

Redaktion
K. Dresing, Göttingen



3 Punkte sammeln auf...

**springermedizin.de/
eAkademie**

Teilnahmemöglichkeiten

Diese Fortbildungseinheit steht Ihnen als e.CME und e.Tutorial in der Springer Medizin e.Akademie zur Verfügung.

- e.CME: kostenfreie Teilnahme im Rahmen des jeweiligen Zeitschriftenabonnements
- e.Tutorial: Teilnahme im Rahmen des e.Med-Abonnements

Zertifizierung

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Hinweis für Leser aus Österreich

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die in der e.Akademie erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH
Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
E-Mail: kundenservice@springermedizin.de

CME Zertifizierte Fortbildung

C.M. Lüdemann · N. Schütze · M. Rudert

Orthopädische Klinik König-Ludwig-Haus, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Diagnostik der infizierten Hüftendoprothese

Zusammenfassung

Die sichere Diagnose einer infizierten Hüftendoprothese erfordert eine klare Definition der Infektion an sich und ein strukturiertes Vorgehen bei Anamnese, klinischer Untersuchung, Labordiagnostik, Punktion und Bildgebung. Hierbei kann das klinische Erscheinungsbild der periprotetischen Infektion je nach Zeitpunkt Früh-, verzögerter oder Spätinfekt erheblich variieren. Die Erkennung von Risikofaktoren und die Kenntnis von Differentialdiagnosen erleichtern und sichern die Diagnose. Die Beurteilung des Gelenkpunktats geschieht hinsichtlich Zellzahl, Proteingehalt und Glukose. Die intraoperative Probengewinnung muss chirurgisch korrekt durchgeführt werden und deren Aufarbeitung nachfolgend sowohl histopathologisch, als auch mikrobiell nach engen Kriterien beurteilt werden. Dabei kann die Beurteilung und Einteilung der periprotetischen Membran eine Unterscheidung hinsichtlich des zugrundeliegenden Pathomechanismus ermöglichen, insbesondere eine Trennung von septischer und aseptischer Lockerung. So werden auch Aussagen zur Ätiologie und Standzeit ermöglicht. Verschiedene Erreger treten im postoperativen Verlauf zu unterschiedlichen Zeiten klinisch in Erscheinung, dabei sind biofilmbildende Bakterien von besonderer Bedeutung, da sie sowohl die Diagnostik an sich, als auch die Therapie entscheidend erschweren können. Während Frühinfektionen meist durch Erreger mit höherer Virulenz (*S. aureus*, β -hämolyisierende Streptokokken, Enterokokken) mit möglichem fulminantem Verlauf (Sepsis) verursacht werden, treten bei verzögerten Infektionen häufiger *S. epidermidis*, α -hämolyisierende Staphylokokken, anaerobe Kokken oder Korynebakterien auf. Bei der bildgebenden Diagnostik können neben Röntgen, Arthrographie und Sonographie auch Schnittbildgebungen wie Computer- und Magnetresonanztomographie zur Anwendung kommen. Nuklearmedizinische Untersuchungen wie Szintigraphie oder Positronenemissionstomographie erweitern die diagnostischen Möglichkeiten. Neben der hier dargestellten Standarddiagnostik existieren mit Sonikation der explantierten Prothese und daraus möglicher mikrobiologischer Kultur und Nachweis bakterieller DNA durch Multiplex-PCR weiterführende Möglichkeiten, deren klinische Bedeutung hinsichtlich Sensitivität und Spezifität noch nicht abschließend beurteilt werden kann. Gleiches gilt für die neueren Laborparameter Procalcitonin und Interleukin-6 in Zusammenhang mit der periprotetischen Infektion.

Schlüsselwörter

Hüftgelenk · Periprotetische Infektion · Infektdiagnostik · Biofilm · Punktion

Mehr Implantationen und längere Standzeiten der Prothesen machen Revisionsoperationen häufiger

Je nach Eingriff liegen die Infektionsraten zwischen 0,4 und 20%

Bei Hüftprotheseninfektionen spielen zunehmend resistente Erregerstämme eine Rolle

Lernziele

Dieser Beitrag ...

- definiert und erklärt Ihnen die Entstehung einer periprothetischen Infektion mit den zugehörigen Pathomechanismen, dem Erregerspektrum und den Risikofaktoren.
- erläutert Ihnen die vollständige Diagnostik hinsichtlich Anamnese, klinischer Untersuchung, laborchemischer Entzündungswerte und Bildgebung.
- zeigt Ihnen die Wichtigkeit und richtige Durchführung von Hüftgelenkpunktion und intraoperativer Probenentnahme mit ihren Fehlerquellen.
- informiert Sie über neue Entwicklungen in der Entzündungsdiagnostik mit Sonikation und Multiplex-PCR.

Vorbemerkungen

Die **periprothetische Infektion** ist eine schwerwiegende Komplikation in der Endoprothetik. Vor dem Hintergrund der steigenden Implantationszahlen von künstlichen Hüftgelenken und einer alternderen Gesellschaft ist bei längeren Standzeiten der Prothesen auch mit vermehrten Revisionsoperationen zu rechnen. In Deutschland werden derzeit bei knapp 160.000 elektiven Hüftgelenkersatzoperationen pro Jahr zusätzlich 25.000 Wechseloperationen am künstlichen Hüftgelenk durchgeführt [1]. Dabei ist für die **Primärimplantation** die Infektionsrate zwischen 0,4 und 1,5% angegeben, für Revisionseingriffe werden über 5% berichtet, bei der Verwendung von Megaimplantaten 15% und bei Reimplantation nach periprothetischen Infekten zwischen 15 und 20% [2, 3]. Insgesamt müssen die Infektionsraten aufgrund unerkannter Infektionen eher als unterschätzt angesehen werden. Gleichzeitig wird die Inzidenz des Hüftprotheseninfekts aufgrund steigender Implantationszahlen, alternder Bevölkerung, längerer Prothesenverweildauer und besserer Nachweisverfahren weiter ansteigen, wobei zunehmend resistente Erregerstämme eine bedeutende Rolle spielen. Zur Diagnose

Diagnosis of periprosthetic hip infections

Abstract

The diagnosis of periprosthetic infection requires a clear definition itself and structured procedure concerning anamnesis, clinical examination, laboratory findings, puncture and imaging diagnostics. The clinical presentation may vary considerable due to the time of their occurrence as early, delayed, or late infection. Recognition of risk factors and knowledge of differential diagnoses facilitate and confirm the diagnosis. The synovial fluid is assessed with regard to leukocyte count, protein content, and glucose. Intraoperative tissue specimen sampling has to be performed correctly; the histopathological and microbiological studies must be assessed using specific criteria. The examination and classification of periprosthetic membranes make discrimination of the causal pathological mechanism possible, especially distinction between septic and aseptic loosening. In this manner statements with regard to etiology and prosthesis durability are possible. Different causative microorganisms appear postoperatively at specific times. Pathogens that grow as biofilms are of great significance, as they may compound diagnosis and therapy. Early infections are often caused by virulent microorganisms (*S. aureus*) with acute onset. Delayed (low grade) infections are usually caused by less virulent microorganisms, such as *S. epidermidis* or coagulase-negative staphylococci. Many diagnostic imaging methods have been used in the assessment of periprosthetic infection: plain radiographs, arthrography, ultrasonography, computed tomography, and magnetic resonance imaging. Nuclear medicine with bone scintigraphy or positron-emission tomography enhance diagnostic capabilities. Cultures of samples obtained by sonication of prostheses are more sensitive than conventional periprosthetic tissue culture. Multiplex PCR of sonication fluid is a promising test for diagnosis of periprosthetic joint infection. The promising diagnostic accuracy for interleukin-6 and procalcitonin has yet not been affirmed.

