

Das infizierte Implantat – Stellenwert der plastischen Chirurgie

Cornelius Dieter Schubert, Jan Gessmann, Maximilian Kückelhaus, Björn Behr, Adrien Daigeler, Marcus Lehnhardt, Tobias Hirsch

Einleitung

Körperfremde Implantate sind aus dem heutigen chirurgischen Alltag nicht mehr wegzudenken. Die Anwendung reicht von der Orthopädie/Unfallchirurgie mit Endoprothesen beim künstlichen Gelenkersatz oder diversen Osteosyntheseplatten im Rahmen der Frakturversorgung, der Neurochirurgie mit Wirbelsäulenstabilisierungen bis hin zur plastischen Chirurgie mit künstlichen Brustimplantaten. Für die Wiederherstellung einer möglichst physiologischen, beschwerdefreien Funktion eines Gelenks oder einer Extremität ist eine komplikationslose Implantation unerlässlich. Wundinfektionen von der oberflächlichen Hautnekrose bis hin zu allschichtigen Haut-Weichteil-Defekten mit freiliegender Fremdmaterial stellen eine seltene, jedoch gefürchtete Komplikation dar, bei der nicht selten der Erhalt einer Extremität gefährdet ist. So betrug an der Mayo Clinic (Rochester, Minnesota, USA) die Inzidenz von operationspflichtigen Wundheilungsstörungen bei 17 000 durchgeführten Knie-TEP im Zeitraum von 1981 bis 2004 lediglich 0,33% [1]. Insbesondere bei Implantaten im Bereich der Wirbelsäule kann eine Wundheilungsstörung bzw. die Explantation von Fremdmaterial jedoch zu schwerwiegenden neurologischen Ausfallserscheinungen bis hin zur Querschnittssymptomatik führen. Hier gilt es, auch klinisch initial unscheinbare Symptomaten frühzeitig zu erkennen, um rasch eine konsequente Therapie einleiten zu können.

Merke

Die Qualität der Weichteildeckung ist entscheidend für die Infekteradikation und die Knochenheilung. Insbesondere bei komplizierten Defekten ist ein interdisziplinärer Ansatz in enger Zusammenarbeit mit der plastischen Chirurgie sinnvoll, um ein individualisiertes Behandlungskonzept zu erstellen.

Je nach Art des Defekts existiert hier eine Vielzahl von plastisch-chirurgischen Rekonstruktionsverfahren, die zielführend sein können. Dieser Artikel bietet einen Überblick über die verschiedenen rekonstruktiven Optionen in der Therapie des infizierten Implantats.

