

Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie

Herausgeber

F. U. Niethard, Aachen
K. Weise, Tübingen

Rubrikherausgeber

R. Hoffmann, Frankfurt/Main
R. Windhager, Graz
CME-Refresher

S. Weller, Tübingen
Operative Techniken

T. Mittlmeier, Rostock
H. Windhagen, Hannover
Für Sie gelesen

Orthopädie und Unfallchirurgie aktuell

R. Engelhardt, Berlin

Redaktion/Editorial Office

F. Stuby, Tübingen
W. Sommer, Aachen

Beirat

G. Adam, Hamburg
H. Amling, Hamburg
A. Baltzer, Düsseldorf
G. Bauer, Stuttgart
F. Baumgaertel, Koblenz
A. Bernau, Tübingen
N. Böhler, Linz
B. Bouillon, Köln
F. Bonnaire, Dresden
J. Bruns, Hamburg
V. Bühren, Murnau
H.-R. Casser, Mainz
L. Claes, Ulm
A. Dávid, Wuppertal
C. Disselhorst-Klug, Aachen
K. Dreinhöfer, Ulm
A. Eckardt, Rheinfelden
C. Eingartner, Bad Mergentheim
A. Ekkernkamp, Greifswald
M. Engelhardt, Osnabrück
W. Ertel, Berlin
P. Eysel, Köln
R. Forst, Erlangen
D. Frank, Leverkusen
S. Fuchs-Winkelmann, Marburg
R. A. Fuhrmann, Eisenberg
F. Gebhard, Ulm
G. Germann, Ludwigshafen
G. Gosheger, Münster
S. Götte, Unterhaching

R. Gradinger, München
R. Graf, Stolzalpe
J. Grifka, Bad Abbach
F. Grill, Wien
P. A. Grützner, Ludwigshafen
K. P. Günther, Dresden
N. P. Haas, Berlin
F.-W. Hagena, Bad Oeynhausen
M. P. Hahn, Bremen
C.-C. Hasler, Basel
J. Hassenpflug, Kiel
A. Hedtmann, Hamburg
P. Heeg, Tübingen
W. Hein, Halle
K.-D. Heller, Braunschweig
P. Hertel, Berlin
R. D. Hilgers, Aachen
G. Hofmann, Halle
C. Hopf, Kiel
V. Jansson, München
J. Jerosch, Neuss
C. Josten, Leipzig
C. Jürgens, Hamburg
F. Kandziora, Frankfurt/Main
F. Kerschbaumer, Frankfurt/Main
H. Kienapfel, Berlin
P. Kirschner, Mainz
S. Klima, Leipzig
D. Kohn, Homburg/Saar
H.-R. Kortmann, Duisburg
J. Krämer, Bochum
R. Krauspe, Düsseldorf
M. Krismer, Innsbruck
U. Lanz, München
L. Lidgren, Lund
U. Liener, Stuttgart
H. Lill, Hannover
F. Löer, Essen
M. Loew, Heidelberg
E. Ludolph, Düsseldorf
A. K. Martini, Heidelberg
I. Marzi, Frankfurt/Main
F. Maurer, Ravensburg
E. Mayr, Augsburg
N. M. Meenen, Hamburg
R. Meffert, Würzburg
H. Merk, Greifswald
W. Mittelmeier, Rostock
C. A. Müller, Karlsruhe
G. Neff, Berlin
M. Nerlich, Regensburg
E. Neugebauer, Köln
H.-W. Neumann, Magdeburg
U. Obertacke, Mannheim
H.-J. Oestern, Celle
D. Pennig, Köln
C. Perka, Berlin
K. M. Peters, Nümbrecht
T. Pohlemann, Homburg/Saar