Keywords

Hip joint · Periprosthetic infection · Prosthesis-related infections · Biofilm · Punctures

der Infektion an sich, als auch zur Identifikation der verursachenden Bakterien ist ein differenziertes und ökonomisches Vorgehen unabdingbar.

Ein periprotetischer Infekt besteht bei Vorliegen von mindestens einem der folgenden 4 Kriterien [4]:

- Nachweis von identischen Mikroorganismen oder Pus
 - im Synovialpunktat
 - in (>2) periprotetischen Gewebebiopsien
 - auf der Oberfläche von Implantaten (**Sonikation**)
- Erhöhte Zellzahl im Punktat/Pus
 - Knie: >1700/µl oder >65% Granulozyten
 - Hüfte: >4200/µl oder >80% Granulozyten
- Histologischer Befund
 - akute infektiöse Membran
 - neutrophile Granulozyten
 - Fistel

Operationsprinzip und -ziel

Ziel der dargestellten Untersuchungsverfahren und -methoden (i. e. S. Punktion des Hüftgelenks) ist die möglichst sichere Diagnose eines periprotetischen Hüftgelenkinfekts, zur umgehenden Einleitung einer zielgerichteten Therapie.

Indikationen

Bei Verdacht auf eine infizierte Hüftgelenkprothese ist zunächst die Anamnese hinsichtlich der folgenden Punkte zu erheben [5]:

- Gab es beim Ersteintritt Wundheilungsstörungen, Sekretion, ein postoperatives Hämatom, Wundrevisionen oder verlängerte Antibiotikagabe?
- Bestehen die Schmerzen als Dauerschmerz (>3 Monate) oder als nächtlicher/Ruhschmerz?
- Liegt eine Bewegungseinschränkung vor?
- Hat der Patient Fieber (Schüttelfrost, Tachykardie)?
- Gab es andere operative Eingriffe (Darmoperationen, Abszessspaltungen) oder Zahnbehandlungen?
- Liegt eine verminderte Infektabwehr oder eine immunsupprimierende Medikation vor?
- Bestehen maligne Erkrankungen oder entzündliche Systemerkrankungen?

Risikofaktoren

- Bestehende chirurgische Wundinfektionen und **Bakteriämien**
- Wechsel einliegender Endoprothetik
- Maligne Grunderkrankung
- Rheumatoide Arthritis
- Psoriasis
- Diabetes mellitus
- Adipositas/Kachexie
- Hohes Lebensalter
- Kortikoidtherapie
- Immunsuppression
- HIV
- Hämodialyse
- Ungünstige Weichteildeckung
- Vorangegangene septische Arthritis [6, 7]



Abb. 1 ◀ Hüft-TEP-Frühinfekt mit Rötung und Schwellung

Symptome

Die Klinik der periprothetischen Hüftgelenkinfektion ist vielfältig und variiert zwischen **Frühinfekt** und **Spätinfekt**

- Frühinfekt
 - Akut einsetzender Gelenkschmerz
 - Rötung
 - Schwellung
 - Induration der Narbe
 - Erguss
 - Überwärmung
 - Aufgehobene Funktion
 - Sekretion
 - Fistel
 - Präseptisches Krankheitsbild mit (sub-)febrilen Temperaturen (▣ **Abb. 1**)
- Verzögerter Infekt oder Spätinfekt
 - Visuell und palpatorisch unauffälliger Befund
 - Diffuse Gelenkschmerzen

Funktionseinschränkungen sind je nach Virulenz des Entzündungszustands, ggf. als infektbedingte Lockerung des Implantats möglich [5]. Jede Fistel muss als Zeichen der Infektion gewertet werden. Ein Wechsel der Schmerzintensität oder des Schmerzcharakters weist, genauso wie ein erhöhter Schmerzmittelbedarf oder postoperativ persistierende Schmerzen mit und ohne Sekretion, auf eine Infektion hin.

Differentialdiagnostisch müssen subkutaner Weichteilinfekt, „aseptische“ Lockerung, mechanische Komplikationen (Fehlpositionierung), allergische Reaktion, komplexes regionales Schmerzsyndrom und Arthrofibrose in Betracht gezogen werden [8].

Einteilung

Die Einteilung periprothetischer Hüftgelenkinfektionen kann nach dem **Infektionsweg** oder dem zeitlichen Auftreten klinischer Symptome erfolgen.

- Nach dem Infektionsweg
 - Endogener Infekt: Hämatogene Übertragung von Mikroorganismen von einem anderen Ort via Blut oder Lymphe
 - Exogener Infekt: Entweder perioperativ durch Inokulation während bzw. kurz nach Operation oder kontinuierlich durch Übertragung durch Haut- oder Weichteilläsion oder ein penetrierendes Trauma [9]
- Nach dem zeitlichen Auftreten klinischer Symptome
 - Früh (<3 Monate)

Jede Fistel muss als Zeichen der Infektion gewertet werden

- Verzögert (3–24 Monate)
- Spät (>24 Monate; [4, 10, 11])

Labordiagnostik

Bei den Laboruntersuchungen ist die Bestimmung der **Entzündungsparameter** unbedingt erforderlich.

— C-reaktives Protein (CRP)

- Akut-Phase-Protein mit hoher Sensitivität für inflammatorisches Geschehen
- Verlaufsparemeter mit postoperativem Anstieg, Gipfel am 2–3. Tag, fällt normalerweise bis zum 10. postoperativen Tag auf Normwerte ab
- Kann bei chronischen Entzündungen normwertig sein.
- Neuere Studien heben die Bedeutung von aus der punktierten **Synovia** bestimmten CRP hervor, mit der gleichfalls eine Unterscheidung zwischen infizierter und nichtinfizierter Endoprothese getroffen werden kann [3, 12].

— Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit (BSG)

- Für Entzündungen sensitiv
- Steigt postoperativ zwischen 5. bis 7. Tag an, um sich dann wieder zu normalisieren

CRP und BSG gelten als wichtigste Parameter der periprothetischen Infektdiagnostik. Sind beide erhöht, wird die Wahrscheinlichkeit einer solchen Infektion mit 83% angegeben, sind beide unauffällig, kann sie annähernd ausgeschlossen werden [13, 14].

Leukozytenzahlen sind aufgrund geringer Sensitivität von geringerer Bedeutung; chronische Infekte können mit normalen Werten einhergehen.

Sepsisparameter wie Interleukin-6 (IL-6) aus stimulierten Monozyten, Procalcitonin oder lipopolysaccharidbindendes Protein (LBP) haben sich aufgrund bisher nur kleiner Studien oder unklarer „Cut-off“-Werte noch nicht etablieren können [15, 16]:

Hüftgelenkpunktion

Vorteile

- Die Punktion ermöglicht durch Aspiration von Synovia unter strengsten sterilen Kautelen die mikrobiologische Diagnostik mit Keimidentifizierung und Resistenzbestimmung.
- Kulturelle Nachweisverfahren können neben dem qualitativen Erregernachweis auch eine quantitative Aussage zur Erregerkonzentration geben.
- Nukleinsäurenachweisverfahren wie **Nukleinsäureamplifikationstechniken (NAT)** oder Hybridisierungstechniken (FISH) stehen als ergänzende Diagnostik zur Verfügung [17].
- Die zytologische Untersuchung des Synoviapunktats ermöglicht die Bestimmung von Proteingehalt, Glukosewert, Zellzahl (**neutrophile Granulozyten, nGz**) und direktem Bakteriennachweis (**Gramfärbung**).
- Definierter Infektnachweis: Die infizierte Hüftprothese ist durch eine Zellzahl von >4200/μl oder >80% nGz definiert [18, 19]. Der positive Keimnachweis beweist die Infektion der Prothese und gelingt präoperativ in etwa 80% der Fälle.
- Aspirat kann auf sowohl auf aerobe und anaerobe Bakterien, als auch auf Pilze hin untersucht werden. Dazu ist bei möglicherweise langsam wachsenden und niedrig virulenten Keimen eine Inkubation von mindestens 14 Tagen auf verschiedenen Nährmedien (flüssig, fest, aerob, anaerob) erforderlich [20].