Hauptteil

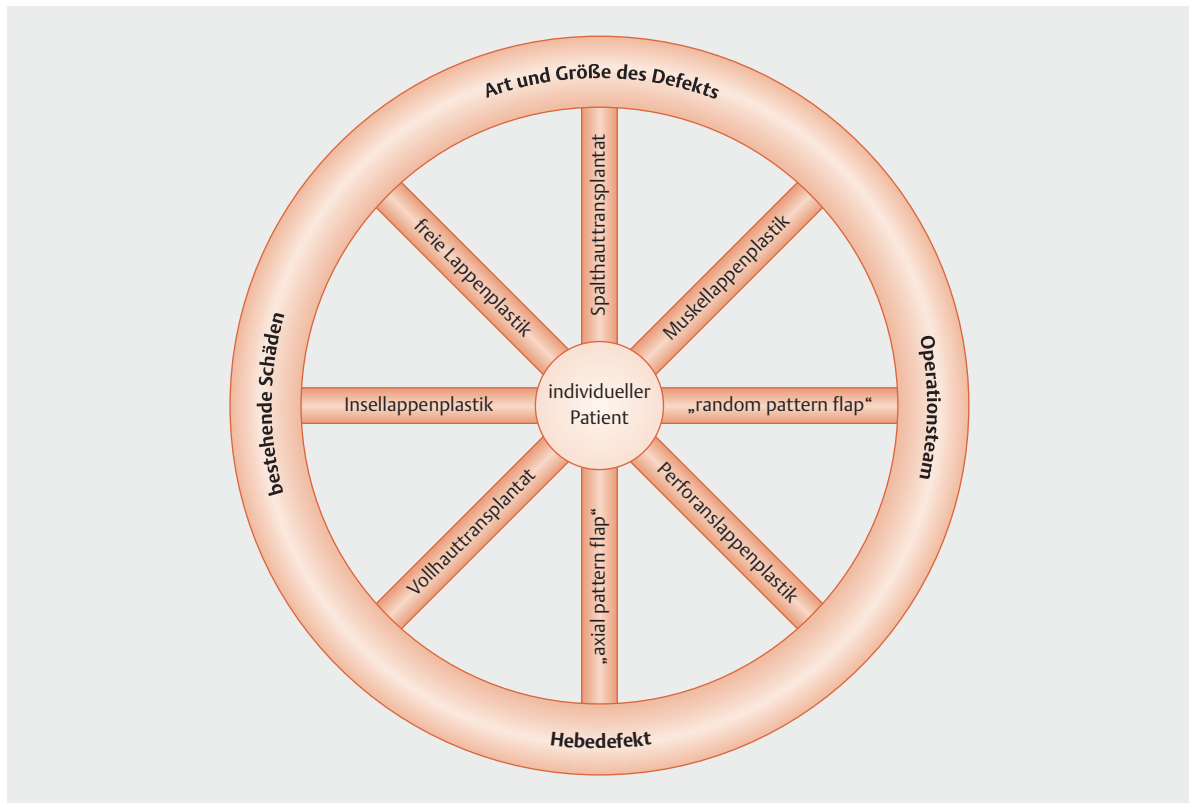
Risikofaktoren

Die Risikofaktoren für eine Wundheilungsstörung können in 3 Gruppen unterteilt werden (► **Tab. 1**) [1–4]: Patientenabhängige Faktoren, intraoperative Faktoren, postoperative Faktoren.

Insbesondere bei elektiven Eingriffen gilt es, bereits präoperativ das potenzielle Risiko für eine Wundheilungsstörung zu minimieren. So kann z. B. eine gefäßchirurgische Intervention i. S. von Gefäßbypassen oder Stentimplantation zu einer verbesserten Perfusion der betroffenen Extremität und somit zu einer reduzierten Gefahr von Hautnekrosen durch minderdurchblutete Gewebeareale führen. Bei Revisionseingriffen ist insbesondere auf den Verlauf alter Operationsnarben zu achten. Um die Gewe-

► **Tab. 1** Risikofaktoren für eine Wundheilungsstörung.

patientenabhängige Faktoren	intraoperative Faktoren	postoperative Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> ▪ multiple Voroperationen im betroffenen Areal ▪ ausgeprägtes Traumamuster ▪ Kortisontherapie ▪ Immunsuppression ▪ Mangelernährung (Albumin < 3,4 g/dl) ▪ Rauchen ▪ insuffizient eingestellter Diabetes mellitus ▪ Adipositas ▪ pAVK ▪ Z. n. Bestrahlung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ inkorrekte Schnittführung ▪ insuffiziente Nahttechnik ▪ traumatische Weichteilpräparation ▪ mangelnde Sterilität 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ subkutanes Hämatom ▪ zu frühe Mobilisation ▪ zu enge Verbände



► **Abb. 1** Auswahl der geeigneten Deckungsoption anhand des „rekonstruktiven Rades“ (nach [8]).

