

10 Jahre Endo-Exo-Femurprothetik zur Rehabilitation nach Oberschenkelamputation – Daten, Fakten und Ergebnisse

Evaluation of 10 Years Experience with Endo-Exo Femur Prosthesis – Background, Data and Results

Autoren

H. H. Aschoff¹, D. L. Juhnke²

Institute

¹ Klinik f. Plastische, Hand- u. Rekonstruktive Chirurgie, Sana Kliniken Lübeck

² Orthopaedic Research Fellow of M AI Muderis at Macquarie University and the Australian School of Advanced Medicine

Schlüsselwörter

- Oberschenkelamputation
- Endo-xo-emurprothese
- Langzeitergebnisse

Key words

- above-knee amputation
- Endo-Exo-femur prosthesis
- long-term follow-up

Zusammenfassung



Die Endo-Exo-Femurprothese kam in den Jahren 1999 bis 2011 bei insgesamt 54 Patientinnen und Patienten zur Anwendung. Diese vergleichsweise neue Methode der Rehabilitation nach Oberschenkelamputation beinhaltet ein zweizeitiges Operationsverfahren, bei welchem eine Stielprothese intramedullär in den Restknochen eingebracht und nach abgeschlossener Osseointegration perkutan ausgeleitet wird. Die kritische Betrachtung dieses Verfahrens muss ihr Hauptaugenmerk dabei auf die latente Gefahr einer ascendierenden, intramedullären Infektion richten, ausgehend von der Durchtrittsstelle des Kraftträgers durch die Haut am distalen Oberschenkelstumpf. Sämtliche aus dem Lübecker Patientengut stammenden Daten wurden mit besonderem Hinblick auf Ursachen und resultierende Behandlungsprozesse unerwünschter operativer Prozeduren ausgewertet. Die initial überdurchschnittlich hohe Rate stomaassoziierter Weichteilinfektionen konnte dabei mittels Designänderung der die Haut durchdringenden Bauteile der Prothese drastisch reduziert werden. Im Zeitraum 1/2009–12/2011 (insg. 23 PatientInnen) wurden keine operativen Revisionen aufgrund von Infektionen im Stomabereich mehr erforderlich. Weitere Merkmale, wie implantatbedingte Komplikationen und Frakturen an der betroffenen Extremität werden z.T. anhand fallbezogener Kasuistiken vorgestellt.

Abstract



Between 1999 and 2011 the Endo-Exo femur prosthesis has been applied to 54 patients. This comparatively new method for patient rehabilitation after upper leg amputation includes a two-step surgical procedure. The first step is an operation where the endomodule of the stem prosthesis is implanted in the bone via a press-fit technique. Then the soft tissue coat is closed to give the bone enough time for a secure osseointegration of the prosthesis. About six weeks later a stoma is cut out and the adapter for the exo-part is connected. The prosthesis is therefore intramedullary anchored and percutaneously penetrating the skin. A critical examination of this procedure has to put its main attention to the latent danger of an ascending, intramedullary infection. This may arise from the skin-penetrating stoma region at the distal stump. All data derived from patients operated in Lübeck, Germany have been evaluated focusing on reasons for objectionable operative procedures and their resulting terms of treatment. The evaluation shows that the initially high rate of stoma-associated infections of the soft tissue coat could be dramatically reduced through a change of design of the skin-penetrating parts. In between January 2009 and December 2011 (altogether 24 implants/23 patients) no operative revisions had to be undertaken because of infections of the stoma. Next to this there are more characteristics conditionally caused by the implant – like fractures of the affected extremity and other complications – presented in terms of cause-related case histories.

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1327932>
Z Orthop Unfall 2012; 150:
1–9 © Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York ·
ISSN 1864-6697

Korrespondenzadresse

Dr. Horst Heinrich Aschoff
Sana Kliniken Lübeck
Klinik f. Plastische, Hand- u.
Rekonstruktive Chirurgie
Kronsforder Allee 71–73
23560 Lübeck
Tel.: 0451/585-1297
Fax: 0451/585-1281
h.aschoff@sana-luebeck.de

Methode



Der Verlust einer Extremität stellt kein selbstständiges Krankheitsbild dar, sondern beschreibt die oftmals unausweichliche Endsituation unter-

schiedlichster Erkrankungen oder Verletzungen. Seit nunmehr 10 Jahren steht den hierfür geeigneten Betroffenen für die Rehabilitation nach Oberschenkelamputation nicht nur die herkömmliche Versorgung mittels einer weichteilgeführten



Abb. 1 Zustand nach EEFP links.



Abb. 2 Ganzbeinaufnahme bds. nach EEFP links (Pat. wie in [Abb. 1](#)).

Schaftprothese zur Verfügung, sondern auch alternativ die Möglichkeit einer im Restknochen intramedullär verankerten und perkutan ausgeleiteten sog. „Endo-Exo-Femurprothese“ [1].