Nachteile

- Gefahr der Infektion eines primär aseptischen Hüftgelenks durch die Punktion und Verschleppung von Hautkeimen mit resultierendem falsch-positivem Befund

Bei erhöhtem CRP und BSG liegt die Wahrscheinlichkeit für eine periprothetische Infektion bei 83%

Bei einer Zellzahl von >4200/μl oder >80% nGz ist von einer infizierten Hüftprothese auszugehen



Abb. 2 ▲ Hüftgelenkpunktion nach Stichinzision mit radiologischer Kontrolle

- Gelenkempyem, Kapselphlegmone, Osteomyelitis, Sepsis und daraus resultierende operative Maßnahmen
- Notwendigkeit der Wiederholung des Eingriffs bei unklaren mikrobiologischen Ergebnissen

Operationsvorbereitung

- Probenbehälter zur Asservierung des Punktats bereitlegen (Reihenfolge nach Priorität):
 - EDTA-Röhrchen (1 ml; nach Befüllung sofort Punktat und EDTA vollständig vermischen, um Koagulation zu vermeiden, Zellzählung sonst unmöglich) für Leukozytenzahl, Differenzierung, Kristalle, Protein, Glukose, PCR
 - Aerobe Blutkulturflasche (2–5 ml), nach Desinfektion des Gummistopfens
 - Anaerobe Blutkulturflasche (2–5 ml), nach Desinfektion des Gummistopfens
 - Nativröhrchen (0,5–1 ml) für Grampräparat, Mykobakterien und Pilze
 - Zusätzliches EDTA- oder Nativröhrchen zur Untersuchung mittels Polymerasekettenreaktion (PCR)
- Umgehenden Transport der gewonnenen Proben organisieren

Operationstechnik

Ventraler Zugang

- Punktion des Hüftgelenks unter Bildwandlerkontrolle
- Strengste sterilen Kautelen
- Durchführung im Operationssaal zur Vermeidung einer Infektion des Hüftgelenks durch Punktion und Verschleppung von Hautkeimen mit resultierendem falsch-positivem Befund
- Mund- und Kopfschutz, Händedesinfektion, steriles Anziehen der Operationshandschuhe
- Punktionsbesteck steril anreichen lassen, alternativ zuvor auf sterilem Operationstuch ablegen
- Kontrollierte druckstellenfreie Rückenlagerung auf bildwandlergeeignetem Operationstisch
- Steriles Abwaschen (empfohlene Einwirkzeit des Hersteller beachten) und steriles Abdecken des Hüftgelenks
- Orientierungspunkte sind Spina iliaca anterior superior und Symphyse
- Punktionsort in der Mitte dieser Verbindungslinie, 2 cm lateral des palpablen Femoralispulses
- Stichinzision mittels (11er-)Skalpelli im Bereich der Haut (verhindert ungewollten Transport von Hautkeimen mit Stanzzylinder in das Hüftgelenk selbst; **Abb. 2**). Bei späterem Nachweis typischer Hautkeime (Saprophyten, koagulasenegative Staphylokokken, Propriion- oder Korynebakterien) sollte die Punktion wiederholt werden.

Indikation

Zur Abklärung unklarer Infektsituationen ist die **Gelenkpunktion** immer indiziert.

Kontraindikationen

- Klinisch und laborchemisch ausbleibender Anhalt für das Vorliegen einer periprothetischen Infektion
- Aktuelle Antibiotikatherapie
- Infektionen, Hautschäden und Hauterkrankungen in der Umgebung der Punktionsstelle

Patientenaufklärung

- Allgemeine Operationsrisiken: Gefäß- und Nervenverletzung, Thrombose, Embolie, Wundheilungsstörung, Hämatom, Infektion

- Verzicht auf Lokalanästhetika bei der Gelenkpunktion wegen deren möglicher bakterizider Wirkung, falls unumgänglich streng nur Kutis und Subkutis
- Punktion mit überlanger Kanüle (19/21G)
- 10-ml- bzw. 20-ml-Spritze
- Cave: Kein Anspülen des Gelenks wegen Reduktion relevanter Keimkonzentrationen und antibiotikafreies Intervall von mindestens 10–14 Tagen vor Gelenkpunktion aufgrund eingeschränkter Aussagefähigkeit der Punktion bei laufender Antibiotikatherapie [21]
- Nach erfolgter Punktion steriles Pflaster (Verband) auf Einstichstelle

Lateraler Zugang

- Alternative zum ventralen Zugang
- Rückenlage, Oberschenkel abduziert und leicht innenrotiert lagern
- Palpation der Spitze des Trochanter major
- Punktion etwa 2 cm proximal der Trochanter Spitze, parallel zum Operationstisch und senkrecht zur Körperlängsachse
- Punktion mit überlanger Kanüle (19/21G)

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Eine **Punctio sicca** (es lässt sich keine Flüssigkeit aspirieren) schließt die Infektion nie aus. Ein infektiös bedingtes vorhandenes Fistelsystem kann den Gelenkdruck reduzieren, so dass sich kein Material aspirieren lässt. Ein Anspülen des Gelenks kann durchgeführt werden, eine quantitative Zellzahlbestimmung ist dann jedoch nicht mehr durchführbar
- Falsch-negative Befunde der mikrobiologischen Untersuchung können darüber hinaus durch zu wenig Probenmaterial, geringe Keimzahl (Keimvorkommen ausschließlich unter **Biofilm**), Verwendung eines ungeeigneten Nährmediums, anspruchsvolle Organismen („**small-colony-variant**“, SCV – Staphylokokken) oder prolongierten Transport zustande kommen
- Negative Punktionsergebnisse sollten immer kritisch geprüft und die Punktion ggf. wiederholt werden.

Weitere Diagnostik an intraoperativ gewonnenen Proben

Die Kombination aus intraoperativ gewonnener Histopathologie und Mikrobiologie stellt heute noch immer den Goldstandard in der Diagnostik dar.

Bei der intraoperativen Probengewinnung sollten folgende Regeln beachtet werden:

- Präoperativ ist ein 2-wöchiges antibiotikafreies Intervall einzuhalten.
- Abstriche sind aufgrund niedriger Sensitivität sowohl als oberflächlicher Wundabstrich oder Fistelexsudat als auch als Kürettage eines Fistelgangs obsolet.
- Haut- oder Handschuhkontakt können falsche Ergebnisse liefern [22].
- Mehrere unterschiedliche Proben (mindestens 3–5) müssen zur Vermeidung von **Kreuzkontaminationen** mit jeweils frischen Instrumenten entnommen werden.
- Bestmögliche Proben für Kultur und histopathologische Diagnostik sind direkt periprothetisches Gewebe des Knochen-Implantat-Interface, Abszessmembranen oder Sequester.

Auf diese Weise gelingt in bis zu 94% ein positiver Bakteriennachweis [4, 23]. Die Entnahme von Material mittels Abstrichtupfer ist obsolet, da hierbei die zur Untersuchung kommende Materialmenge und die Erregeranzahl zu niedrig sind und die Erreger bei entsprechender Empfindlichkeit schon auf dem Trägermedium absterben können [17].

