Salvage-Prozeduren bei Knie-/kniegelenknahen Infektionen

Die Behandlung eines fortgeschrittenen Kniegelenkinfekts, einer Osteomyelitis kniegelenkbegrenzender Anteile des Femurs und/oder der Tibia bzw. einer Patellaosteomyelitis sowie mehrfach voroperierter Zustände bei Endoprotheseninfektionen des Kniegelenks stellt für viele Behandler eine erhebliche Herausforderung dar [13]. Die Infektionen sind regelmäßig von erheblichen Weichteilaffektionen mit Defektbildungen begleitet und müssen vor geplanten ossären oder endoprothetischen [4] Rekonstruktionen bzw. Arthrodeseneinstellungen [22, 23] saniert werden. Für die gemeinsame konzeptionelle Planung und auch Durchführung solcher Eingriffe ist eine enge Zusammenarbeit mit den plastischen Chirurgen erforderlich. Von herausragender Bedeutung ist neben allen chirurgischen Maßnahmen eine effiziente, individuell angepasste antibiotische Therapie, die eine ebenso enge Zusammenarbeit mit einem im Bereich der Knochen- und Weichteilinfektionen versierten und klinisch begleitenden Mikrobiologen unerlässlich macht. Ausgedehnte Knochensubstanzverluste bedürfen vielfach der Verwendung von Sonder- oder sogar individuell angepassten Implantaten. Hierbei erfüllt die Begrifflichkeit des „Salvage“, also der Rettung und Bewahrung von (Teil-)Funktionen oder des Extremitätenerhalts unter Inkaufnahme funktioneller Einbußen ihren tieferen Sinn. Da es verständlicherweise für spezielle Individuallösungen keine eindeutigen Behandlungsalgorithmen gibt, obliegt es dem jeweiligen Behandler zu entscheiden und zu beraten, welches die günstigste Option ist. Zu berücksichtigen sind dabei die Patientenkonstitution, Begleiterkrankungen, die

therapeutisch-funktionell zu erwartenden Ergebnisse sowie v. a. das eigene Portfolio an Behandlungsmöglichkeiten und das Angebot interdisziplinärer Therapieformen. Bei allen Bemühungen sollte – auch wenn von manch einem als Kapitulation empfunden – eine ablativ Therapie im Einzelfall erwogen werden.

Ursachen

Die Gründe für die Ausbildung einer Knie- oder kniegelenknahen Infektion sind vielfältig (■ Tab. 1). Gelenknahe Wunden und Hautaffektionen, Bursitiden, traumabedingte Ursachen [5] wie Gelenkeröffnung, Frakturtyp, Frakturlokalisation und hier v. a. offene Frakturformen begünstigen eine Erregerinokulation mit Gewebekontamination und letztlich Infektion. Die Schwere des begleiten-

den Weichteilschadens und daraus resultierende Perfusionsstörungen der betroffenen Knochen- und Weichteilregion begünstigen ebenfalls die Entwicklung einer Infektion.

Knieempyeme nach Gelenkpunktionen oder intraartikulären Injektionen, vielfach mit cortisonhaltigen Präparaten, sind in einigen Fällen der Nichteinhaltung hygienischer Regeln geschuldet.

Bei Elektivoperationen, insbesondere im Rahmen von Arthroskopien [1, 10] oder der Endoprothetik, fördert v. a. eine Operationstechnik mit der Wahl eines ungünstigen Zugangs, ausgedehnter Freilegung und Deperiostierung des Knochens sowie eine iatrogene Weichteilkompromittierung postoperative Infektionen. Diese werden auch begünstigt durch eine inadäquate Implantatauswahl und insbesondere eine mangelhafte Re-

Tab. 1 Ursachen von Knie-/kniegelenknahen Infektionen

Gelenknahe Wunden
Gelenknahe Hautaffektionen (Intertrigo, Erysipel, Pustel)
Gelenknahe Bursitiden (Schleimbeutelentzündungen)
Gelenkfrakturen und gelenknahe offene Frakturen
Panaritien
Intravenöse und paravenöse Injektionen (Drogen)
Senkungsabszesse (Hüftgelenk)
Gelenkpunktion
Intra- und periartikuläre Injektion
Verletzung mit Gelenkeröffnung
Diagnostische und therapeutische Arthroskopie
Offene Operation an Gelenken
Operationen in Gelenknähe
Postoperatives Hämarthros oder Hämatom