In einem 1. Operationsschritt wird dabei das Endomodul als Stielprothese in den Restfemurknochen eingebracht mit anschließendem Verschluss der Weichteile zunächst für die Dauer von 6 Wochen. Dieser Zeitraum dient der stabilen Osseointegration des Implantats, welche durch dessen Tripodenbeschichtung – dem sog. „Spongiosa-Metall 2®“ – gewährleistet wird. Während eines 2. Operationsschrittes erfolgt dann die Stomaanlage mit Anpassung eines durch die Haut heraustretenden Brückenmoduls, an welches die Exoprothese mitsamt künstlichem Kniegelenk adaptiert werden kann. Im weiteren Verlauf kann dann mit der Gewichtsbelastung bis hin zum freien Laufen ohne Gehstützen begonnen werden [2]. Die Abbildungen zeigen das klinische Bild und die dazugehörige Röntgendarstellung eines Patienten nach Implantation einer EEFP li. ([Abb. 1, 2](#)).

Aufgrund der diesem Verfahren innewohnenden spezifischen Risiken sowie einer erforderlichen „gesunden“ Restknochenmasse sind die Ausschlusskriterien vielseitig und beinhalten Diabetes mellitus, Arteriosklerose, ein noch im Wachstum befindliches Skelett, Schwangerschaft, geistige Behinderung, mangelnde Compliance, Minderjährigkeit sowie eine laufende Chemotherapie.

In den Arbeiten von Büll [3] und Juhnke [4] wurden erste Versuche unternommen, die Qualität der neuen Methode zu prüfen und Kriterien zu definieren, die eine Vergleichbarkeit mit der herkömmlichen Schaftprothese zulassen. Das Follow-up der Patienten wird mittels engmaschiger Nachuntersuchungen, mittels

eines Fragebogens zur Patientenzufriedenheit und Lebensqualität [5] sowie einer Datenbank, in welche sämtliche Operationsdaten und Komplikationen eingespeist werden können, gewährleistet.

In diesem Artikel wird die Lernkurve der mittlerweile 10-jährigen Erfahrung mit der Endo-Exo-Femurprothese beschrieben. Es wird eine Aufarbeitung der bisherigen Kasuistiken vorgestellt, die im Zusammenhang mit der Operation stehenden, unterschiedlichen Probleme werden fallbezogen ausgewertet. Ein Hauptaugenmerk der Analyse liegt dabei auf der durch die Schaffung einer künstlichen Körperöffnung oft als systemimmanent begriffenen Infektionsproblematik.

Sämtliche 54 operierten Patientinnen und Patienten wurden in dem oben angesprochenen Prothesenregister erfasst. Die Daten des Patientenguts, die erforderlichen operationsspezifischen Fakten, sowie Komplikationen und Revisionseingriffe wurden dabei in einer Access Datenbank zur weiteren Auswertung niedergelegt. Ebenso auch die Daten der postoperativen Rehabilitationsphase und allfälliger Nachuntersuchungen über den gesamten Zeitraum.

Ergebnisse

Zwischen 1999 und Dezember 2011 wurden insgesamt 54 Patienten mit einer Endo-Exo-Femurprothese versorgt, 2 davon bilateral. Die Gründe für die Amputation lagen dabei überwiegend bei traumatischen Unfallfolgen (40 Patienten ≈ 74%), 6 Patienten (≈ 11%) verloren ihr Bein aufgrund eines Tumors und in 8 Fällen

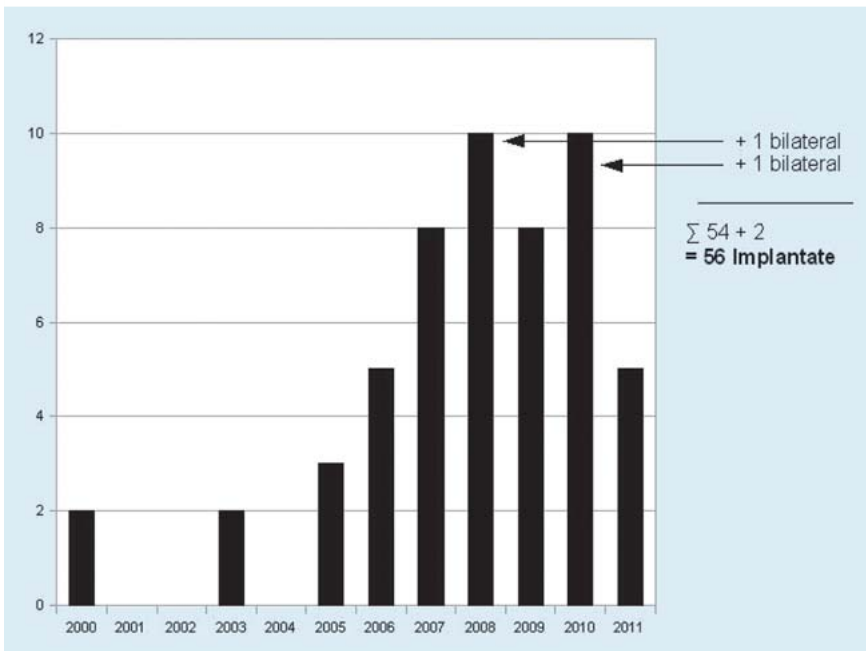


Abb. 3 Anzahl der Implantationen/Jahr.