M. J. Raschke, Münster
H. Reichel, Ulm
H. Reilmann, Braunschweig
P. M. Rommens, Mainz
J.-D. Rompe, Grünstadt
S. Ruchholtz, Marburg
J. M. Rueger, Hamburg
W. Rüter, Hamburg
H.-P. Scharf, Mannheim
W. Schlickewei, Freiburg
F. Schröter, Kassel
W. Schultz, Göttingen
N. Schwenger, Tübingen
A. Seekamp, Kiel
H. Siebert, Schwäbisch Hall
G. Spahn, Eisenach
U. Stöckle, München
H. Stürz, Gießen
J. Sturm, Detmold
N. Südkamp, Freiburg
B. Swoboda, Erlangen
H. J. ten Duis, Groningen
F. Thielemann, Villingen-Schwenningen
K. Trieb, Wels
C. Tschauer, Murau
P.-U. Tunn, Berlin
C. Ulrich, Göppingen
R.-A. Venbrocks, Eisenberg
R. Volkmann, Bad Hersfeld
G. von Salis-Soglio, Leipzig
M. Wagner, Mainz
A.-M. Weinberg, Graz
K. Wenda, Wiesbaden
A. Wentzensen, Ludwigshafen
H. H. Wetz, Münster
E. Wiedemann, München
A. Wild, Augsburg
S. Winckler, Magdeburg
J. Windolf, Düsseldorf
K. H. Winker, Erfurt
D. C. Wirtz, Bonn
R. H. Wittenberg, Herten
N. Wülker, Tübingen
J. Zacher, Berlin
H. Zwipp, Dresden

Sonderdruck

147. Band 2009
© Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York
Nachdruck nur mit
Genehmigung des Verlages

Verlag

Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart
Postfach 30 11 20, 70451 Stuttgart

Die Endo-Exo-Femurprothese – ein neues Konzept zur knochengeführten, prothetischen Versorgung von Oberschenkelamputierten Patienten

The Endo-Exo Femur Prosthesis – A New Concept of Bone-Guided, Prosthetic Rehabilitation Following Above-Knee Amputation

Autoren

H. H. Aschoff¹, A. Clausen², T. Hoffmeister²

Institute

¹ Klinik für Plastische, Hand- und Rekonstruktive Chirurgie, Sana Kliniken Lübeck

² Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Sana Kliniken Lübeck

Schlüsselwörter

- Oberschenkelamputation
- Endo-Exo-Femurprothese
- Osseointegration
- Ganganalyse

Key words

- above-knee amputation
- endo-exo femur prosthesis
- osseointegration
- gait analysis

Zusammenfassung

Studienziel/Methode: Üblicherweise erfolgt die Rehabilitation Oberschenkelamputierter Patienten mit einem weichteilgeführten Prothesenschaft. Die Belastbarkeit des Stumpfes, die Stabilität der Weichteile und die Sicherheit der Prothesenverankerung limitieren Aktivitätsgrad, Komfort und Selbstständigkeit des Amputierten. Aus diesen Überlegungen resultierte die Entwicklung einer intramedullär verankerten, transkutan ausgeleiteten Femurprothese, der sogenannten Endo-Exo-Femurprothese (EEFP). Der zementfrei implantierte Prothesenstiel mit spongiöser Oberfläche verankert sich hierbei durch Osseointegration im Femurschaft. An der Durchtrittsstelle des Implantats durch die Weichteile zwangen Reaktionen und Infektionen zu wiederholten operativen Revisionen, denen durch Modifikationen des Implantatdesigns begegnet wurde.

Ergebnisse/Schlussfolgerung: Von 1999 bis heute wurden vom Verfasser 30 Patienten mit einer EEFP versorgt und der Verlauf hinsichtlich Implantatdesign, Operationsverfahren und postoperativer Ergebnisse dokumentiert. Der Mobilitätsgrad nach Otto Bock hat sich bei allen Patienten verbessert. Die vorbestehende Weichteilproblematik durch die Schaffführung entfällt; designabhängig traten jedoch Probleme an der Grenzzone auf. Die Osseointegration des Prothesenstiels scheint aber eine septische Lockerung durch aufsteigende Infektionen zu verhindern. Tragekomfort und Bewegungsumfänge insbesondere im Hüftgelenk sind deutlich gebessert. Derzeit stellt die EEFP insbesondere eine Alternative für die Rehabilitation Oberschenkelamputierter Patienten mit Komplikationen im Prothesenschaft dar.