Tab. 2 Klinische Klassifikation des Gelenkinfekts nach Kuner

Stadium I (purulente Synovialitis) Schwellung über dem Gelenk, Haut gerötet, glänzend, überwärmt, Ergussbildung, Schonhaltung
Stadium II (Gelenkempyem) Zusätzlich periartikuläre Schwellung und Rötung, starke spontane Schmerzhaftigkeit, Druckschmerz über der Kapsel, Entlastungsstellung in Beugung, Fieber
Stadium III (Panarthritits) Massive Weichteilschwellung, prall gespannte, glänzende Haut, extreme Schmerzhaftigkeit, septische Temperaturen, Beeinträchtigung des Allgemeinzustands
Stadium IV (chronische Arthritis) Geringe Entzündungszeichen, Deformierung und diffuse Schwellung des Gelenks, Fistelbildung oder starke Vernarbung, schmerzhaft Instabilität, starke funktionelle Behinderung

Tab. 3 Arthroskopische Klassifikation des Gelenkinfekts nach Gächter

Stadium I
Leicht trüber Erguß, Synovialis gerötet, evtl. petechiale Blutungen
Stadium II
Ausgeprägte Synovitis, Fibrinausschwitzungen, eitriger Erguss
Stadium III
Zottenbildung, Kammerung, Ausbildung eines „Badeschwamms“
Stadium IV
Synovialmembran wächst infiltrierend in den Knorpel und unterminiert ihn, radiologisch bereits Arrosionen, subchondrale Aufhellungen, Zystenbildungen

Tab. 4 Einteilung der Protheseninfektionen nach McPherson et al.

Dauer
Typ I: postoperative Frühinfektion
Typ II: akute hämatogene Infektion
Typ III: chronische Infektion
Systemerkrankungen (Immundefizienz, Leberzirrhose, Herzinsuffizienz, Diabetes mellitus, Malignome, immunsuppressive Therapie usw.)
Typ A: keine systemisch kompromittierenden Faktoren
Typ B: bis 2 Faktoren
Typ C: >2 Faktoren
Lokalstatus (Strahlentherapie, multiple Voroperationen, venöse Insuffizienz, plastische Deckung usw.)
Typ 1: keine lokal kompromittierenden Faktoren
Typ 2: bis 2 Faktoren
Typ 3: >2 Faktoren

Tab. 5 Osteomyelitis-Diagnose-Score nach Schmidt et al. [16]

Anamnese, infektbahnende Faktoren
Klinischer Befund, Labor
Bildgebende Diagnostik
Bakteriologie
Histologie

konstruktion der Gewebeschichten verbunden mit einer insuffizienten Weichteildeckung des Implantats. Dies betrifft v. a. die Revisionsendoprothetik oder Folgeeingriffe bei bereits erheblich kompromittierten Weichteilen. Ein besonderes Augenmerk ist auf eine aktuelle oder frühere Infektionsanamnese zu richten.

Systemische Faktoren wie Diabetes mellitus, Nikotin- und Alkoholab-

usus, Adipositas, aber auch Malnutrition, Durchblutungsstörungen, Hauterkrankungen wie z. B. Psoriasis, Immundefizite und immunsuppressive Therapien erhöhen deutlich das Risiko für die Ausbildung eines postoperativen Infekts.

Erreger

Die häufigsten Erreger von Spät- oder chronischen Infekten sind mit nahezu 50 % grampositive Kokken. Dominiert ist hierbei *Staphylococcus aureus* und seine Methicillin-resistente Variante (MRSA). Im Rahmen der Revisionsendoprothetik isolierten wir aber auch vielfach Methicillin-resistente *Staphylococcus epidermidis* als Erreger. Obwohl einige Autoren die Meinung vertreten, dass nach Implantatentfernung und einer mehrwöchigen antibiotischen Therapie eine vollständige Keimeradikation besteht [3, 11, 15], finden wir in unseren Isolaten bei Infektreesazerbationen nicht selten Erreger mit identischem Resistenzmuster wie bei den Voroperationen. Dies ist zwar kein Beweis, aber doch ein starker Hinweis auf eine Persistenz des Erregers über einen langen Zeitraum. Unter Kenntnis von „small colony variants“ (SCV) oder bakteriellen „persister cells“ erscheint dies nicht überraschend.