(≈ 15%) waren andere Gründe für die Amputation verantwortlich (so z. B. Folgezustände nach chronisch infizierten Knieendoprothesen). Das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Amputation betrug 32,6 Jahre, bei Unter- und Oberwerten von 14 bis 78 Jahren. Zum Zeitpunkt der Implantation lag das durchschnittliche Alter bei 45,8 Jahren bei Außenwerten von 17 und 78 Jahren. **Abb. 3** zeigt die Anzahl der pro Jahr durchgeführten Implantationen.

Wegen der in den Jahren 2008 und 2009 jeweils einmal durchgeführten bilateralen Versorgung wurden bei 54 Patienten insgesamt 56 Implantate eingebracht.

Bis Dezember 2011 wurden dabei 212 operative Eingriffe im Rahmen der Endo-Exo-Versorgung notwendig. Davon entfielen bei 56 Implantaten und jeweils 2 standardmäßig geplanten Operationen 112 auf regelhaft geplante Eingriffe. Die Differenz von 100 weiteren, nicht geplanten Eingriffen stellt also die Anzahl der durchgeführten Revisionen dar.

Revisionsgründe

Die Gründe für die Revisionen wurden dabei in folgende Subgruppen eingeteilt – die Zahlen beziehen sich auf die absolute Häufigkeit der jeweiligen Vorkommnisse bei insgesamt 56 Implantaten bzw. das Auftreten in Prozent:

- ▶ frühe Weichteilinfektionen (OP-assoziierte Infektionen innerhalb der ersten 4 Wochen) (9 ≈ 16%)
- ▶ späte Infekte von Weichteilen und/oder Knochen (später als 4 Wochen nach OP) (14 ≈ 25%)
- ▶ Stomaprobleme ohne Infektionen (17 ≈ 30%)
- ▶ Implantatversagen (1 ≈ 2%)
- ▶ periprothetische oder pertrochantäre Frakturen (5 ≈ 9%)

Demnach war eine Gesamtsumme von 46 Problematiken ursächlich für die 100 Revisionen. Da jedoch Implantate im zeitlichen Verlauf auch mehreren dieser Revisionsgründe zugeordnet werden konnten, war lediglich bei 31 Implantaten ein Folgeeingriff erforderlich geworden, wohingegen die verbleibenden 25 bis zum Zeitpunkt der Erhebung nicht revidiert werden mussten.

Behandlungsstrategien

Um die obligate Lernkurve hinsichtlich der häufig geäußerten Kritik bezüglich der Infektionsproblematik über die Jahre darzustellen, ist zunächst die gesonderte Betrachtung der ersten 2 Subgruppen – den frühen und späten Weichteilinfekten – erforderlich. **Abb. 4** zeigt einen vollständig reizfreien Durchtritt des Brückenmoduls der EEFP durch die Haut (**Abb. 4**). Die Einteilung in Früh- und Spätinfektionen ist dabei durch den zeitlichen Abstand zum 1. bzw. 2. Operationsschritt definiert worden. Frühe Infektionen der Weichteile traten definitionsgemäß entweder schon zwischen 1. und 2. Operationsschritt oder aber innerhalb des 1. Monats nach Stomaanlage auf. Späte Infektionen konnten in keinen unmittelbaren Zusammenhang mit den stattgehabten Eingriffen gebracht werden.

Nach Ausschöpfen konventioneller Behandlungsmöglichkeiten mit Antibiotikagabe, Ruhigstellung und Kryotherapie, welche häufig ausreichten, um Irritationen wie Rötungen, Schwellungen oder Schmerzen entgegenzuwirken, mussten in den angegebenen Kasuistiken chirurgische Revisionen erfolgen. Diese beinhalteten kleinere Eingriffe mit Weichteildébridements und VAC-Therapie bis hin zu größeren chirurgischen Interventionen bis hin zur sekundären Defektdeckung mittels mikrochirurgischer Lappenplastik. In **Abb. 5** ist eine Hypergranulation mit leicht entzündlicher Reizung der umgebenden Weichteile dargestellt (**Abb. 5**).