Abstract

Aim: The implantation of an intramedullary transcutaneously conducted femur prosthesis presents a rather new procedure for the rehabilitation of above-knee amputated patients. The aim of the so-called endo-exo prosthesis is to avoid the well-known problems at the interface between the sleeve of the prosthesis and the soft tissue coat of the femur stump which often impedes an inconspicuous and harmonic gait.

Method: The company ERSKA Implants in Lübeck/Germany has developed an intramedullary femur prosthesis with a spongiosa metal-configured relief surface which, when implanted cementless, enables a secure osseointegration and allows a more direct transmission of muscle power to the lower leg prosthesis. A minimum length of 16–18 cm and a sufficient soft tissue coverage of the femur stump is needed. The problems at the perforation point of the implant through the soft tissue coat can be handled or even be avoided and they do not necessarily provoke an intramedullary infection.

Results: We report on 30 cases that were operated between 1999 and 2008. The design of the prosthesis, aspects of the operative procedure and latest results are presented.

Bibliografie

DOI 10.1055/s-0029-1185893
 Online-publiziert 28. 8. 2009
 Z Orthop Unfall 2009; 147:
 610–615 © Georg Thieme
 Verlag KG Stuttgart · New York ·
 ISSN 1864-6697

Korrespondenzadresse

Dr. Horst Heinrich Aschoff
 Klinik für Plastische, Hand-
 und Rekonstruktive Chirurgie
 Sana Kliniken Lübeck
 Kronsforder Allee 71–73
 23560 Lübeck
 Tel.: 0451/5 85 12 97
 Fax: 0451/5 85 12 81
 h.aschoff@sana-luebeck.de

Einleitung

Deutschlandweit werden jährlich ca. 25 000 Oberschenkelamputationen durchgeführt. Etwa 10% haben als Ursache ein Trauma oder einen malignen Tumor.

Üblicherweise erfolgt die Rehabilitation transfemoral amputierter Patienten mit weichteilgeführten Prothesenschäften, in die der Oberschenkelstumpf eingezogen und durch Haftreibung oder ein Unterdrucksystem fixiert wird. An den Schaft wird das jeweilige Knie-Unterschenkel-Prothesensystem angekoppelt. Abhängig vom Lokalbefund (Stumpflänge, Weichteildeckung) treten Probleme zwischen Prothesenschaft und Hautmantel sowie dem lastaufnehmenden Sitz- und Schambein auf. Der weichteilgeführte Schaft lässt häufig ein harmonisches Gangbild vermissen. Beim Sitzen wird die zunehmend schmerzhaft skoliotische Verbiegung der Wirbelsäule beklagt.

Die hier vorgestellte, knochengeführte und am distalen Oberschenkelstumpf aus den Weichteilen ausgeleitete Femurprothese verbessert Gangbild und Patientenkomfort; die Weichteilproblematik entfällt.

Material und Methoden/Patienten

Sämtliche Überlegungen hinsichtlich der Konfiguration einer knochengeführten und die Weichteile des Stumpfes penetrierenden Femurprothese führen zwangsläufig zu 2 Anforderungen an das Implantatdesign: Eine sichere Verankerung des Prothesenstiels im Femurschaft und eine verlässliche Abschirmung des Endomoduls [1] gegen vom Durchtrittspunkt des Prothesenstiels durch den Hautmantel aufsteigende Infektionen. Auf den Grundlagen der Zahnimplantologie von Albrektsson und Brånemark [2–4] entwickelte sich in der Endoprothetik der Begriff der Osseointegration.