Vielfach werden Mischinfektionen vorgefunden, die nach bereits mehrfach im Vorfeld durchgeführten antibiotischen Therapien ein besonders komplexes Resistenzmuster aufweisen.

Biofilme spielen bei der Infektpersistenz bzw. einer Infektreesazerbation eine wichtige Rolle [20, 21]. Beim Vorhandensein eines Implantats bedarf es einer nur geringen „kritischen Keimmasse“ von 10^2 Erregern oder auch weniger, die in Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten, wie Sauerstoffangebot und pH-Wert, sowie den physiologischen Reparaturmechanismen zu einem Infekt führen kann. Neben einer hier bestehenden gestörten Leukozytenmigration [8] findet sich auf zellulärer Basis eine zusätzliche Gewebestruktion durch hochaktivierte polymorphkernige neutrophile Granulozyten (PMN) sowie T-Effektorzellen, die durch eine gegenseitige Aktivierung zu einer weiteren Gewebestruktion führen [17–19].

Klassifikationen

Eine einheitliche Umschreibung oder Klassifikation einzelner Entitäten, die ein Salvage-Verfahren zur Folge hätten, gibt es nicht. Für eine orientierende Betrachtung/Einteilung als Grundlage einer weiteren therapeutischen Entscheidungsfindung kann die klinische Beurteilung in der Klassifikation nach Kuner (■ Tab. 2) oder die wohl bekannteste Klassifikation der arthroskopischen Stadieneinteilung nach Gächter (■ Tab. 3) eine richtungsweisende Hilfe sein. Bei der Beurteilung der Protheseninfektionen hat sich in den vergangenen Jahren mehr und mehr die Klassifikation nach McPherson (■ Tab. 4) durchgesetzt. Eine Klassifikation der Osteomyelitis wird durch den Osteomyelitis-Diagnose-Score nach Schmidt et al. [16] (■ Tab. 5) effektiv erfasst, die Infektionsausbreitung aus dem Gelenk in den umgebenden spongiösen Knochen im Stadium III beschreibt die Drajer-Klassifikation (■ Tab. 6).

Diagnostik

Die Anamnese und der klinische Befund sind bei der Diagnostik fortgeschrittener Infektionen mit Defektzuständen oft eindeutig [6]. So klar auch das auf septische Komplikationen bezogene Postulat Hergo Schmidts „Erkennen, Bekennen, Handeln“ ist [8], umso unklarer, zeitlich verzögerter und diffiziler ist so manches Mal die Umsetzung in der Praxis.

Laborchemische Diagnostik

Die laborchemische Diagnostik, und hier speziell die Bestimmung von Entzündungsparametern (Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit, Leukozytenzahlbestimmung, C-reaktives Protein usw.), ist ein sinnvolles und etabliertes Verfahren. Bemerkenswert ist jedoch, dass bei fortgeschrittenen Infektionsprozessen trotz auffälliger klinischer und bildgebender Befunde oft nahezu normwertige Entzündungswerte erhoben werden. Neben einer „Gewöhnung“ an den Infektionszustand sind gerade bei multimorbiden Patienten viele weitere Parameter, insbesondere eine Leberinsuffizienz, Hypoproteinämie, die Behandlung mit Im-

munsuppressiva oder wechselnde Langzeitantibiosen als Ursache veränderter Laborparameter zu beachten.

Bildgebende Verfahren

Der Informationswert bildgebender Verfahren hat im Rahmen der Diagnostik von Spätinfekten und deren Komplikationen einen sehr hohen Stellenwert. Neben der Sonographie sind die Nativradiographie und Computertomographie (CT) für die Beurteilung knöcherner Veränderungen nach wie vor Goldstandard. Die Magnetresonanztomographie ist ebenfalls eine der wichtigsten Säulen der bildgebenden Diagnostik von Spätinfekten unter Einschluss der Weichteilprozessproblematik und im Rahmen der postinterventionellen (Langzeit-)Kontrollen. Die 18-Fluor-Desoxyglucose-Positronenemissionstomographie (^{18}F FDG-PET) in Kombination mit einer CT [12] kann in komplexen Fällen eine additive Darstellung der tatsächlichen Ausbreitung des Infektionsgeschehens in Knochen, Weichteilen und Gelenken ermöglichen. Gerade bei der Planung ausgedehnter Resektionen mit noch einliegenden, Artefakte induzierenden Implantaten und hierdurch bedingt eingeschränkter Abgrenzbarkeit kann das Verfahren bei der Operationsplanung hilfreich sein.

