein	Brehm
2	Honorare für Vortrags- und Schulungstätigkeiten oder bezahlte Autoren- oder Co-Autorenschaften im Auftrag eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, eines kommerziell orientierten	nein	ja	nein	nein	ja, teils honorierte Referententätigkeit für DePuy, Smith&Nephew, ConforMIS,	nein	ja, teils honorierte Referententätigkeit für Lilly und Amgen



	Auftragsinstituts oder einer Versicherung							
3	Finanzielle Zuwendungen (Drittmittel) für Forschungsvorhaben oder direkte Finanzierung von Mitarbeitern der Einrichtung von Seiten eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, eines kommerziell orientierten Auftragsinstituts oder einer Versicherung	nein	ja	nein	nein	ja, projektgebundene Forschungsförderung Heraeus (ca. 2006-2009), ConforMIS projektgebundene Förderung DFG/BMBF	nein	Fa. Alexion
4	Eigentümerinteresse an Arzneimitteln/Medizinprodukten (z. B. Patent, Urheberrecht, Verkaufslizenz)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
5	Besitz von Geschäftsanteilen, Aktien, Fonds mit Beteiligung von Unternehmen der Gesundheitswirtschaft	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein



6	Persönliche Beziehungen zu einem Vertretungsberechtigten eines Unternehmens Gesundheitswirtschaft	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
7	Mitglied von in Zusammenhang mit der Leitlinienentwicklung relevanten Fachgesellschaften/Berufsverbänden, Mandatsträger im Rahmen der Leitlinienentwicklung	nein	DGMM, DGPMR	nein	DGOOC, BVO, Arbeitskreis für Osteologen, kein Mandatsträger	DGOOC, DGOU, DGU	Deutsche Rheumaliga Bundesverband e.V.	DGOOC (Mitglied Gesamtvorstand, Vorsitzender LL-Kommission)
8	Politische, akademische (z.B. Zugehörigkeit zu bestimmten „Schulen“), wissenschaftliche oder persönliche Interessen, die mögliche Konflikte begründen könnten	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
9	Gegenwärtiger Arbeitgeber, relevante frühere Arbeitgeber der letzten 3 Jahre	Orthopädische Klinik König-Ludwig Haus, Lehrstuhl für Orthopädie, Brettreidstr.	Orthopädische Klinik König-Ludwig Haus, Lehrstuhl für Orthopädie, Brettreidstr. 11, 97073 Würzburg	50% leitender Arzt Orthopädie, Franziskus-hospital GmbH Aachen 50% selbstständig,	seit 2012: Sportklinik Stuttgart	Deutsche Rheumaliga Bundesverband e.V.	Universitätsklinik Leipzig AöR Klinik und Poliklinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie	



		11, 97073 Würzburg			PraxisKlinik Aachen			Bereich Endoprothetik / Orthopädie Liebigstraße 20 04103 Leipzig
Leitlinienkoordinator: Prof. Dr. Andreas Roth Leitlinie: Atraumatische Femurkopfnekrose des Erwachsenen Registernr: 033-050								Teil 2 von 2
		Prof. Dr. Uwe Maus	Prof. Dr. Marcus Jäger	Prof. Dr. K. Bohdorf	Prof. Dr. S. Landgraeber	Prof. Dr. M. Tingart	Prof. Dr. Christian Heiß	Prof. Dr. Klaus M. Peters
1	Berater- bzw. Gutachtertätigkeit oder bezahlte Mitarbeit in einem wissenschaftlichen Beirat eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft (z.B. Arzneimittelindustrie, Medizinproduktindustrie), eines kommerziell orientierten Auftragsinstituts oder einer Versicherung	nein	ja, Fa. Braun / Aesculap Fa. DePuy	nein	nein	nein	ja, Wissenschafts- beirat Fa. Stryker (ext. Berater)	nein