Histopathologische Untersuchung

Der histologische Nachweis der Infektion ist derzeit mit dem Auftreten von mehr als 23 neutrophilen Granulozyten pro 10 High-Power-Fields (HPF, 400-fache Vergrößerung) definiert. Daneben ermöglicht insbesondere die histologische Untersuchung der periprothetischen Membran (**Neosynovialis**) eine Unterscheidung hinsichtlich des zugrundeliegenden Pathomechanismus, hier insbeson-

Das Gelenk sollte nicht angespült werden

Bei späterem Nachweis typischer Hautkeime muss die Punktion wiederholt werden

Bei negativem Ergebnis sollte die Punktion ggf. wiederholt werden

Bei Beachtung der Regeln gelingt in bis zu 94% ein positiver Bakteriennachweis

Ein intraoperativer Schnellschnitt ermöglicht die Erkennung einer Infektion ohne Zeitverlust

Beschwerden eilen den radiologischen Veränderungen meist voraus

Ein konventionelles Röntgenbild hilft beim Ausschluss anderer Ursachen

Störende Metallartefakte können die Aussagefähigkeit des CT einschränken



Abb. 3 ▲ Röntgenaufnahme. Hybrid-Hüft-TEP links mit radiologischen Lockerungszeichen (multiple Osteolysen und Saumbildung)

- Beurteilung hinsichtlich Prothesenlockerung bzw. Migration und Ausschluss mechanischer Komplikationen (Gleitflächenabrieb)
- Hinweise auf Ausmaß der Infektion geben fokale Osteopenie, Lockerungssäume (>2 mm) und Resorptionsareale. Osteolysen kommen bei der **TEP-Infektion** früh und bei aseptischen Verläufen (Abrieb) spät zustande.
- Weitere konventionell-radiologische Hinweise für das Vorliegen einer TEP-Infektion können periostale Reaktionen, subperiostale Knochenneubildung, transkortikale Fistel und periartikuläre Verkalkungen sein.
- Die hauptsächliche Bedeutung des konventionellen Röntgenbilds liegt jedoch in der Erkennung und dem Ausschluss anderer Ursachen, wie Abrieb, Osteolysen oder Frakturen [14, 21, 27].
- Arthrographie mit Kontrastmittel
 - Beurteilung des Implantats und seiner Stabilität
 - Synoviale Aussackungen können Zeichen der Infektion sein.
 - Gleichzeitig kann bei Durchführung Synovia gewonnen und zur weiteren Untersuchung verwendet werden [28, 29]
- Sonographie (■ **Abb. 4**)
 - Nachweis von freier periprothetischer Flüssigkeit
 - Unterstützung bei der Durchführung von Punktionen [10]
- Computertomographie (CT; ■ **Abb. 5**)
 - Sensitiver als die reguläre Röntgenbildgebung bei der Gelenkdarstellung und der Gewebeunterscheidung bei normalen und pathologischen Veränderungen
 - Sichere Darstellung und Differenzierung von Gelenkerguss, ossären Erosionen, Fisteln, Osteolysen und Weichteilabszessen
 - Kann auch zur Wahl des operativen Zugangs oder bei der Gelenkpunktion genutzt werden.
 - Störende Metallartefakte können die Aussagefähigkeit des CT einschränken [4, 30].

dere die Trennung zwischen aseptischer und septischer Lockerung.

Definiert werden nach Krenn und Morawietz insgesamt 4 Typen der Neosynovialis:

- Abriebinduzierter Typ (Typ I)
- Infektiöser Typ (Typ II)
- Mischtyp (Typ III)
- Indifferenztyp (Typ IV)

So können Aussagen zur Ätiologie und Standzeit der Prothese getroffen werden [24]. Ein intraoperativer Schnellschnitt ermöglicht im Gegensatz zur mikrobiologischen Diagnostik die Erkennung einer Infektion ohne Zeitverlust [25]. Die histopathologische Untersuchung hat darüber hinaus mit hoher Spezifität und Sensitivität die Vorteile einer klaren Abgrenzung zur **Arthrofibrose**, als auch in der Erkennung einer **Hyper sensitivitätsreaktion** (immunologische Typ-IV-Reaktion). Als Nachteile müssen die variierende Infiltration mit Entzündungszellen je nach Gewebeart und eine schwierige Differentialdiagnose zu entzündlichen Gelenkerkrankungen genannt werden [26].

Bildgebende Diagnostik

- Röntgenaufnahme (■ **Abb. 3**)
 - Betroffenes Gelenk in 2 Ebenen
 - Beschwerden eilen den radiologischen Veränderungen meist voraus.
 - Ältere vorhandene Röntgenaufnahmen müssen vergleichend in Betracht gezogen werden.

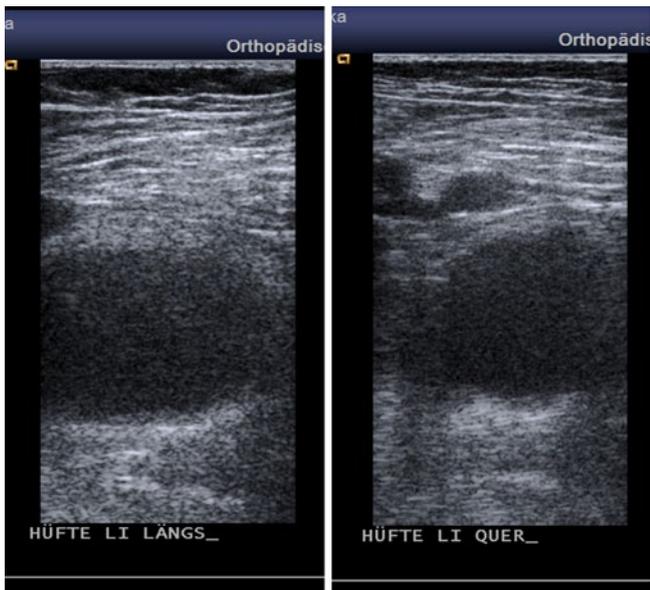


Abb. 4 ◀ Sonographische Darstellung des linken Hüftgelenks (längs und quer) mit Ergussbildung