Histologische Untersuchung

Die histologische Untersuchung erhärtet den Verdacht oder ist vielfach beweisend für ein Infektionsgeschehen. So ermöglicht beispielsweise die Untersuchung der Synovialis eine differenziertere Aussage zu eventuellen Stadien des Infektionsgeschehens bezogen auf die vorgenannten Klassifikationen. Erfolgt die Diagnostik aus der pathologisch-anatomischen Sicht der Dräger-Klassifikation (■ Tab. 6), erlaubt eine Untersuchung der spongiosen, gelenknahen Anteile des Femurs oder der Tibia im Stadium III den Nachweis einer Osteomyelitis als Zeichen einer Infektionsausbreitung über die reinen anatomischen Gelenkgrenzen hinaus. Dieser Befund ist dann zusammen mit dem Nachweis hochgradiger Knorpelveränderungen und in Zusammenschau mit dem klinischen Zustand wegweisend

Trauma Berufskrankh 2016 · [Suppl 1]: 18:S78–S84 DOI 10.1007/s10039-015-0045-1
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

M. Glombitza · B. Zöllner · D. Rixen

Salvage-Prozeduren bei Knie-/kniegelenknahen Infektionen

Zusammenfassung

Hintergrund. Fortgeschrittene Knie-/kniegelenknahen Infekte oder chronische Endoprotheseninfektionen, vielfach begleitet von erheblichen lokalen Weichteilaffektionen, bedürfen einer multidisziplinären Behandlung. Nach mehreren Endoprothesenwechseln bestehen oft ausgedehnte Knochensubstanzdefekte, die i.d.R. mit Affektionen des Streckapparats einhergehen.

Therapie. Als Salvage-Prozeduren für einen (Teil-)Funktionserhalt erfolgen radikale Débridementschritte, gefolgt von aufwendigen Weichteil- und Bandrekonstruktionen sowie Reimplantationen von Sonderprothesen. Arthrodesen erlauben einen Extremitä-

tenerhalt unter Inkaufnahme einer aufgehobenen Kniegelenkfunktion. In seltenen Fällen ist eine Amputation Therapie der Wahl. Diese schwerwiegenden Folgezustände und Dauerschäden führen sowohl zu physischen, psychischen und sozioökonomischen Problematiken bei den Betroffenen als auch zu hohen Aufwendungen bei den Unfallversicherungsträgern/Kostenträgern mit der Notwendigkeit einer lebenslangen Nachbehandlung.

Schlüsselwörter

Biofilm · Osteomyelitis · Arthrodesis · Bandapparat · Plastiken

Salvage procedures for advanced knee infections

Abstract

Background. Advanced knee infections or chronic infections of knee endoprotheses are often accompanied by substantial local soft tissue involvement and require multidisciplinary treatment. After several replacements of endoprotheses, extensive bony substance defects are present in many cases which are regularly associated with a poor function or loss of the extensor mechanism.

Therapy. In order to maintain at least partial functional integrity radical débridement has to be performed as a salvage procedure, followed by complex soft tissue and ligament reconstruction and revision arthroplasty using

special implants. Arthrodesis allows limb salvage while accepting a limited function of the joint. In rare cases amputation is required. These serious consequences and the permanent health damage lead not only to physical, psychological and socioeconomic problems for the patient but also to high expenditure for the accident insurance institutions and other healthcare funding organizations with the need for lifelong treatment.

Keywords

Biofilm · Osteomyelitis · Arthrodesis · Articular ligaments · Flaps

für die weitere Therapie. Die Beurteilung und Bestimmung von Membrantypen im Rahmen der Diagnostik von Endoprotheseninfektionen sind ebenfalls ein Mosaikstein der Diagnostik.