Die Firma ESKA Implants AG setzte diese Erkenntnisse in der Entwicklung einer spongiös konfigurierten Reliefoberfläche (Spongiosametal® I und II) um, durch die der spongiöse Knochen hindurchwächst [5]. Die nach diesem Prinzip in einem Feingussverfahren hergestellten Implantate bestehen aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung, die mit einer Titanoberfläche veredelt wird (◉ Abb. 1 und 2).

Bei den 3 Hauptkomponenten der CE-zertifizierten Prothese handelt es sich um

- ▶ einen intramedullär im Femurschaft verankerten Prothesenstiel mit einer Reliefoberfläche in Form von Tripoden. Die Bauhöhe dieser Raumstruktur ist dem Kerndurchmesser der Prothese angepasst und reduziert die infolge von Lastwechseln einwirkenden Kräfte derart, dass die relativen Mikrobewegungen zwischen Implantat und Knochen eine Amplitude von 28 µm nicht überschreiten, und somit die Bildung bindegewebiger Interfaces vermieden wird. Der positive Effekt dieser Oberfläche auf Osseointegration und Standzeit der Implantate konnte gesichert werden [6]. Der Stiel endet in einem der äußeren Zirkumferenz des Femurschafts entsprechenden Konus, in den das ebenfalls konische Aufnahmelager für den Anschlussadapter eingebettet ist,
- ▶ eine Überwurfhülse mit anteriorer Lasche, die zur Verteilung der auf den o.g. Konus einwirkenden Hebelkräfte dient,
- ▶ das Intermediärmodul, welches die Verbindung vom Endomodul zum externen Prothesenteil darstellt und aus einem Doppelkonus, einer Rotationsscheibe und dem Knieanschlussadapter besteht.



Abb. 1 Endo-Exo-Femurprothese (EEFP).



Abb. 2 EEFP separiert.

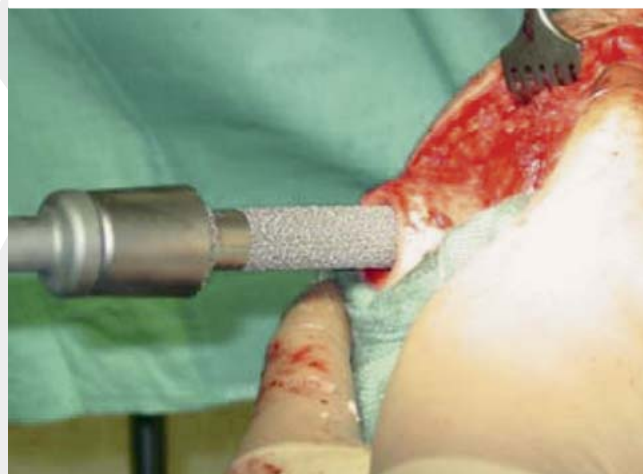


Abb. 3 Implantation des Endomoduls.

Die Implantation der Prothese ist zweizeitig vorgesehen. Im 1. Schritt erfolgte Freilegung und Zurichtung des distalen Femurschafts über einen lateralen Zugang, Auswahl des Implantats in Abhängigkeit vom Schaftdurchmesser und das Eintreiben in das Femur (◉ Abb. 3), Aufbringen der Überwurfhülse und temporäre Versiegelung mittels Verschlusschraube sowie der Weichteilverschluss (◉ Abb. 4).

Im 2. Operationsschritt durchschnittlich 6 Wochen nach Erstoppeoperation erfolgte die Anlage des Weichteilstomas mit einem Ringstecheisen und die Montage des Adaptersystems für die Exoprothese.

Zeitnah konnte dann die krankengymnastische Übungsbehandlung zur Mobilisierung des Patienten, Kräftigung der Oberschenkelmuskulatur und Rekalzifizierung des Knochens aufgenommen werden (◉ Abb. 5).

Die Patienten wurden in die spätere Stumpfpflege, die aus einer täglich 2-malig durchgeführten Reinigung des Stomas mit Wasser und Seife besteht, eingewiesen.



Abb. 4 Röntgenbefund nach Implantation des Endomoduls.



Abb. 5 Axiale Krafteinleitung 8 Wochen nach Implantation.