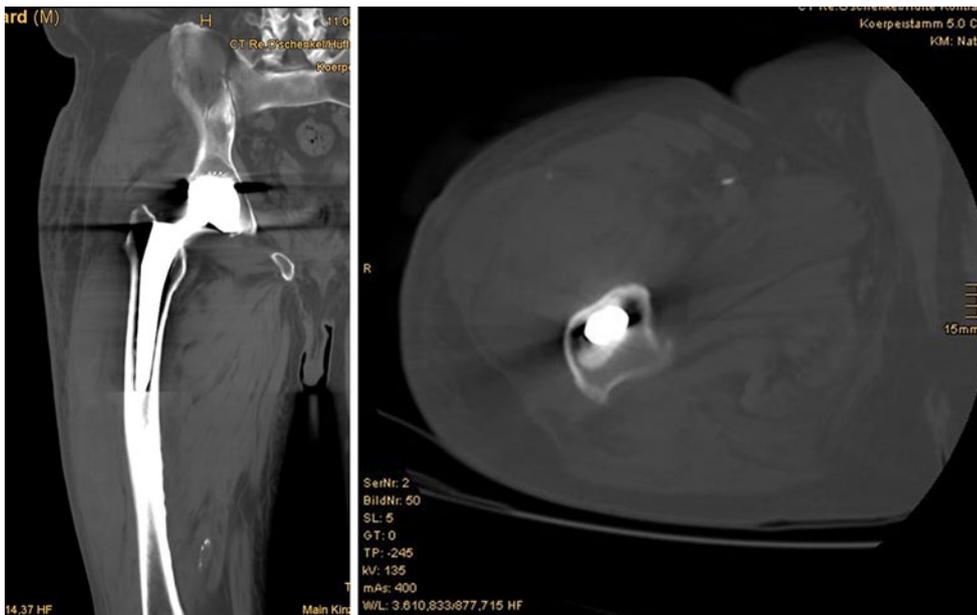


Abb. 5 ▲ Computertomographie (CT) der rechten Hüfte bei TEP-Infekt

- Magnetresonanztomographie (MRT; ■ **Abb. 6**)
 - Beurteilung der Weichteilsituation für das intraoperative Vorgehen (z. B. Abszess)
 - Ist bei nichtferromagnetischen Implantaten angezeigt
 - Die Wertigkeit für den Infektnachweis selbst ist bisher gering, kann aber zukünftig durch die bessere Beurteilbarkeit des Knochen-Prothesen-Interface und umgebender Weichgewebe an klinischer Bedeutung gewinnen [14, 31, 32].
- Nuklearmedizinische Untersuchungsverfahren
 - Können entzündliche Veränderungen im periprothetischen Gewebe nachweisen und sind daher für den Nachweis periprothetischer Infektionen von Bedeutung.
- **3-Phasen-Skelettszintigraphie** (^{99m}Tc ; ■ **Abb. 7**)
 - Unspezifische Darstellung metabolischer Aktivität des Knochens und Veränderungen des Knochenstoffwechsels
 - Anreicherungen bestehen auch bei asymptomatischen Prothesen etwa 1 Jahr lang. Dadurch kann die Skelettszintigraphie bei geringer Spezifität, aber hoher Sensitivität für eine Infektion

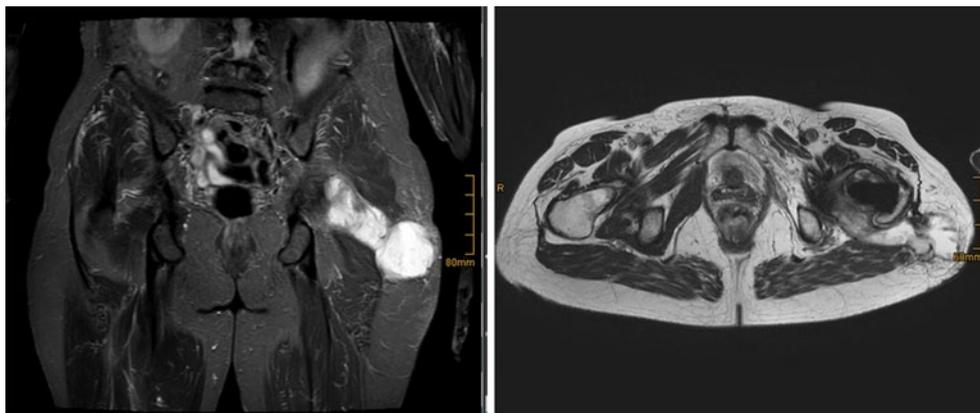


Abb. 6 ▲ Magnetresonanztomographie (MRT) mit Weichteilbeteiligung bei linksseitigem TEP-Infekt



Abb. 7 ▲ 3-Phasen-Skelettszintigraphie mit 700 MBq 99 m Tc HMDP. Deutlich ausgeprägte Zeichen der Schaftlockerung: langstreckige Nuklidmehrbelegung in den Prothesengrenzflächen des Schafts der Hüft-TEP rechts

Die Sensitivität der ^{18}F -Desoxyglukose nimmt bei erhöhten Blutzuckerspiegeln ab

Die Sonikation erhält lebende Bakterien für eine zeitgleiche Antibiotikatestung

nach Ablauf dieser Zeit zur Ausschlussdiagnostik angewandt werden.

- Während eine negative Szintigraphie einen Endoprotheseninfekt weitgehend ausschließt, benötigt eine positive Szintigraphie weitere Abklärung, wobei die Kombination mit einem der folgenden beiden Verfahren dienlich sein kann [4, 5, 14, 30]:
 - Leukozytenszintigraphie
 - Antigranulozytenszintigraphie
- Positronenemissionstomographie (PET);
 - **Abb. 8)**
 - Radioaktiv markierte **^{18}F -Desoxyglukose**
 - Lokalisiert präzise einen erhöhten Glukosestoffwechsel bei pathologischen Knochenprozessen
 - Reichert sich als „falscher Metabolit“ in aktivierten Leukozyten und Makrophagen zur Energiedeckung an
 - Besitzt eine hohe Sensitivität und Spezifität für periprothetische Infektionen.
- Möglicherweise zukünftig zunehmender diagnostischer Stellenwert.
- Da die Sensitivität dieses Verfahrens bei erhöhten Blutzuckerspiegeln abnimmt, sind nüchterne bzw. streng eingestellte Blutzuckerwerte erforderlich.
- Weitere Einschränkungen sind eine geringe Verfügbarkeit und hohe Kosten [5, 27, 33, 34]

Weiterführende Diagnostik

Während die Kombination aus intraoperativ gewonnener Histopathologie und Mikrobiologie heute immer als Goldstandard in der Diagnostik angegeben wird, versucht die Sonikation durch Lösen von in Biofilm gebundenen Bakterien, deren Nachweis zu verbessern und so den Anteil an fälschlicherweise als aseptische Lockerung eingestuft Fällen zu verringern. Da verursachende Bakterien des TEP-Infekts Biofilm bilden und sich direkt darunter am Implantat verbergen, sind periprothetische Gewebeprobe oder präoperative Punktionen möglicherweise falsch-negativ. Eine Probe direkt vom entnommenen Implantat kann den Nachweis verbessern. Dazu löst die Sonikation mit einem Ultraschallbad (5 min/40 kHz) Bakterien vom explantierten Implantat. Die Flüssigkeit kann dann als anaerobe und aerobe Kultur und als Gramfärbung untersucht werden. Die Untersuchung ist somit sensitiver als nur periprothetisches Gewebe und erhält lebende Bakterien für eine zeitgleich mögliche Antibiotikatestung. In einer Studie konnte die diagnostische Sensitivität der Untersuchung durch Sonikation der explantierten Prothese im Vergleich zur konventionellen bakteriellen Kultur von 60,8% auf 78,5% signifikant gesteigert werden. Auch bei Patienten, die noch bis vor weniger als 14 Tagen eine antibio-

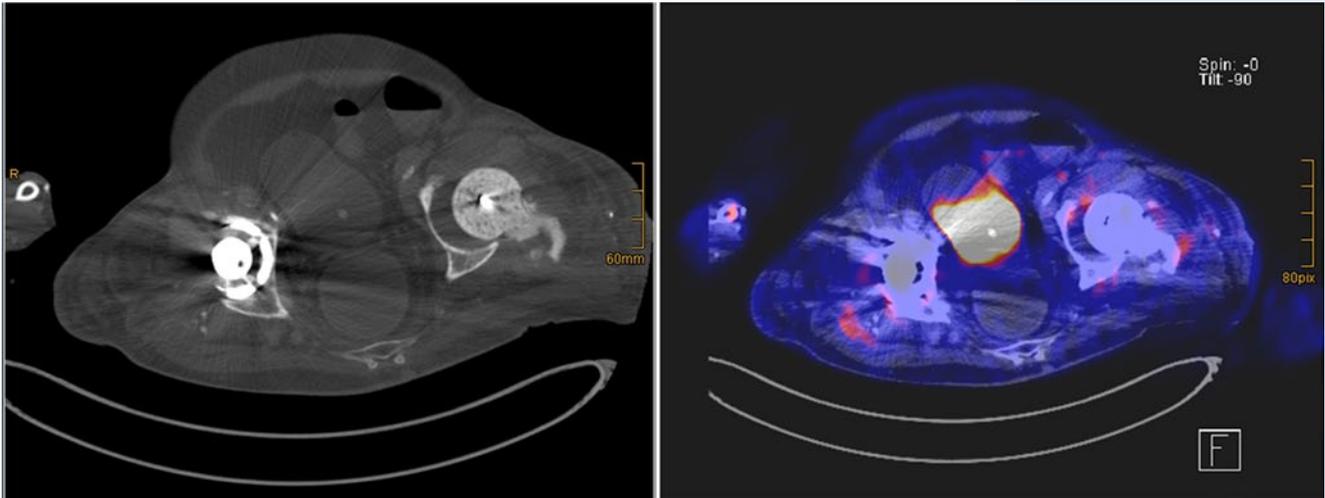


Abb. 8 ▲ Positronenemissionstomographie (PET) mit rechtsseitigen Anreicherungen bei Hüft-TEP-Infekt