Mikrobiologische Erregerisolation

Die wichtigste Säule der Infektionsdiagnostik ist die mikrobiologische Isolation des infektionsverursachenden Erregers. Die initiale Diagnostik erfolgt i.d.R. mit Abstrichen, wobei darauf zu achten ist, dass nicht nur der Tupfer getränkt wird, sondern möglichst repräsentative Gewebestücke mit zur Untersuchung eingesandt werden. Ferner bringt die „Beimpfung“ von Blutkulturflaschen mit intraoperativ asservierten Sekreten vielfach

valide Ergebnisse. Neben den klassischen Untersuchungsmedien gewinnt die Sonifikation eine zunehmende Bedeutung bei der Detektion von Implantatinfektionen, insbesondere von Endoprotheseninfektionen [9]. Das Untersuchungsergebnis hängt jedoch maßgeblich von der Behandlung der Präparate ab. Eine energetisch zu geringe Sonifikation löst die zu detektierenden Erreger nicht adäquat von der Implantatoberfläche ab, eine energetisch zu hohe führt zur Keimabtötung. In Ausnahmefällen können Sonderanalysen, wie die bakterielle 16S-rRNA-Gen-Polymerasekettenreaktion oder die Pilz-PCR, zur Keimdetektion verwendet werden.

Von herausragender Bedeutung ist jedoch gerade bei fortgeschrittenen Zuständen die Beachtung „falsch-negativer“ Be-

Abb. 1 ▲ a–c Kniegelenkankylose als „self-salvage“. Zunehmende Verschmälerung der Gelenkspaltweite im zeitlichen Verlauf unter einem forbestehenden, die Gelenkflächen zerstörenden Infektionsgeschehen bis zur Kniestife (Ankylose)

Tab. 6 Pathologisch-anatomische Klassifikation des Gelenkinfekts nach Dräger

Stadium I Gelenkempyem, Entzündung auf das Gelenkinnere, die Synovialis beschränkt
Stadium II Kapsel-Band-Phlegmone oder Panarthrit, entzündlicher Prozess hat auf die fibröse Gelenkkapsel übergreifen. Periartikuläre Weichteile können mitbetroffen sein
Stadium III Keim Durchwanderung in den gelenkbildenden spongiösen Knochen → Osteomyelitis

Tab. 7 Kriterien der Zugangswahl der bilateralen und medialen Arthrotomie

Bilaterale Arthrotomie	Mediale Arthrotomie
Eher junge Patienten	Jedes Alter
„Erweiterung“ der Arthroskopiezugänge	„Universalzugang“ zum Kniegelenk
Vorbestehende Inzisionen	Vorbestehende Narbe z. B. nach endoprothetischem Kniegelenkersatz
Keine wesentlichen Kniebinnenschäden	Kniebinnenschäden
Arthrotomie dient ausschließlich der radikalen Synovialektomie	Radikale Synovialektomie, Bohrkanaalrevision, Gelenkflächen(teil)resektion, Entfernung von Implantaten oder Transplantaten (Prothesenrevision, -explantation, Spacer)
Débridement arthroskopisch erforderlich	Débridement offen möglich
Folgeeingriffe nicht absehbar	Folgeeingriffe absehbar, geplant

funde. Diese finden sich v. a. nach langzeitigen, wechselnden Antibiotikatherapien. Hier schließt sich wiederum der Kreis der Erfassung einer Osteomyelitis durch den Osteomyelitis-Score nach Schmidt et al., [16] bei dem der Keimnachweis zwar einen hohen Stellenwert hat, für die Diagnosestellung jedoch nicht obligat vorhanden sein muss.

Therapie

Salvage-Prozeduren in der septischen Chirurgie sind individuelle Lösungsansätze komplexer Erkrankungsbilder [8]. Als Ziel haben sie bei der Behandlung von Knie-/kniegelenknahen Infektionen die Bewahrung einer (Teil-)Funktion des Gelenks oder im Falle des Behandlungsziels eines Extremitätenerhalts die Inkaufnahme funktioneller Einbußen. Im Folgenden werden anhand einiger Beispiele mögliche Salvage-Verfahren dargestellt. Dabei sind Kombinationen aus den verschiedenen Techniken erst der Schlüssel einer suffizienten Versorgung.