Tab. 1 Ausschlusskriterien/Kontraindikationen.

Begleiterkrankungen wie z. B.:
▶ Diabetes mellitus
▶ Gefäßerkrankungen
▶ psychiatrische Erkrankungen
▶ Dauermedikation mit Chemotherapeutika oder kortisonhaltigen Präparaten
▶ Schwangerschaft/Stillzeit
▶ nicht abgeschlossenes Skelettwachstum
▶ mangelnde Patientencompliance
▶ Geschäftsunfähigkeit
▶ Anstaltsverwahrung

6–12 Wochen nach Prothesenimplantation konnte nach klinisch, laborchemisch und röntgenologisch kontrollierter Konsolidierung der Weichteile und des Knochens mit dem Gehtraining begonnen werden.

Die Erstanpassung des Exomoduls und des Knie-Unterschenkel-Prothesensystems, im Falle unserer Patienten deutlich überwiegend das C-Leg® von Otto Bock, erfolgte durch die Firma ESKA Implants in Lübeck. Die weitere heimatnahe Rehabilitation erforderte eine enge Anbindung an Orthopädietechniker, Chirurgen/Orthopäden sowie Physiotherapeuten. Weitere klinische Kontrollen erfolgten in unserer Sprechstunde in größeren Abständen bzw. im Falle von Komplikationen sofort.

Die Endo-Exo-Femurprothese wurde erstmals im Jahr 1999 in Lübeck implantiert [7]. Seit 2003 erfolgt die Weiterentwicklung und Anwendung dieses Systems in enger Zusammenarbeit mit dem Verfasser und der Firma ESKA Implants AG. Die bisher mittels EEFP versorgten Patienten rekrutieren sich aus Oberschenkelamputierten Patienten, deren Behinderung überwiegend traumatischer Genese ist, die genauen Daten sind der **Tab. 2** zu entnehmen. Die derzeit für uns gültigen Ausschlusskriterien finden sich in der **Tab. 1**. Hinsichtlich des Lokalbefunds hat sich gezeigt, dass weder die Länge des Femurstumpfs noch die Güte der Weichteildeckung des Knochens als limitierende Faktoren bei der Indikationsstellung angesehen werden müssen. Es bestehen seitens des Implantatdesigns wie auch operationstechnisch ausreichend Spielräume, um diese auszugleichen.

Tab. 2 Patientendaten¹.

Patientenzahl (Männer: Frauen)	30 (26:4)
Alter (zum Amputationszeitpunkt)	32,6 (14–56)
Alter (zum Implantationszeitpunkt)	44,0 (17–69)
Seite (rechts/links/bds.)	14/16/1
Amputationsgrund (Trauma/Tumor/sonstige)	25/4/1

¹ der in unserem Hause operierten 30 Patienten

Ergebnisse

Im Zeitraum von 1999 bis September 2008 wurden insgesamt 32 Patienten mit 34 Implantaten (1 Wechsel, 1 doppelseitige Implantation) versorgt, die sich alle in unserer Betreuung befanden oder noch befinden. 30 der Patienten wurden in unserer Klinik primär oder sekundär mit Komplikationen operativ behandelt, 28 Prothesen wurden primär im Hause von 2 Operateuren eingebracht (**Tab. 2**).

Hinsichtlich Handhabung, Trage- und Sitzkomfort beschrieben alle Patienten deutliche Vorteile gegenüber der schaftgeführten Prothese. Das Gangbild hat sich bei allen Patienten verbessert. Der Mobilitätsgrad nach Otto Bock steigerte sich bei den primär nicht bzw. bedingt gehfähigen Patienten mindestens bis zum Mobilitätsgrad 2 bzw. 3. Die primär gut mobilisierten Patienten (Grad 3 und 4) konnten ihre Belastungsdauer steigern.