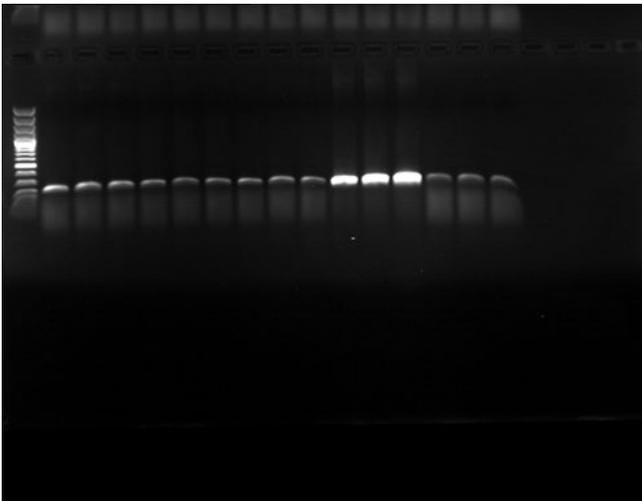


Abb. 9 ◀ Sonikation, Polymerasekettenreaktion (PCR)

tische Therapie erhalten hatten, wurde die Sensitivität für durch Sonikation gewonnene Flüssigkeit mit 75% signifikant verbessert gegenüber der konventionellen Kultur mit 45% angegeben [35, 36, 37].

Die durch Sonikation gewonnene Flüssigkeit von entfernten Implantaten kann in einem weiteren Schritt mittels **Multiplex-PCR** analysiert werden. Diese Möglichkeit der molekularen Testung durch eine Polymerasekettenreaktion (PCR) ist eine hochsensitive Methode zum Nachweis bakterieller DNA und dadurch besonders zur Diagnostik von periprothetischen „Low-grade“-Infektionen geeignet. Der Nachweis ist innerhalb weniger Stunden möglich. Die Amplifikation von **16S-rDNA-Gen** wird dabei zur Identifikation genutzt, ist aber nicht für alle Bakterien spezifisch (z. B. *P. acnes* oder Corynebakterien). Das hochsensitive Verfahren ist allerdings anfällig für Kontaminationen. Die fehlende Möglichkeit einer Antibiotikatestung ist ein weiterer Nachteil. In Studien zeigt sich der Bakteriennachweis durch Multiplex-PCR von Sonikationsflüssigkeit der Kultur aus Sonikation und der alleinigen Kultur überlegen [38, 39].

Eine weitere Nachweismöglichkeit stellt die **In-situ-Hybridisierung (FISH)** dar (▣ Abb. 9, 10).

Ergebnisse

Erreger

Die meisten periprothetischen Hüftgelenkinfektionen werden durch Staphylokokken verursacht. Dabei handelt es sich bei Frühinfektionen meist um Erreger mit höherer Virulenz wie den Methi-

Die PCR eignet sich besonders zur Diagnostik periprothetischer „Low-grade“-Infektionen

Die meisten periprothetischen Hüftgelenkinfektionen werden durch Staphylokokken verursacht

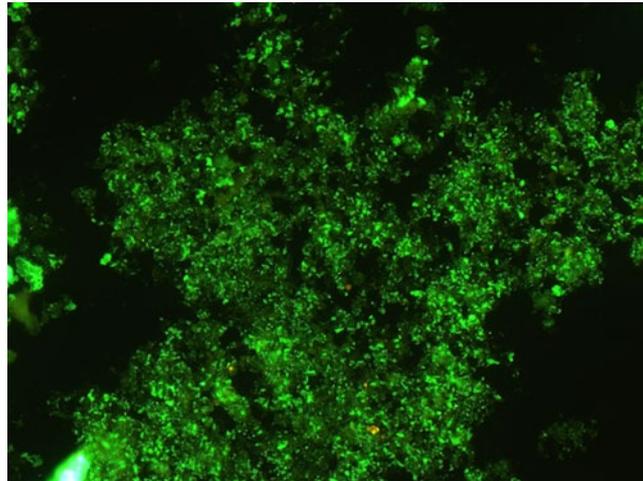


Abb. 10 ◀ Multiplex-PCR. In-situ-Hybridisierung (FISH) mit stark positiver Probe durch Material eines Biofilms

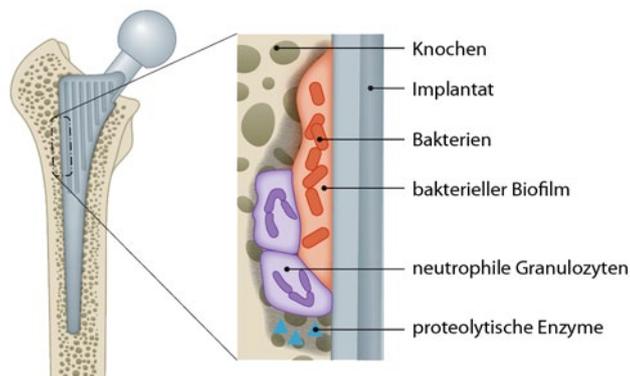


Abb. 11 ◀ Schematische Darstellung der biofilmassoziierten „frustranen Phagozytose“

In etwa 10–20% muss von einer Mischinfektion ausgegangen werden

Periprothetische Infektionen werden meist durch biofilmbildende Bakterien verursacht

Die Bakterien gehen von einer planktonischen in eine sessile Form über

cillin-sensiblen *Staphylococcus aureus*, aerobe gramnegative Stäbchenbakterien oder koagulase-negative Staphylokokken. Verzögerte Infektionen werden des Weiteren häufig durch Mikroorganismen der kommensalen Hautflora verursacht. Bei Spätinfekten handelt es sich meist um Methicillin-resistente Staphylokokken, sowohl *S. epidermidis* (**MRSE**) als auch *S. aureus* (**MRSA**). Weitere Erreger können Enterokokken, Pseudomonaden oder Anaerobier sein (▣ **Tab. 1**). In 80–90% der Fälle kann eine **Monoinfektion** angenommen werden, in etwa 10–20% muss hingegen von einer Mischinfektion ausgegangen werden [17, 23, 33, 40].

Pathogenese

Die Kontamination der anorganischen Endoprothese führt zur biologischen Infektion des umgebenden Gewebes. Der häufigste Infektionsweg verläuft bereits während der Implantation direkt über das Operationsgebiet, hier zuerst über die Haut des Patienten mit Anhangsgebilden, aber auch über Handschuhe, Instrumente oder die Umgebungsluft (exogen). Auch nach der Implantation kann es durch hämatogene oder lymphogene Aussaat aus der unmittelbaren Wundumgebung, durch Streuung aus anderen Infektionsherden (Bakteriämie), durch chirurgische Intervention im Gastrointestinaltrakt, Zahnbehandlungen oder aber per continuitatem (Senkungsabszess, **Spondylodiszitis**) zur Infektion der Hüftendoprothese kommen (endogen). Periprothetische Infektionen werden typischerweise durch biofilmbildende Bakterien verursacht, die sich unter der von ihnen selbst produzierten **Polymermatrix** kolonieartig organisiert zusammenlagern und so vor vielen Antibiotika und der körpereigenen Immunantwort geschützt sind. Sie gehen dabei von einer planktonischen in eine sessile Form über. Die Bakterien können durch direkte Interaktion mit **Wirtsproteinen** (Fibronektin, Fibrinogen, Kollagen) oder über gebildete spezifische Rezeptoren (**Adhäsine**) an Implantatmaterial bedeckende, wirtseigene Proteine anheften [4, 41].