„Self-Salvage“-Mechanismus

Am Beispiel eines damals 14-jährigen Patienten mit einer Ruptur des vorderen Kreuzbands (VKB) infolge eines Knie-distorsionstraumas und anschließender Ausbildung eines Knieempyems nach VKB-Ersatzplastik wird, als „Self-Salvage“-Mechanismus, die Entstehung einer Kniegelenkankylose dargestellt. Trotz einer einmaligen radikalen operativen Revision mit dem Nachweis eines *Staphylococcus aureus* kam es, bei offenbar fortgeschrittenem Infektionszustand, zu einer Infektpersistenz. Im Glauben an die Selbstheilungskräfte des Körpers lehnten die Erziehungsberichtigten seinerzeit, trotz mehrfacher eindrucklicher Aufklärung, eine weitere chirurgische und antibiotische Therapie ab. Für den jungen Patienten setzte daraufhin eine klinisch und funktionell dramatische Entwicklung ein. Den Stadien der Kurer- und Dräger-Klassifikation folgend kam es letztlich, wie die radiologischen Aufnahmen (Abb. 1) zeigen, zur Ankylose des Kniegelenks.

Totale offene Synovialektomie

Nachdem die Möglichkeiten der Arthroskopie ausgeschöpft wurden, bleibt bei der Beherrschung bzw. Sanierung therapieresistenter Kniegelenkinfektionen nur die Option der Arthrotomie. Diese kann befundabhängig als klassische mediale oder als bilaterale Arthrotomie (Abb. 2) durchgeführt werden. In einigen Fällen ist die additive mediodorsale Arthrotomie (Abb. 3) erforderlich. Eine Entscheidungshilfe zur Verwendung der jeweiligen Zugangsart gibt Tab. 7. Eine subtile Exstirpation aller sichtbaren synovialen Anteile ist zur Infektberuhigung unabdingbar (Abb. 4).

Kniegelenksarthrodese

Bei ausgeprägten Infektionszuständen mit vorbestehendem Funktionsverlust und ausgedehnten Weichteildefekten (Abb. 5) oder nach mehrfachem infektbedingtem Knieendoprothesenwechsel samt ausgedehntem Knochensubstanzverlust und fehlendem Streckapparat (Abb. 6) verbleibt als extremitätenerhal-

Abb. 2 ▲ a Bilaterale und b mediale Arthrotomie

Abb. 3 ▲ Mediodorsale Arthrotomie

Abb. 4 ▲ Totale offene Synovialektomie

Abb. 5 ◀ Situs eines hochgradig bewegungsgestörten, fortgeschrittenen Emphyems mit ausgedehntem Weichteilschaden

Abb. 6 ◀ a Folgezustand mehrfacher Knietotalendoprothesenwechsel. Spacer, Cerclagen und AB-Ketten in situ. b Klinisch imponiert eine sichtbare Achsabweichung und eine Wundheilungsstörung über der Tuberositas tibiae (AB-Ketten Antibiotikum [haltige]-Ketten)

tende Salvage-Prozedur die Kniegelenksarthrodese [22, 23]. Neben den operativen Verfahren mittels Plattenosteosynthese oder intramedullärem Nagel sind der dreidimensionale Fixateur externe – hier mit ausgedehnter lappenplastischer Rekonstruktion (■ Abb. 7) – oder ein modulares Arthrodensesystem zur Defektzonenüberbrückung und zum Beinlängenerhalt (■ Abb. 8) Mittel der Wahl.

Rekonstruktion des Streckapparats

Bei beruhigbaren, ehemals ausgedehnten Infektionszuständen mit ossären und ligamentären Defektbildungen ist die Kniegelenksarthrodese nicht die einzige Lösungsmöglichkeit. Am Beispiel eines Patienten nach Patellektomie infolge einer Patellarsehnenruptur mit ausgeprägter Infektionskomplikation und zwischenzeitlicher Entwicklung einer Patellaosteomyelitis (■ Abb. 9) wird eine Rekonstruktion des Streckapparats dargestellt. Sie erfolgte mittels Quadricepssehnenumkipplastik, Augmentierung mit der M.-semitendinosus- und M.-gracilis-Sehne sowie mittels einer medialen M.-gastrocnemius-Plastik zur Deckung einer innenseitigen Kapseldefektbildung und weiteren Verstärkung der Sehnenrekonstruktion (■ Abb. 10). Damit konnte der Streckapparat unter Funktionserhalt des Kniegelenks und guter Kraftentfaltung (■ Abb. 11) wiederhergestellt werden.