Vergleichende Ganganalysen bei 6 Oberschenkelamputierten Patienten mit schaftumfassenden Prothesen, EEFP-Trägern und gesunden Probanden bestätigten, dass Gangsicherheit und -symmetrie der EEFP-Patienten dem Gangbild einer gesunden Person näher kommen als die Gangbilder der konventionell rehabilitierten Patienten. Weitere interessante Hinweise aus dem Ganglabor gibt es hinsichtlich des Energieverbrauchs. Die Bestimmung der Energiebilanz erfolgte mittels Sauerstoffverbrauchsmessung vor und nach Versorgung mit einer EEFP. Der benötigte Energieaufwand unter definierter Belastung konnte mit einer knochengeführten Prothese im Vergleich zur Schaftprothese signifikant gesenkt werden.

Bei den 32 betreuten Patienten wurden bislang 130 Operationen durchgeführt, die sich wie folgt zusammensetzen.



Abb. 6 Z. n. traumatischer Oberschenkelamputation bds.



Abb. 7 Z. n. Implantation einer EEFP bds.

Aus der überwiegend zweizeitigen Implantationstechnik resultieren 54 Eingriffe.

Die Implantataufnahme in einen Kurzstumpf wurde bei 1 Patienten mit einer Contusio spinalis des Halsmarks, daraus resultierender Spastik sowie weiteren Verletzungen der übrigen Extremitäten, die lediglich eine Mobilisation im Rollstuhl zuließen, mit einer Kallusdistraction um ca. 10 cm vorbereitet. Der Pat. ist seit 2005 nach 2-jähriger Behandlung mit der EEFP ohne Gehhilfen auf einem Niveau Grad 2–3 nach Otto Bock mobilisiert.

Ein 10/07 doppelseitig amputierter 18-jähriger Pat. war mit konventionellen Schaftprothesen nur 10–15 min stehfähig. Nach vorbereitender Weichteilkonditionierung des Kurzstumpfs mittels Lappenplastik und beidseitiger Implantation der EEFP ist er seit 9/2008 mit Unterarm-Gehhilfen mobilisiert, das Erlernen des freien Gehens darf noch erwartet werden (● **Abb. 6–9**).

Zwei Patienten zogen sich im Rahmen eines Sturzes petrochanträre Oberschenkelfrakturen bei liegendem Implantat zu, eine osteosynthetische Versorgung mittels DHS war in beiden Fällen möglich.

Der 1. mit der EEFP versorgte Patient entwickelte designbedingte Komplikationen und musste sich 2003 einer Weichteilrekonstruktion mittels freier Lappenplastik unterziehen. 2006 kam es zum Implantatversagen bei retrospektiv zu gering gewähltem Kerndurchmesser; erforderlich wurden Ausbau des gebrochenen Stieles und Neuimplantation einer EEFP. 2007 zog er sich bei einem Sturz eine periprothetische Femurschaftfraktur zu und ist heute nach osteosynthetischer Versorgung und zwischenzeitlicher Metallentfernung wieder vollzeitig in seinem erlernten Beruf als Feinmechaniker tätig.

Zehn Patienten wurden einmal oder mehrfach wegen eines Infekts revidiert, 9 aufgrund von Stomareizungen, 7 wegen Komplikationen an den Anschlussbauteilen (z.B. Konuswechsel bei gebrochenem Sicherungsstift). Bei 12 Patienten waren keine zusätzlichen operativen Eingriffe erforderlich.

Bei der EEFP-Implantation kam es in 5 Fällen zu Frühinfekten im Zusammenhang mit dem 1. oder 2. Operationsschritt. Weitere 5 Weichteilinfektionen traten im Sinne eines Spätinfekts frühestens 5 Monate nach dem 2. Operationsschritt auf. Bei 2 Patienten entwickelte sich ohne Zusammenhang zur Implantation ein Infekt im Stumpfbereich (infiziertes Hämatom nach Trauma). 18 Patienten blieben infektfrei. Das bei Kontrollabstrichen und im Rahmen der Infektanierung gefundene Keimspektrum sowie deren Häufigkeit ist der ● **Tab. 3** zu entnehmen. Unabhängig von diesen Gewichtungen sahen wir bei den relevanten klinischen Infekten die in ● **Tab. 4** dargestellte Verteilung aerober