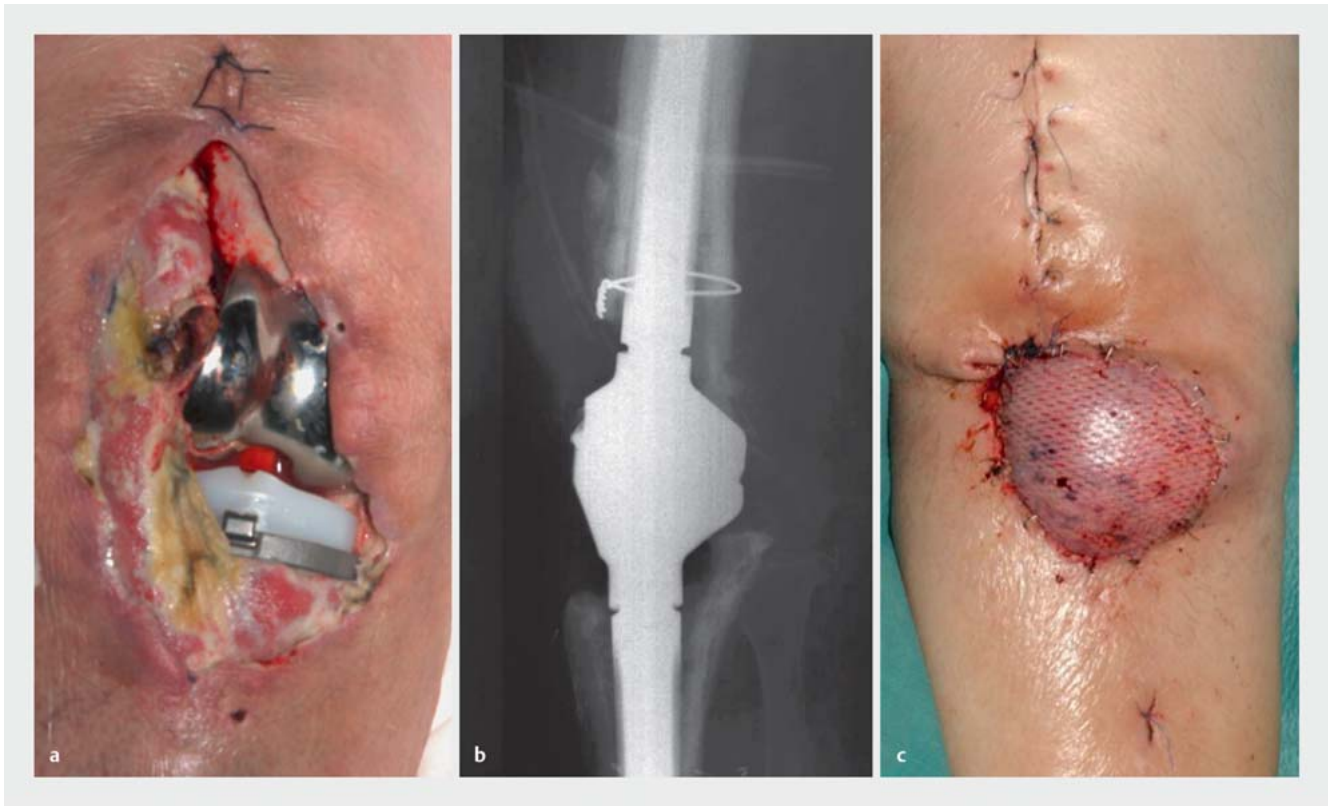
bepfusion möglichst wenig zu beeinträchtigen, sollten alte Narbenverläufe – wenn möglich – genutzt werden [1]. Darüber hinaus ist eine genaue Kenntnis der Blutversorgung des jeweiligen Areals unerlässlich, um entsprechende Gefäße sicher zu schonen. Hierbei ist insbesondere auf eine vorsichtige, gefäßerhaltende Präparation des Haut-Weichteil-Mantels zu achten. Ein direktes Unterminieren der Haut führt zur Einschränkung der Hautperfusion insbesondere im Bereich des subkutanen Gefäßplexus und somit zu einer erhöhten Hautnekrosegefahr [1].

Plastisch-chirurgische Deckungsoptionen

Besonders nach Implantation von Fremdmaterial gilt höchste Aufmerksamkeit. Erste klinische wie auch laborchemische Entzündungsparameter müssen richtig gedeutet werden, um ggf. frühzeitig eine konsequente Therapie einzuleiten. Gerade bei Fremdmaterial ist eine Biofilmbildung durch Bakterienbesiedelung unbedingt zu vermeiden. Letztere unterhält den Entzündungsprozess und kann dadurch eine Ausheilung unmöglich machen. Auch ein ausgiebiges Débridement verläuft hier oft frustan, sodass häufig eine Implantatexplantation erforderlich ist [5–7]. Kommt es zu einer Wundheilungsstörung mit begleitendem Implantatinfekt, stehen multiple plastisch-chirurgische Deckungsoptionen zur Verfügung. Vor einer jeden abschließenden Defektdeckung ist jedoch ein

ausgiebiges Débridement mit Resektion sämtlicher avitalen Gewebeanteile evtl. mit nachfolgender Vakuumverbandtherapie und – im Falle eines Wundinfekts – eine antibiogrammgerichtete Antibiose durchzuführen. Darüber hinaus gilt es, alle beeinflussbaren o.g. Risikofaktoren (► **Tab. 1**) zu reduzieren, sodass eine abschließende plastisch-chirurgische Versorgung komplikationslos erfolgen kann. Der plastische Chirurg muss dann aus verschiedenen Deckungsoptionen die jeweils beste Therapie wählen (► **Abb. 1**) [8]. Hierbei sind insbesondere die anatomische Lokalisation des Defekts, mögliche Gefäßanschlüsse, die lokale und allgemeine Gefäßsituation, der umgebende Weichteilmantel und das potenzielle Spenderareal mit einer eventuell verbleibenden Hebedefekt-morbidität zu beachten.