Schlussfolgerung

Bei der Behandlung postoperativer Infekte hängt der Therapieerfolg entschei-

Abb. 7 ▲ **a** Weichteilrekonstruktion mittels medialer und lateraler M.-gastrocnemius-Plastik. **b** Arthrodeseneinstellung im dreidimensionalen AO-Fixateur externe. AO Arbeitsgruppe für Osteosynthesefragen

Abb. 8 ▲ **a, b** Kniearthrodesse mittels eines modular Systems bei einer ossären Defektbildung von > 14 cm

Abb. 9 ▲ Patellektomie bei Patellaosteomyelitis. **a** Radiologischer und **b** intraoperativer Befund

Abb. 10 ▲ Rekonstruktion des Streckapparats

dend vom Zeitpunkt und der Radikalität der Intervention ab. Salvage-Prozeduren werden i.d.R. bei weit fortgeschrittenen,

destruierenden Infektionsgeschehen vorgenommen. Oft erfolgten bereits multiple Revisionen sowie viele Zyklen antibio-

tischer Therapien verbunden mit mehrfachen stationären Aufenthalten. Ausgedehnte Vorgehensweisen sind vielfach die „letzte“ Möglichkeit einer Infektberuhigung, eines (Teil-)Funktionserhalts oder sogar eines Extremitätenerhalts mit teilweisem Funktionsverlust (Arthrodesse) bzw. mit erheblichen Funktionseinbußen im Sinne von Resektionszuständen als Arthroplastiken [4]. Letztgenannte machen im Bereich des Kniegelenks die betroffene Extremität faktisch unbrauchbar. Bei nichtberuhigbaren Zuständen mit lokalen oder systemischen infektassoziierten Komplikationen ist die ablativ Therapie, als Salvage-Prozedur, eine mögliche Therapieoption. Bei oft begleitenden ausgedehnten Weichteilschäden im Rahmen von Knie-/kniegelenknahen Infektionen sind ebenso ausgedehnte rekonstruktive Maßnahmen notwendig.

Die multidisziplinäre Therapie mit Internisten, Gefäßchirurgen, Intensivmedizinern, Physio- und Ergotherapeuten, orthopädischen Werkstätten, die in der Umsetzung vielfach komplizierter individueller Hilfsmittel, Orthesen und Prothesen wie auch weiterer Versorgungsmittel versiert sind, und v. a. die Zusammenarbeit mit einem klinisch tätigen Mikrobiologen/Infektiologen sind wichtige Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche Durchführung komplexer Salvage-Verfahren. Aufgrund der hohen Anforderungen bietet sich die Durchführung derartiger Therapien in ausgewiesenen Abteilungen/Sektionen an Schwerpunktzentren an.

Abb. 11 ▲ Wiederherstellung einer kraftvollen Funktion 6 Monate postoperativ

Die schwerwiegenden Folgezustände und Dauerschäden führen sowohl zu physischen, psychischen und sozioökonomischen Problematiken bei den Betroffenen als auch zu hohen Aufwendungen bei den Unfallversicherungsträgern/Kostenträgern mit der Notwendigkeit einer lebenslangen Nachbehandlung [2].

Korrespondenzadresse

Dr. M. Glombitza

Sektion für Septische und Rekonstruktive Chirurgie
Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik
Duisburg, Großenbaumer Allee 250
47249 Duisburg
martin.glombitza@bgu-duisburg.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. M. Glombitza, B. Zöllner und D. Rixen geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