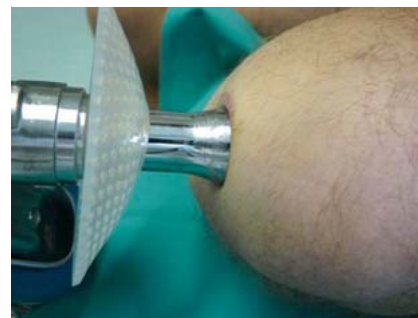


Abb. 4 Reizfreies Stoma nach EEFP.



Abb. 5 Peristomale Hypergranulation nach EEFP.



Abb. 6 Separierte Bauteile der EEFP.

Insgesamt konnte der Großteil der stomanahen Weichteilinfekte auf diese Weise dauerhaft beherrscht werden. Zwei Implantate wurden aufgrund massiver chronischer Weichteilinfektionen explantiert, davon konnte in einem Fall eine Reimplantation vorgenommen werden. Ein Patient erlitt einen intramedullären Infekt, was zu einer mangelnden Osseointegration und schließlich zur Explantation führte. Eine genauere Analyse dieses Falles wird im Diskussionsteil vorgestellt. Einen weiteren Grund für Stomaprobleme stellten Granulome dar, welche jedoch mit dem Elektroauter respektive Silbernitrat ausreichend behandelt werden konnten.

Die Subgruppe der Stomaprobleme ohne Infektionen mit insgesamt 17 Fällen ließ durchweg nur kleinere Revisionen notwendig werden. Dabei handelte es sich vorwiegend um eine bauteilbedingte Problematik zwischen Endo- und Exomodul der Prothese. Das Bild zeigt die für die Verankerung des Brückenteils im Endomodul notwendige Schraube (Abb. 6), welche sich aufgrund der Senkung der Komponenten der konischen Verbindung bei Belastung langsam gelöst hatte und somit nachjustiert werden musste. Diese wartungstechnische Maßnahme wird mittlerweile regelhaft außerhalb des Operationssaals und ambulant durchgeführt.

Das einmalig aufgetretene Implantatversagen mit Bruch des Stieles stellte eine größere chirurgische Herausforderung dar. Letztlich konnte das Endomodul nach Überbohrung desselben explantiert werden. Nach 4 Wochen konnte in einer 2. Operation ein neuer durchmesserstärkerer Stiel eingebracht werden [5] (Abb. 7, 8).



Abb. 7 Ermüdungsbruch des EEFP-Implantats 7 Jahre nach Einbau.



Abb. 8 Z. n. Reimplantation eines durchmesserstärkeren EEFP-Implantats.



Abb. 9 DHS nach peritrochantärer Femurfraktur bei liegender EEFP.



Abb. 10 Frakturstabilisierung mittels prox. Anschlussbauteil und Schenkelhalschraube.

Die letzte Subgruppe umfasst insgesamt 5 Frakturen und unterteilt sich in 1 periprothetische und 4 peritrochantäre Frakturen. Letztere müssen nicht unmittelbar der Tatsache der stattgehabten Versorgung mittels Endo-Exo-Implantat angelastet werden, sondern entsprechen proximalen Femurfrakturen, wie sie auch ohne Implantat hätten eintreten können. Diese Frakturen konnten mittels DHS oder aber mittels einer Sonderkonstruktion stabilisiert werden wie in den nachstehenden Abbildungen gezeigt (☛ **Abb. 9, 10**).

Die periprothetische Fraktur wurde durch Plattenosteosynthese mit Anlagerung von kortikospongiösen Spänen stabilisiert (☛ **Abb. 11**). Diese Fraktur resultierte aus dem in (☛ **Abb. 7, 8**) beschriebenen Fall und trat 10 Wochen nach Reimplantation des femoralen Stieles auf [6].

In der Zusammenfassung fanden sich bei den 31 revidierten Implantaten in 25 Fällen Revisionsgründe wg. Weichteilproblemen am Stoma, davon konnten bei 23 Implantaten Infektionen nachgewiesen werden. Insgesamt wurden 4 der Implantate im Verlauf wieder explantiert, bei 2 dieser Patienten konnten Endo-Exo-Femurprothesen erfolgreich reimplantiert werden (☛ **Abb. 12**).

Diskussion

Ganz offensichtlich stellt die latente Möglichkeit implantatassoziiertener Infektionen ausgehend von der Durchtrittsstelle des die Haut durchdringenden Bauteils die Achillesferse der Endo-Exo-Prothetik dar. Nach chirurgischer Lehrmeinung ist eine auf-

steigende Erregerausbreitung aufgrund der unterbrochenen Barrierefunktion der Haut nie völlig auszuschließen und stellt demnach den größten Kritikpunkt der Versorgung dar.