In diesem Prozess kann es bei *S. aureus*, *S. epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa* und *E. coli* zur Ausbildung atypischer Varianten, sog. „small colony variants“ (SCV) kommen, als Ausdruck einer

Tab. 1 Anteil verschiedener Infektionserreger bei Gelenkprotheseninfektionen. (Nach [8])

Erreger	Häufigkeit (%)
Staphylokokken	50–60
Gramnegative, aerobe Stäbchenbakterien	20
Streptokokken	10–15
Polymikrobiell	10–15
Anaerobier	7–10
Andere Erreger	2

Adaptation und komplexer Regulationsvorgänge mit reduziertem Stoffwechsel, verminderter Teilungsrate, langsamerem Wachstum und veränderter Zellmorphologie. Bereits etwa 72 h nach Anheftung resultiert im Biofilm eine erhöhte Antibiotikaresistenz und Schutz vor körpereigener Abwehr mit persistierender Infektion ([17], [Abb. 11](#)). Dazu sind weniger als 100 “colony-forming-units“ (cfu) ausreichend, da die vorhandene Prothese als Fremdkörper die minimal notwendige Infektdosis um das 100.000-Fache reduziert [4].

Bereits etwa 72 h nach Anheftung resultiert im Biofilm eine erhöhte Antibiotikaresistenz

Fazit für die Praxis

- Die periprotetische Infektion ist eine schwerwiegende, gefürchtete Komplikation der Hüftendoprothetik und stellt somit eine Herausforderung für Arzt und Patient dar.
- Bei Verdacht auf eine Infektion sollte ein standardisiertes Vorgehen eingehalten werden; nur eine umgehende Diagnose kann eine frühe Behandlung ermöglichen.
- Da bislang kein alleiniger sicherer Test existiert, muss die Diagnostik mit 4 verschiedenen Ansätzen erfolgen: klinische Evaluation, serologische Untersuchungen, diagnostische Bildgebung und mikrobiologische Analysen.
- In einer ersten Stufe erfolgt die Anamnese mit Risikofaktoren, die klinische Untersuchung (Symptome und Entzündungszeichen), eine Labordiagnostik mit Entzündungsparametern (BSG und CRP) sowie die Bildgebung mittels Röntgenaufnahme und ggf. Sonographie.
- Bei klinisch weiterhin bestehendem Verdacht auf eine Infektion müssen neben der Schnittbildgebung durch CT und MRT besonders nuklearmedizinische Untersuchungen wie Skelettszintigraphie zum Infektausschluss durchgeführt werden.
- Bei positiven Untersuchungsbefunden oder persistierendem Infektverdacht steht die sterile Punktion des Hüftgelenks unter Bildwandlerkontrolle im Mittelpunkt und ist immer angezeigt, um mittels Aspirat zytologische und mikrobiologische Befunde zu ergänzen.
- Zytologisch sprechen eine erhöhte Leukozytenzahl ($>4200/\mu\text{l}$) und ein gesteigerter Anteil an polymorphkernigen neutrophilen Granulozyten ($>80\%$) für einen vorliegenden Hüftgelenkinfekt.
- Aus dem Punktat ist gleichzeitig ein mikrobiologischer Keimnachweis zu führen, wobei ein 14-tägiges antibiotikafreies Intervall vor der Punktion eingehalten werden sollte.
- Bei nachgewiesenem Hüftgelenkinfekt sollte die operative Intervention innerhalb von 12 h erfolgen.
- Die endgültige Diagnose kann nur mittels Histologie, intraoperativer Bakterienkultur und ggf. additiven Untersuchungen wie Sonikation oder PCR gesichert werden.
- Intraoperativ sollten 3–5 Proben aus entzündlich veränderten Bereichen sowie der periprotetischen Membran gewonnen werden.
- Bei möglicherweise vorliegenden niedrigvirulenten Erregern mit niedriger Proliferationsrate sollte die Inkubationszeit bei verschiedenen Nährmedien 14 Tage betragen.

Korrespondenzadresse

Dr. C.M. Lüdemann

Orthopädische Klinik König-Ludwig-Haus, Julius-Maximilians-Universität Würzburg
Brettreichstr. 11, 97074 Würzburg
m-luedemann.klh@uni-wuerzburg.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. C.M. Lüdemann, N. Schütze und M. Rudert geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