- Babcock HM, Matava MJ, Fraser V (2002) Postarthroscopy surgical site infections: review of the literature. *Clin Infect Dis* 34(1):65–71
- Bär T, Hofmann O, Hofmann G, Bühren V (1997) Frühinfekt nach operativer Frakturbehandlung: Therapie unter sozio-ökonomischem Aspekt. *Langenbecks Arch Chir (Suppl II)* (Kongressbericht) 1256–1258
- Cédric J, Jocelyne C (2014) Impact of bacterial biofilm on the treatment of prosthetic joint infections. *J Antimicrob Chemother* 69(Suppl 1):i37–i40. doi:10.1093/jac/dku254
- Falahee MH, Matthews LS, Kaufer H (1987) Resection arthroplasty as a salvage procedure for a knee with infection after a total arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 69(7):1013–1021
- Gaston P, Will EM, Keating JF (2005) Recovery of knee function following fracture of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg Br* 87(9):1233–1236
- Harrasser N, Lenze U, Pohlig F (2012) Die periprotetische Gelenkinfektion: Diagnostik und Therapie. *OUP* 1(7–8):16–22
- Heppert V, Glatzel U, Wentzensen A (2004) Postoperative und bakterielle Osteitis. Neue Therapieansätze. *Orthopäde* 33(3):316
- Heppert V, Hermann P, Thoele P, Wagner C (2010) Komplikationsmanagement bei Infektionen. *Trauma Berufskrankh* 12(Suppl 3):236–242
- Janz V, Wassilew G, Hasart O et al (2011) Evaluation des diagnostischen Stellenwerts von Sonicatekulturen im Vergleich zu der histologischen Klassifizierung von periprotetischen Membranen bei Endoprotheseninfektionen. *Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie. 75. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, 97. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, 52. Tagung des Berufsverbandes der Fachärzte für Orthopädie. Berlin, 25.–28.10.2011. GMS, Düsseldorf, Doc-WI51-1349*
- Kirchhoff C, Braunstein V, Paul J et al (2009) Septic arthritis as a severe complication of elective arthroscopy: clinical management strategies. *Patient Saf Surg* 3(1):6
- Mack D (2004) Molecular mechanisms of Staphylococcus epidermidis biofilm formation. *J Hosp Infect* 43(Suppl 1):S113–S125
- Militz M, Weidemann H, la Fougère C (2012) Positronenemissionstomographie-Computertomographie (PET-CT) Indikationen bei Osteitis. *Trauma Berufskrankh* 14:16–20
- Oestern S, Varoga D, Trompetter R et al (2013) Das infizierte Kniegelenk. *Unfallchirurg* 116:255–270
- Riegels-Nielsen P, Fridtmodt-Møller N, Jensen JS (1987) Rabbit model of septic arthritis. *Acta Scand* 58:14–19
- Rohde H, Burdelski C, Bartscht K, Hussain M et al (2005) Induction of Staphylococcus epidermidis biofilm formation via proteolytic processing of the accumulation-associated protein by staphylococcal and host proteases. *Mol Microbiol* 55(6):1883–1895
- Schmidt HGK, Tiemann AH, Braunschweig R et al (2011) Zur Definition der Diagnose Osteomyelitis-Osteomyelitis-Diagnose-Score. *Z Orthop Unfall* 149:449–460
- Wagner C (2010) Posttraumatische Osteitis nach Implantatinfektionen: immunologische Grundlagen der Entzündung. DFG GEPRIS-Projektansicht URL: <https://gepris.dfg.de/gepris/OCTOPUS/Bmodule=gepris&task=show>. Zugegriffen: 2009
- Wagner C, Kondella K, Bernschneider T, Heppert V, Wentzensen A (2003) Post-traumatic osteitis: analysis of inflammatory cells recruited into the site of infection. *Schock* 20:503–510

- Wagner C, Obst U, Hänsch GM (2005) Implant-associated posttraumatic osteomyelitis: collateral damage by local host defence? *Int J Artif Organs* 28:1172–1180
- Wagner C, Hänsch GM, Wentzensen A, Heppert V (2006) Die implantatassoziierte posttraumatische Osteitis. Bakterielle Biofilme und Infektabwehr als Protagonisten der lokalen Entzündungsreaktion. *Unfallchirurg* 109(6):761
- Wagner C, Aytac S, Hänsch GM (2011) Biofilm growth on implants: bacteria prefer plasma coats. *Int J Artif Organs* 34(9):811–817
- Windsor RE, Insall JN, Urs WK, Miller DV, Brause BD (1990) Two-stage reimplantation for the salvage of total knee arthroplasty complicated by infection. Further follow-up and refinement of indications. *J Bone Joint Surg Am* 72(2):272–278
- Wuisman P, Härle A, Polster J, Bettin D (1990) Die Behandlung von Infektionen nach Kniearthroplastik unter besonderer Berücksichtigung der Kniearthroplastik. In: Rahmzadeh R, Breyer H-G (Hrsg) *Das infizierte Implantat. 7. Steglitzer Unfalltagung*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 247–252