Bei genauer Betrachtung der Gegebenheiten erscheint allerdings die Definition einer „Infektion“ eher unscharf. Clausen [7] konnte zeigen, dass bei jedem Patienten im Bereich des Stomas Bakterienkulturen nachweisbar sind, es sich hierbei allerdings um die „normale“ Besiedlung im Sinne einer Standortflora handelt, die häufig symptomfrei in Bezug auf eine Infektionsproblematik mit Sekretion, Schmerzen, Rötung etc. blieb, sodass es angebracht sein mag, zwischen Kolonisation und Infektion zu differenzieren. Alle bisherigen Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass die obligate bakterielle Kolonisation des nach innen führenden Weichteilkanals nicht notwendigerweise zu einer krankheitsrelevanten Infektion von Weichteilen und/oder Knochen führen muss. Das Auftreten einer inflammatorischen Weichteilinfektion korreliert dabei mit der Ausdehnung der Kontaktfläche zwischen Subkutangewebe und Brückenteil der Endo-Exo-Prothese.

☛ **Abb. 13** zeigt die Häufigkeitsverteilung der beobachteten stomaassoziierten Weichteilinfektionen: Die Analyse dieser Verteilung veranschaulicht, dass es seit 2009 zu keinen Revisionseingriffen aufgrund einer Infektion mehr gekommen ist. Der Grund dafür liegt in einer Änderung des Prothesendesigns. Die ursprüngliche Annahme, dass eine dem Knochen von außen ventral anliegenden Überwurfhülse für die Stabilität des Systems unabdingbar sei, führte zu der Erkenntnis, dass eben diese Lasche als hauptverantwortlich für das Gros der stomaassoziierten Weichteilinfektionen angesehen werden musste. Bedingt durch das an-

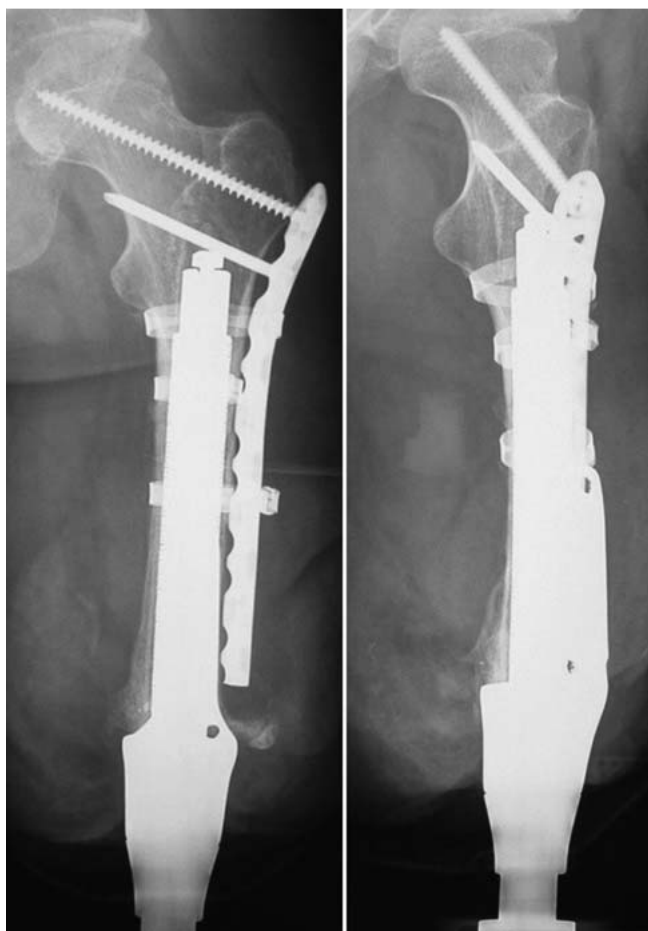


Abb. 11 Frakturstabilisierung mittels Platte, Schrauben und Cerclagen.

fänglich noch grobe Design mit einer strukturierten, Tripoden tragenden Oberfläche war die Lasche Ursache für regelhaft auftretende Weichteilirritationen mit Ausbildung eines günstigen Nährbodens für eine bakterielle Besiedlung des sog. „inner lining“. Die Ausdehnung des „inner lining“, also der Kontaktfläche zwischen Weichteilen und Implantat, stellt demnach eine Besiedlungsfläche mit obligater Kolonisierung durch eine Bakterienflora dar, wie die nachstehenden 2 Abbildungen illustrieren (Abb. 14, 15).

Diesem Umstand wurde im Laufe der Zeit durch Änderung des Designs Rechnung getragen. Die Überwurfhülse wurde zunächst verkleinert und poliert, letztlich wurde gänzlich auf sie verzichtet und das intermediäre Brückenteil mit einer speziellen Oxynitridbeschichtung versehen, welche eine Art „Lotuseffekt“ bewirkt

und damit die unerwünschte Interaktion zwischen Weichteilkanal und den außerhalb des Knochens liegenden Implantatanteilen zu vermeiden hilft (Abb. 16).