- 2012 AQUA-Institut
- Friesecke C, Wodtke J (2008) Management des Protheseninfektes. *Chirurg* 79:777–794
- Parvizi J, McKenzie JC, Cashman JP (2012) Diagnosis of periprosthetic joint-infection using synovial C-reactive protein. *J Arthroplasty* 27(8 Suppl 1):12–16
- Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE (2004) Prosthetic-Joint infections. *N Engl J Med* 351:1645–1654
- Gollwitzer H, Diehl P, Gerdesmeyer L, Mittelmeier W (2006) Diagnostische Strategie bei Verdacht auf periprosthetische Infektion einer Kniegelenktotalendoprothese. *Orthopäde* 35:904–916
- Esposito S, Leone S (2008) Prosthetic joint infections: microbiology, diagnosis, management and prevention. *Int J Antimicrob Agents* 32:287–293
- Lüdemann M, Rudert M (2006) Results of vacuum sealing therapy in joint infections. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 144:602–608
- Meyer H, Krüger A, Roessner A, Lohmann CH (2012) Allergische Reaktionen als Differenzialdiagnose zur periprosthetischen Infektion. *Orthopäde* 41:26–31
- Trampuz A, Zimmerli W (2005) Prosthetic joint infections: update in diagnosis and treatment. *Swiss Med Wkly* 135:243–251
- Laffer R, Ruef C (2006) Diagnose und Therapie von Gelenkprotheseninfektionen. *Z Rheumatol* 65:12–17
- Widmer AF (2001) New developments in diagnosis and treatment of infection in orthopedic implants. *Clin Infect Dis* 33(Suppl 2):94–106
- Parvizi J, Jacovides C, Adeli B et al (2012) Synovial C-reactive protein: a prospective evaluation of a molecular marker for periprosthetic knee joint infection. *Clin Orthop Relat Res* 470:54–60
- Osmon DR, Berbari EF, Berendt AR et al (2013) Diagnosis and management of prosthetic joint infection: clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 56:1–10
- Toms AD, Davidson D, Masri BA, Duncan CP (2006) The management of peri-prosthetic infection in total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 88:149–155
- Di Cesare PE, Chang E, Preston CF, Liu CJ (2005) Serum Interleukin-6 as a marker of periprosthetic inflammation following total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 87:1921–1927
- Martinot M, Sordet C, Soubrier M (2005) Diagnostic value of serum and synovial procalcitonin in acute arthritis: a prospective study of 42 patients. *Clin Exp Rheumatol* 23(3):303–310
- Geipel U, Herrmann M (2004) Das infizierte Implantat. *Orthopäde* 33:1411–1428
- Trampuz A, Hanssen AD, Osmon RD et al (2004) Synovial fluid leucocyte count and differential for the diagnosis of prosthetic knee infection. *Am J Med* 117(8):556–562
- Schinsky MF, Della Valle CJ, Sporer SM, Paprosky WG (2008) Perioperative testing for joint infection in patients undergoing revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 90-A:1869–1875
- Steinbrink K, Frommelt L (1995) Behandlung der periprosthetischen Infektion der Hüfte durch einzeitige Austauschoperation. *Orthopäde* 24:335–343
- Lehner B, Witte D, Suda AJ, Weiss S (2009) Revisionsstrategie bei der Protheseninfektion. *Orthopäde* 38:681–689
- Zimmerli W (2006) Prosthetic-joint-associated infections. *Res Clin Rheumatol* 20(6):1045–1063
- Ruchholtz S, Täger G, Nast-Kolb D (2004) Die infizierte Hüftgelenkendoprothese. *Unfallchirurg* 107:307–319
- Krenn V, Otto M, Morawietz L et al (2011) Gelenkendoprothesenpathologie. *Pathologie* 32:210–219
- Feldman DS, Lonner JH, Desai P, Zuckerman JD (1995) The role of intraoperative frozen sections in revision total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 77:1807–1813
- Trampuz A, Steckelberg JM et al (2003) Advances in the laboratory diagnoses of prosthetic joint infection. *Rev Med Mikrobiol* 14:1–14
- Bauer TW, Parvizi J, Kobayashi N, Krebs V (2006) Diagnosis of periprosthetic infection. *J Bone Joint Surg Am* 88:869–882
- Zimmerli W (2006) Prosthetic-joint-associated infections. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 20(6):1045–1063
- Zimmerli W, Ochsner PE (2003) Management of infection associated with prosthetic joints. *Infection* 31(2):99–108
- Perka C, Haas N (2011) Periprosthetische Infektion. *Chirurg* 82:218–226
- Gehrke T (2012) Infiziertes Kunstgelenk. In: Claes L, Kirschner P, Perka C, Rudert M (Hrsg) *AE-Manual der Endoprothetik*, 390–391. Springer, Heidelberg
- White LM, Kim JK, Metha M et al (2000) Complications of total hip arthroplasty: MR imaging-initial experience. *Radiology* 215:254–262
- Militz M, Bühren V (2010) Wechseln infizierter Knie- und Hüftendoprothesen. *Chirurg* 81:310–320
- Chryssikos T, Parvizi J, Ghanem E et al (2008) FDG-PET imaging can diagnose periprosthetic infection of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 466:1338–1342
- Trampuz A, Piper KE, Jacobson MJ et al (2007) Sonication of removed hip and knee prostheses for diagnosis of infection. *N Engl J Med* 357:654–663
- Portillo MA, Salvado M, Trampuz A et al (2013) Sonication versus vortexing of implants for diagnosis of prosthetic joint infection. *J Clin Microbiol* 51(2):591–594
- Bjerkkan G, Witsø E, Bergh K (2009) Sonication is superior to scraping for retrieval of bacteria in biofilm on titanium and steel surfaces in vitro. *Acta Orthop* 80(2):245–250
- Achermann Y, Vogt M, Leunig M et al (2010) Improved diagnosis of periprosthetic joint infection by multiplex PCR of sonication fluid from removed implants. *J Clin Microbiol* 48(4):1208–1214
- Esteban J, Alonso-Rodriguez N, del-Prado G et al (2012) PCR-hybridization after sonication improves diagnosis of implant-related infection. *Acta Orthop* 83(3):299–304
- Tsukayama DT, Estrada R, Gustilo RB (1996) Infection after total hip arthroplasty. a study of the treatment of one hundred and six infections. *J Bone Joint Surg Am* 78:512–523
- Wagner C, Hänsch GM, Wentzensen A, Heppert V (2006) Die implantatassoziierte posttraumatische Osteitis. *Unfallchirurg* 109:761–769

CME-Fragebogen

Bitte beachten Sie:

- Teilnahme nur online unter: springermedizin.de/eAkademie
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

? Welches Kriterium gehört *nicht* zur Definition des periprotetischen Infekts?

- Nachweis von Mikroorganismen im Synoviapunktat
- Erhöhte Zellzahl im Gelenkpunktat
- Histologischer Befund mit neutrophilen Granulozyten (>23/10 High-Power-Fields)
- Neosynovialis vom Typ I
- Vorliegen einer Fistel

? Welches ist *kein* Risikofaktor für das Auftreten periprotetischer Infektionen?

- Kortikoidtherapie
- Rheumatoide Arthritis
- Jüngeres Lebensalter
- Hämodialyse
- Kachexie

? Ab welchem Zeitpunkt gilt ein periprotetischer Hüftgelenkinfekt als Spätinfekt?

- Ab 3 Monaten
- Ab 6 Monaten
- Ab 12 Monaten
- Ab 18 Monaten
- Ab 24 Monaten

? Welches ist *kein* typischer Erreger von Gelenkprotheseninfektionen?

- Candida ssp.*
- Koagulasenegative Staphylokokken
- Enterobacteriaceae
- Streptococcus agalactiae*
- Propionibacterium ssp.*

? Welche Aussage zum Biofilm trifft *nicht* zu?

- Der Biofilm besteht aus einer von Bakterien selbst gebildeten Polymermatrix.
- Die Bakterien verbleiben unter dem Biofilm in einer planktonischen Form.

Der Biofilm schützt Bakterien vor den meisten Antibiotika und der körpereigenen Immunantwort.

Bakterien können sich durch Interaktion mit Wirtsproteinen oder durch Ausbildung von Adhäsinen an der Implantatoberfläche anheften.

Im Rahmen der Biofilmbildung kann es bei Staphylokokken zur Ausbildung von „small colony variants“ kommen.

? Welche(s) klinische(n) Zeichen ist/sind *nicht* typisch für einen Frühinfekt?

- Diffuse Gelenkschmerzen
- Sekretion über eine Fistel
- Aufgehobene Funktion
- Induration der Narbe
- Rötung und Überwärmung

? Welcher Laborparameter gilt als klinisch etabliert zur Diagnostik eines periprotetischen Infekts?

- Procalcitonin
- IL-6
- CRP
- LBP
- Kreatinin

? Welche Aussage zur Gelenkpunktion im Rahmen der periprotetischen Infektion ist *nicht* richtig?

- Die Gelenkpunktion muss unter strengsten sterilen Kautelen erfolgen.
- Proteingehalt, Glukosewert und Zellzahl können direkt bestimmt werden.
- Eine infizierte Hüftprothese ist (u. a.) durch eine Zellzahl >4200/μl definiert.
- Eine Stichinzision und die Vermeidung von bakteriziden Lokalanästhetika erhöhen die Chancen eines intraartikulären Bakteriennachweises.

Das Punktionsergebnis ist auch unter laufender Antibiotikatherapie aussagekräftig.

? Welche Aussage zu intraoperativ gewonnenen Proben trifft zu?

- Prinzipiell ist präoperativ ein 4-wöchiges antibiotikafreies Intervall erforderlich.
- Die Kombination aus intraoperativ gewonnener Histopathologie und Mikrobiologie stellt derzeit den Goldstandard in der Diagnostik dar.
- Die histologische Aufarbeitung der sog. Neosynovialis ermöglicht keine Aussage zur Ätiologie.
- Das Auftreten von >400 neutrophilen Granulozyten/High-Power-Field definiert histologisch die vorliegende Infektion.
- Intraoperativ genügt eine gewonnene Probe.

? Was ist bei Verdacht auf einen periprotetischen Infekt zur primären Diagnostik am ehesten geeignet?

- CT
- MRT
- Skelettszintigraphie
- Röntgenaufnahme
- PET

Diese zertifizierte Fortbildung ist 12 Monate auf springermedizin.de/eAkademie verfügbar. Dort erfahren Sie auch den genauen Teilnahmechluss. Nach Ablauf des Zertifizierungszeitraums können Sie diese Fortbildung und den Fragebogen weitere 24 Monate nutzen.



Für Zeitschriftenabonnenten ist die Teilnahme am e.CME kostenfrei