Weiterhin ist eine enge interdisziplinäre Absprache zwischen Unfallchirurg und plastischem Chirurgen bezüglich der Weiterbehandlung erforderlich. Insbesondere weitere potenzielle Weichteilverluste durch notwendige Folge- und Revisionsoperationen sind bei einer Defektdeckung mit zu berücksichtigen. So kann ein initialer Weichteilüberschuss durch eine großzügig gewählte Lappenplastik im weiteren Behandlungsverlauf durchaus segensreich sein, verhindert er doch in manchen Fällen eine weitere erforderliche Lappenplastik. Je nach Defektaus-



► **Abb. 2** Mediale M.-gastrocnemius-Lappenplastik. **a** Allschichtiger Haut-Weichteil-Defekt mit freiliegender Knieendoprothese. **b** Röntgen a.-p. Aufnahme: Kniearthrodese links nach Ausbau der Knieendoprothese. **c** Klinischer Befund 10 Tage nach Ausbau der Knieendoprothese, temporärer Vancomycin-Spacer-Arthrodese und Defektdeckung durch mediale M.-gastrocnemius-Lappenplastik.

maß kann unter Berücksichtigung des „rekonstruktiven Rades“ eine Deckungsoption gewählt werden (► **Abb. 1**).

Hauttransplantation und lokale Lappenplastik

Bei Spalthauttransplantaten handelt es sich um dünne, avaskuläre Hauttransplantate, die mittels Dermatom von einem Spenderareal, z.B. dem Oberschenkel, gehoben werden können und auf ein wohlperfundiertes Empfängerareal transplantiert werden. Je nach Dicke des Dermisanteils werden hierbei Vollhauttransplantate (Epidermis + gesamte Dermis) von Spalthauttransplantaten (Epidermis + unterschiedlich dicke Dermisanteile) unterschieden [9, 10]. Im Falle größerer Defekte oder falls ein leichter Abfluss von Wundsekret nötig ist, stellen gemeshete Spalthauttransplantate eine passende chirurgische Option dar. Voraussetzung für den Einsatz von Hauttransplantaten ist eine saubere, gut durchblutete, granulierende Wundoberfläche mit intakter Weichteildeckung des Implantats [9, 10]. Darüber hinaus sind Spalthauttransplantate zur Deckung von Muskellappenplastiken indiziert. Ein Vorteil der Hauttransplantate besteht darin, dass diese sich durch ihre dünne Anatomie sehr gut an konkave bzw. konvexe Oberflächen anpassen. Im Vergleich zu anderen rekonstruktiven Ansätzen ist darüber hinaus der Hebedefekt vernachlässigbar. Narbenkontrak-

turen sowie eine vergleichsweise hohe Fragilität, insbesondere bei starker mechanischer Belastung, limitieren jedoch den Einsatz von Spalthauttransplantaten.

Lokale Lappenplastiken stellen eine geeignete chirurgische Option vor allem bei kleineren Defekten mit nicht traumatisiertem Umgebungsgewebe dar. Hierbei ist das Spenderareal direkt neben der Defektzone gelegen. Zu den Vorteilen der lokalen Lappenplastik zählen eine intakte Sensibilität, ähnliche Hauteigenschaften sowie ein geringer Hebedefekt. Letzterer ist jedoch neben dem Hauptdefektareal gelegen, was insbesondere bei schwer traumatisierten oder multimorbiden Patienten limitierend sein kann. Zudem sind lokale Lappenplastiken nur in bestimmten anatomischen Lokalisationen erfolgversprechend. Hier ist eine gründliche präoperative Evaluation des gesamten Operationsareals sowie der Spenderareale unerlässlich [9].