Die ergänzende Änderung der Operationstechnik mit Ausdünnung des Weichteilmantels zwischen distalem Femurstumpf und Hautoberfläche führte zu einer weiteren Minimierung der Austauschfläche des „inner lining“ (Abb. 17).

Das Auftreten einer intramedullären Infektion in einem Fall konnte dabei retrospektiv einer fehlerhaften Indikationsstellung zugeordnet werden. In diesem Fall erfolgte die Amputation noch im Wachstumsalter des Patienten wg. eines Osteosarkoms. Konsequativ war es zu einer nur sehr dünnwandigen Ausbildung der Kortikalis des Restfemurknochens gekommen, was bei Belastung der intramedullären Endo-Exo-Femurprothese zu einem wischerblattförmigen Schwingen des proximalen Endes des Implantats im Restfemurknochen führte. Diese relative Instabilität hat nach Ansicht der Verfasser eine sichere Osseointegration nicht zugelassen, sodass 21 Monate nach Implantation die endgültige Entfernung des Implantats erforderlich wurde. Es zeigte sich dabei die Einscheidung des Prothesenstiels in eine schmierige Granulationsschicht (Abb. 18), im Vergleich dazu in Abb. 19 ein Prothesenstiel nach Explantation wg. eines Implantatversagens mit gut sichtbarer Osseointegration mit Knochenwachstum bis in die Tripodenzwischenräume der spongiosaförmigen Implantatoberfläche.

Die anfänglich häufig gesehene Problematik im Bereich des Stomas mit frühen und späten Weichteilinfektionen sowie gelegentlicher Beteiligung auch des distalen Femurknochens konnten somit durch eine Änderung der Haut durchdringenden Bauteile weitgehend beherrscht werden. Durch Verzicht auf die Überwurfhülse und Minimieren des „inner lining“ sowie die Veränderung der Oberfläche durch Beschichtung mit Titanium-Oxynitrid sind bei den von Januar 2009 – Dezember 2011 insgesamt 23 operierten Patienten keine operationspflichtigen Infektionen mehr aufgetreten. Titanium-Oxynitrid-Beschichtungen weisen eine hohe Korrosionsbeständigkeit auf verbunden mit einem „Lotusblatteffekt“, welcher Verklebungen zwischen dem „inner lining“ und dem Haut durchdringendem Bauteil verhindert. Eine antimikrobiell wirksame Oberfläche mittels einer kombinierten Titanium/Silber-Beschichtung ist vorstellbar, allerdings sind hier nicht alle Fragen der notwendigen Silberionenkonzentration hinsichtlich bakterizider Wirkung versus Zelltoxizität geklärt [8], die Nutzung dieser möglicherweise vorteilhaften Kombination ist jedoch in Vorbereitung.

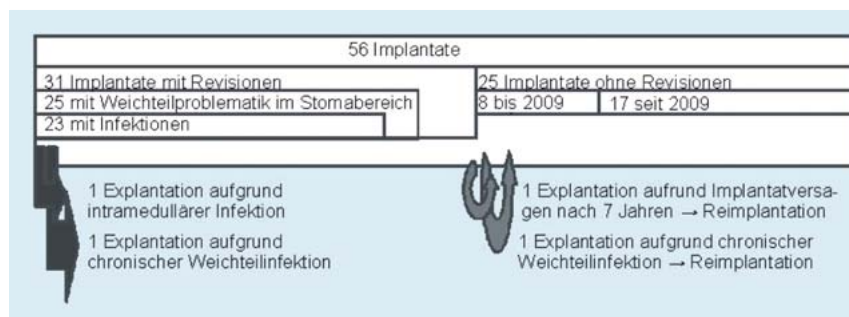


Abb. 12 Anzahl der erforderlichen Revisionen.

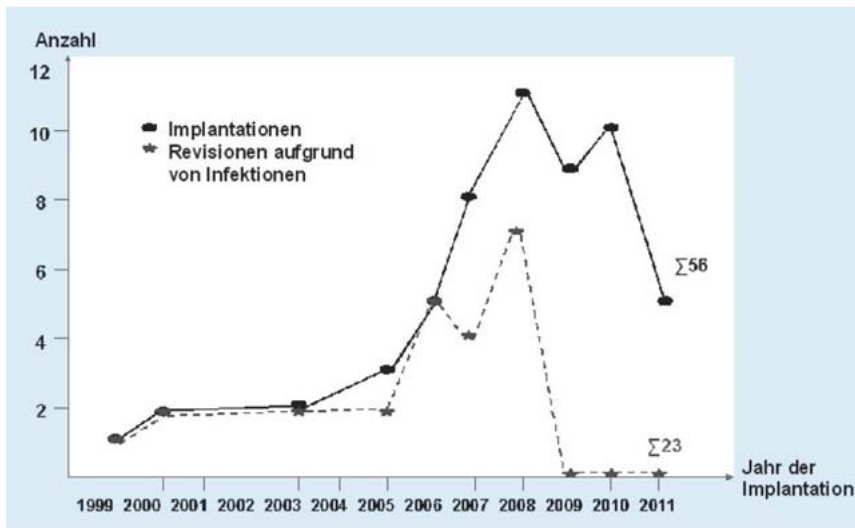


Abb. 13 Anzahl der Revisionen aufgrund von Infektionen im Vergleich zu Anzahl der Implantationen über die Zeit.