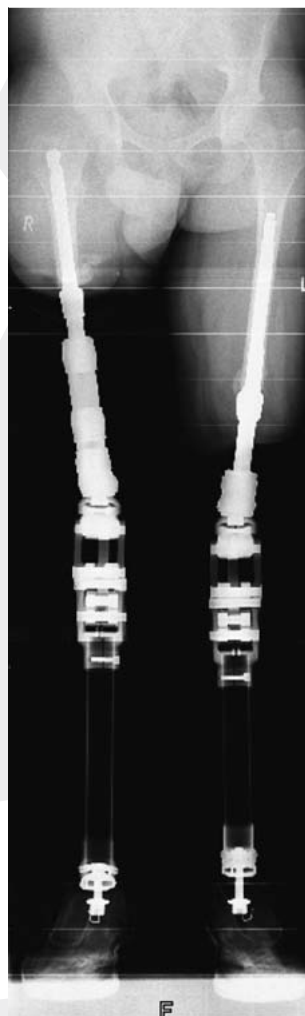


Abb. 8 Röntgenbefund nach Mobilisation.

und anaerober Keime. Die bei 2 Patienten behandelten MRSA-assoziierten Weichteilinfektionen führten in keinem Fall zu einer ossären Beteiligung oder Prothesenlockerung. Nach Behandlungsabschluss 2004 bzw. 2005 traten bei diesen Patienten bei konstanter Kolonisierung keine weiteren Infekte mehr auf.

Sonderdruck für private Zwecke des Autors

Sonderdruck für private Zwecke des Autors



Abb. 9 Klinischer Befund ca. 12 Wochen nach Implantation e. EEFP bds.

Drei EEFP wurden zwischenzeitlich explantiert. Es handelt sich zum einen um die 2. jemals implantierte Prothese, die alieno loco bei anhaltenden auf dem damaligen Prothesendesign beruhenden Weichteilinfekten unter dem Verdacht einer septischen Implantatlockerung entfernt wurde. Eine weitere wurde bei gesichertem Infekt, die 3. bei Implantatversagen explantiert (Tab. 5).

Diskussion

Für alle Patienten stellt die EEFP einen Vorteil hinsichtlich Tragekomfort, Belastungszeit, Gangbild und -sicherheit dar. Letztere erklärt sich u.E. durch die Wiedergewinnung der osseoperzeptiven Fähigkeiten durch die Knochenführung der Prothese, welche eine Indikationserweiterung auf Unterschenkel und obere Extremitäten sinnvoll erscheinen lässt. Über analoge Ergebnisse berichtete die Arbeitsgruppe um Brånemark im Rahmen einer prospektiven Studie zur Lebensqualität [8].

Die der Stomapflege zu widmende erhöhte Aufmerksamkeit wird durch Vorteile einer verkürzten Anlegezeit, Unabhängigkeit von wechselndem Körpergewicht, ausbleibenden Hautirritationen und Druckschäden durch den Prothesenköcher aufgewogen. Den bei den ersten Patienten auftretenden schweren Weichteilkomplikationen wurde durch eine drastische Änderung des Prothesendesigns begegnet. Die weitere Verschlankung und Hochglanzpolitur der Module reduzierte die Reizreaktionen an der Grenzzone/Stoma. Die Osseointegration des Prothesenstiels, welche auf dem Boden einer Kontaktosteoneogenese erfolgt, gewährleistet offensichtlich eine suffiziente Versiegelung des Markraums gegen aufsteigende Infekte [6]. Die regelhafte Keimbeseidelung im Stomabereich wurde bei differierender Verfahrenstechnik und Implantatdesign in ähnlicher Weise von der schwedischen Arbeitsgruppe um Brånemark beobachtet.

Tab. 3 Gesamtes nachgewiesenes Keimspektrum (Kolonisationen und Infekte).