2	Honorare für Vortrags- und Schulungstätigkeiten oder bezahlte Autoren- oder Co-Autorenschaften im Auftrag eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, eines kommerziell orientierten Auftragsinstituts oder einer Versicherung	ja, Lilly Deutschland GmbH, Servier, AbbVie, Amgen	ja, Microport Orthopaedics	Ja, Radiologie Symposium der Fa. Bayer, Berlin 2013	Wright Medical für Vorträge inkl. Reisekosten erhalten. Zahlungen von Microport Orthopaedics und B. Braun /Aesculap (Vortrag und Stipendium).	nein	ja, Vertragstätig- keiten f. Fa. Amgen, Novartis, Joimax, Arthrex, Biomet	ja, Referenten- honorare durch die Firmen Amgen, Lilly, Servier, Humantis
3	Finanzielle Zuwendungen (Drittmittel) für Forschungsvorhaben oder direkte Finanzierung von Mitarbeitern der Einrichtung von Seiten eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, eines kommerziell orientierten Auftragsinstituts oder einer Versicherung	nein	ja, Fa. Braun, Aesculap	nein	nein	nein	ja, Drittmittel- projekte mit Fa. Stryker, Aap, Biomet	ja, Teilnahme an der Prolia-AWB der Fa. Amgen
4	Eigentümerinteresse an Arzneimitteln/Medizinprodukten (z. B. Patent, Urheberrecht, Verkaufslizenz)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein



5	Besitz von Geschäftsanteilen, Aktien, Fonds mit Beteiligung von Unternehmen der Gesundheitswirtschaft	nein	nein	Ja, Anteile an der Fa. Boston Imaging Core Lab, Boston.	nein	nein	nein	ja, 150 Aktien der Fa. Amgen (seit 2000), 60 Aktien der Fa. Sanofi
6	Persönliche Beziehungen zu einem Vertretungsberechtigten eines Unternehmens Gesundheitswirtschaft	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
7	Mitglied von in Zusammenhang mit der Leitlinienentwicklung relevanten Fachgesellschaften/Berufsverbänden, Mandatsträger im Rahmen der Leitlinienentwicklung	DGOU, DGOOC	DGOOC, DGU, BVOU, Deutscher Hochschulverband, AAOS, ORS	Deutsche Röntgengesellschaft	DGOOC	DGOOC	DGU, DGOU, Osteologie	Mitglied der Sektion Osteologie der DGOOC, Vorstandsmitglied der OGO
8	Politische, akademische (z.B. Zugehörigkeit zu bestimmten „Schulen“), wissenschaftliche oder persönliche Interessen, die mögliche Konflikte begründen könnten	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein



<p>9 Gegenwärtiger Arbeitgeber, relevante frühere Arbeitgeber der letzten 3 Jahre</p>	<p>Pius-Hospital Oldenburg, Klinik für Orthopädie und spezielle orthopädische Chirurgie / St. Antonius-Stift Emstek</p>	<p>Land Nordrhein-westfalen (NRW)</p>	<p>Exzellenzzentrum für Hochfeld MR Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin</p>	<p>Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie Universitätsklinikum Homburg</p>	<p>Uniklinikum Aachen, RWTH</p>	<p>UUGM, Universitätsklinikum Gießen-Marburg, Standort: Gießen (Rhön-Klinik)</p>	<p>Dr. Becker Klinikgesellschaft (seit 1995)</p>
---	---	---------------------------------------	--	---	---------------------------------	--	--

Erstveröffentlichung:

01/2014

Überarbeitung von:

06/2019

Nächste Überprüfung geplant:

09/2022

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 stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online

1.9.2022: Gültigkeit der Leitlinie nach inhaltlicher Überprüfung durch das Leitliniensekretariat verlängert bis 1.9.2023

22.03.2023: Gültigkeit der Leitlinie nach inhaltlicher Überprüfung durch das Leitliniensekretariat verlängert bis 31.05.2024