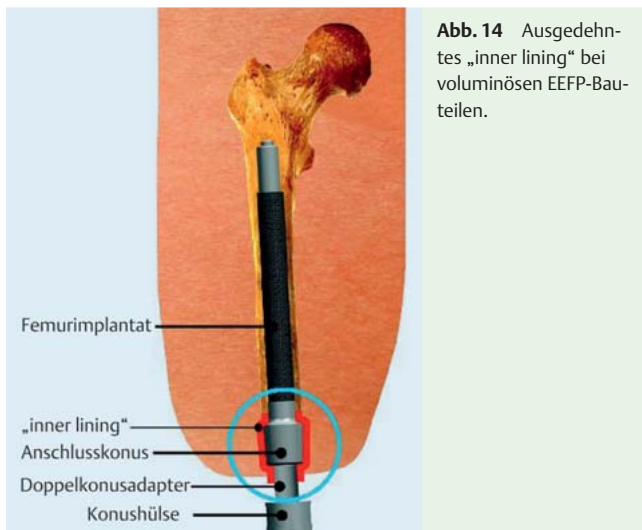


Abb. 14 Ausgedehntes „inner lining“ bei voluminösen EEFP-Bauteilen.

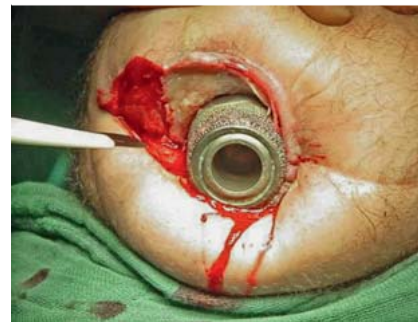


Abb. 15 Klinischer Aspekt zu Abb. 14.

Schlussfolgerung

Die Endo-Exo-Femurprothetik hat sich mittlerweile als Alternative zur herkömmlichen Versorgung mittels Schaftprothese etablieren können. Allfällige Nachteile der Schaftprothetik können mittels intramedullärer, perkutan ausgeleiteter Kraftträger wirkungsvoll vermieden bzw. überwunden werden. Die strikte Beachtung der Ausschlusskriterien für dieses Verfahren, insbesondere pAVK- und Diabetes-mellitus-assoziierte Oberschenkelamputationen, stellt dabei nach wie vor einen Eckpfeiler für dessen erfolgreiche Anwendung dar [9].

Die vorstehend beschriebenen Design- und Verfahrensänderungen haben zu einem drastischen Rückgang der anfänglichen Infektionsproblematik im Stomabereich geführt. Die Verwendung der Überwurflasche ist mittlerweile obsolet, Implantatermüdungsbrüche lassen sich durch einen ausreichenden Durchmesser des Implantatstiels vermeiden. Die Abschirmung des Spaltes zwischen Knochenrohr und Implantatstiel durch Osseointegration der 3-dimensional strukturierten Implantatoberfläche bietet offensichtlich ausreichenden Schutz vor der Entstehung eines intramedullären Infekts. Ein obligates im Knochenrohr von distal nach proximal aufsteigendes Infektgeschehen wurde in unserem Patientengut nicht beobachtet.



Abb. 16 Designänderungen der Haut durchtretenden Bauteile der EEFP.



Abb. 17 Vermindertes „inner lining“ durch Reduktion des Weichteilmantels und der Umfangmaße des Brückenmoduls.



Abb. 18 Granulationsgewebe periimplantär bei Infekt.



Abb. 19 Vollständige Osseointegration des Implantats.

Ausblick

Die Verbesserung des Gangbilds durch die intramedulläre, perkutan ausgeleitete Prothetik und die aus der Knochenführung resultierende „Osseoperception“ imponieren als unübersehbare Vorteile, deren Wert im weiteren Verlauf quantifiziert werden muss. Auch scheint sich eine vergleichsweise günstigere Energiebilanz für Endo-Exo-Prothesenträger abzuzeichnen, die aufwendige Evaluation der hierzu erforderlichen Parameter erfolgt derzeit im Rahmen einer Studie im Ganglabor.