Keim	Häufigkeit
Staphylococcus aureus	13
Bacteroides spp	3
Enterococcus faecalis	3
Escherichia coli	3
Peptostreptococcus spp	3
Streptokokken Gr.B, hämolysierend	3
Enterobacter spp	2
Proteus mirabilis	2
MRSA	2
Staphylococcus epidermidis	2
Acinetobacter spp	1
Enterobacter cloacae	1
Peptococcus spp	1
Proteus spp	1
Pseudomonas aeruginosa	1
Staphylococcus epidermidis, multiresistent	1
Staphylococcus haemolyticus	1
Streptococcus anginosus	1
Streptokokken, vergrünend	1

Tab. 4 Keimverteilung klinisch relevanter Infekte.

Keim		Häufigkeit
Staphylococcus aureus	fakultativ anaerob	5
MRSA	fakultativ anaerob	2
Staphylococcus epidermidis, multiresistent	fakultativ anaerob	1
Enterobacter spp	fakultativ anaerob	1
Proteus mirabilis	fakultativ anaerob	1
Streptokokken, betahämolsierend	aerotolerant anaerob	1
Streptokokken, vergrünend	aerotolerant anaerob	1
Bacteroides spp	anaerob	3
Peptostreptococcus spp	anaerob	3

Tab. 5 Ergebnis.

20/32 Patienten operativ revidiert
18/32 Patienten ohne Infekt
3/33 Prothesen explantiert
2/33 Prothesen reimplantiert
29/32 Patienten würden Versorgung erneut anstreben

Schlussfolgerung

Hinsichtlich der Indikationsstellung hat sich gezeigt, dass insbesondere Patienten, die aufgrund von Begleitverletzungen, Lokalbefund o.ä. mit einer herkömmlichen Schaftprothese nicht ausreichend versorgt werden können, am meisten profitieren. Die Grenzonenproblematik wird weiterhin einen Schwerpunkt bei Indikationsstellung und Verlaufsbeobachtung osseointegrierter Prothesen darstellen und hat weltweit zur Intensivierung der Studien zu Implantatdesign, Materialwahl und des operativen Vorgehens geführt.

Das Prinzip transkutan ausgeleiteter osseointegrierter Prothesen stellt eine Therapieform dar, welche auch in Zukunft Bedeutung für die Versorgung von Gliedmaßenverlusten haben wird.

Interessenkonflikt: Nein

Literatur

- 1 Grosse-Siestrup C, Affeld K. Design criteria for percutaneous devices. *J Biomed Mat Rest* 1984; 18: 357–382
- 2 Albrektsson T, Albrektsson B. Osseointegration of bone implants. A review of an alternative mode of fixation. *Acta Orthop Scand* 1987; 58: 567–577
- 3 Albrektsson T, Branemark PI, Jacobsson M et al. Present clinical applications of osseointegrated percutaneous implants. *Plast Reconstr Surg* 1987; 79: 721–731
- 4 Branemark R, Branemark PI, Rydevik B et al. Osseointegration in skeletal reconstructions and rehabilitation: a review. *J Rehab Res Dev* 2001; 38: 175–181
- 5 Mittelmeier W, Grunwald I, Schafer R et al. Vergleichende statistische biomechanische Untersuchungen zu Tripoden. Oberflächenstrukturen zementfreier Endoprothesen. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1999; 137: 122–128
- 6 Gradinger R, Gollwitzer H. *Ossäre Integration*. Heidelberg: Springer; 2006
- 7 Staubach KH, Grundei H. Die erste osteointegrierte perkutane Prothesenverankerung für Oberschenkelamputierte. *Biomed Technik* 2001; 46: 355–361
- 8 Hagberg K, Häggström E, Jönsson S et al. Osseoperception and osseointegrated prosthetic limbs. In: Gallagher P, Desmond D, MacLachlan M, eds. *Psychoprosthetics*. London: Springer; 2008: 131–140