Nach nunmehr 10-jähriger Erfahrung mit der Endo-Exo-Femurprothese erfolgt auch eine Evaluation der hierbei entstandenen Gesamtkosten für dieses Verfahren, welche retrospektiv mit den Kosten für eine entsprechende Schaftprothesenversorgung verglichen werden. Erste Hinweise deuten dabei darauf hin, dass im Verlauf eine Senkung der Heilmittelkosten bei Anwendung der Endo-Exo-Prothetik möglich ist.

Die Anwendung der Endo-Exo-Prothetik an Zentren in Lübeck, in Nijmegen/Niederlande sowie Sydney/Australien erfolgt in engem Erfahrungsaustausch der Verantwortlichen, derzeit zeichnet sich eine Ausweitung der Indikation hinsichtlich der erforderlichen Restlänge des Femurknochens ab, Restlängen unterhalb 10 cm können u.U. mittels Kombination eines Endo-Exo-Moduls mit gleichzeitigem Hüftgelenkersatz behandelt werden. Die bisher in 5 Fällen in Lübeck durchgeführte Implantation von Endo-Exo-Tibia-Prothesen zeigen überwiegend positive Resultate, die Ausdehnung des Verfahrens auch auf Patienten nach Oberarmamputation ist in Planung.

Interessenkonflikt: Nein

▪ Korrektorexemplar: Veröffentlichung (auch online), Vervielfältigung oder Weitergabe nicht erlaubt! ▪

Literatur

- 1 Aschoff HH, Clausen A, Hoffmeister T. Die Endo-Exo-Femurprothese – ein neues Konzept zur knochengeführten, prothetischen Versorgung von Oberschenkelamputierten Patienten. *Z Orthop Unfall* 2009; 147: 610–615
- 2 Aschoff HH, Clausen A, Tsumpris K et al. Implantation der Endo-Exo-Femurprothese zur Verbesserung der Mobilität amputierter Patienten. *Oper Orthop Traumatol* 2011; 23: 462–472
- 3 Büll O. Theoretische Aspekte und erste praktische Ergebnisse von perkutanen Exoprothesen bei Oberschenkelamputationen. Dissertation. LMU München: Medizinische Fakultät; 2006
- 4 Juhnke DL. Über die Endo-Exo-Femurprothese: Erarbeitung von Konzepten für die Qualitätssicherung knochengeführter Oberschenkelprothesen durch ganganalytische Bestimmungen und Auswertung von Druckverläufen unter dem Fuß. Dissertation. LMU München: Medizinische Fakultät; 2010
- 5 Hoffmeister T, Clausen A, Aschoff HH. Die Auswirkungen der Versorgung Oberschenkelamputierter mit einer Endo-Exo-Femurprothese – ein Zwischenstand. *Med Orth Technik* 2010; 130 (4): 41–46
- 6 Lunow C, Staubach KH, Aschoff HH. Die Endo-Exo-Femurprothese. Klinischer Verlauf nach Erstimplantation einer intramedullären, perkutan ausgeleiteten Femurprothese nach Oberschenkelamputation. *Unfallchirurg* 2010; 113: 589–593
- 7 Clausen A. Die I.S.P. Endo-Exo-Femurprothese – Anwendung und Verlaufsbeobachtung sowie Anpassung des Implantatdesigns unter Berücksichtigung der Erkenntnisse mikrobiologischer und histologischer Untersuchungen an der Grenzzone. Dissertation. LMU München: Medizinische Fakultät; 2008
- 8 Ewald A, Glückermann S, Thull R et al. Antimicrobial titanium/silver PVD coatings on titanium. *BioMedical Engineering Online* 2006; 5: 22; <http://www.biomedical-engineering-online.com/content/5/1/22>
- 9 Aschoff HH, Robert E, Kennon MD et al. Transcutaneous, distal femoral, intramedullary attachment for above-knee prostheses: an Endo-Exo device. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92 Suppl 2: 180–186

Minizusammenfassung

In Kürze: Die Endo-Exo-Femurprothetik hat sich mittlerweile als Alternative zur herkömmlichen Versorgung mittels Schaftprothese etablieren können. Allfällige Nachteile der Schaftprothetik können mittels intramedullärer, perkutan ausgeleiteter Kraftträger wirkungsvoll vermieden bzw. überwunden werden. Nach nunmehr 10-jähriger Erfahrung mit der Endo-Exo-Femurprothese erfolgt eine Evaluation der Lernkurve mit besonderem Hinblick auf die Infektproblematik. Anfänglich häufig gesehene peristomale Weichteilinfektionen konnten durch eine Änderung der Haut durchdringenden Bauteile weitgehend beherrscht werden. Bei den von Januar 2009 – Dezember 2011 insgesamt 23 operierten Patientinnen und Patienten waren keine operationspflichtigen Infektionen mehr erforderlich.