Gestielte Lappenplastiken

Gestielte Lappenplastiken kommen zum Einsatz, wenn die Möglichkeiten einer Defektdeckung durch eine lokale Lappenplastik limitiert sind. Dies kann z.B. bei schwersttraumatisiertem Umgebungsgewebe oder bei insuffizienter Hautelastizität der Fall sein. Hier bieten gestielte



► **Abb. 3** Gestielte Propellerperforatorlappenplastik zur Defektdeckung einer Osteosyntheseplatte am Malleolus medialis. a Defektausmaß vor plastisch-chirurgischer Deckung mit eingezeichnetem Perforator (x) und geplanter Lappenplastik. b Umschnittene Propellerperforatorlappenplastik vor Rotation in den Defekt. c Propellerperforatorlappenplastik nach Rotation in den Defekt. d Klinischer Befund 1 Monat postoperativ.

Lappenplastiken mit ihrer autonomen Blutzufuhr die Möglichkeit, wohlperfundiertes, unbeschädigtes Gewebe in die Defektzone einzubringen, wodurch ein zuverlässiger Defektverschluss erzielt werden kann. Bei (chronischer) Infektsituation ist insbesondere eine Deckung durch ein suffizient durchblutetes Gewebe notwendig, um einen signifikanten Vorteil bei der lokalen Infektbekämpfung zu erzielen. Daher eignen sich für größere Defekte mit frei liegendem Fremdmaterial vor allem gestielte Muskellappenplastiken oder myokutane Lappenplastiken. Insbesondere bei Defekten nach Knieendprothesenimplantation nimmt die gestielte M.-gastrocnemius-Lappenplastik, die 1978 von Feldman et al. erstmals beschrieben wurde, eine wichtige Rolle ein [11–15] (► **Abb. 2**).

Zu den Vorteilen dieser Lappenplastik gehören eine sichere Gefäßversorgung und eine vergleichsweise einfache intraoperative Präparation. Im Gegensatz zum lateralen Anteil des M. gastrocnemius ist der mediale Anteil länger und besitzt einen längeren Gefäßstiel und somit einen größeren Rotationsradius.

Bei kleineren Defekten kann eine gestielte Perforatorlappenplastik eine geeignete Option darstellen (► **Abb. 3**).

Hierbei handelt es sich um individuell geformte fasziokutane Lappenplastiken, die an einem sog. Perforatorgefäß gestielt werden [11, 16, 17]. Letztere sind kleine Gefäße, die aus einem tiefer gelegenen Gefäß entspringen und durch Muskelsepten oder Muskeln laufen, diese also perforieren, um an der Hautoberfläche umschriebene Hautareale mit Blut zu versorgen. Nachdem Lage und Durchmesser der Perforatoren interindividuell stark schwanken, ist eine präoperative Farb-Doppler-Ultraschalluntersuchung, bestenfalls mit einem Power-Doppler-Gerät, notwendig. Der Vorteil dieser relativ jungen Operationstechnik ist die meist dünne Anatomie der Lappenplastik, ohne dass hierfür zentrale Gefäße geopfert werden müssten, was ggf. eine weitere Verschlechterung der lokalen Durchblutungssituation zur Folge hätte. Die Perforatoren werden bis zum Hauptgefäßstamm präpariert, sodass ein geeigneter Gefäßstiel resultiert. Der entsprechende fasziokutane Lappen kann dann um bis zu 180° in den Defekt rotiert werden. Zu den häufigsten Komplikationen zählt hierbei eine venöse Abflussstörung, auf die postoperativ besonderes Augenmerk gelegt werden sollte [16].



► **Abb. 4** Defektdeckung durch freie M.-latissimus-dorsi-Lappenplastik im Rahmen eines Protheseninfekts am rechten Knie eines 71-jährigen Patienten. **a** Gelenk-Spacer nach Knie-TEP-Explantation im Rahmen der Infektsanierung bei Protheseninfekt. **b** Allschichtiger Haut-Weichteil-Defekt nach Spacer-Explantation vor plastisch-chirurgischer Defektdeckung und Spacer-Wechsel. **c** Freie M.-latissimus-dorsi-Lappenplastik 4 Monate postoperativ. **d** Erfolgreiche Spacer-Explantation und Implantation einer gekoppelten, zementierten Knie-TEP 83 Tage nach plastisch-chirurgischer Defektdeckung.

Freie Lappenplastiken

Merke

Die Transplantation von Axial-Pattern- oder Perforatorlappenplastiken als freie mikrovaskuläre Transplantate ermöglicht es, gesundes, gut durchblutetes Gewebe aus einem nicht traumatisierten oder entzündlich veränderten Körperareal in die Defektzone zu transferieren.

Insbesondere bei großen Defekten mit freiliegendem Fremdmaterial oder schwersttraumatisierter Weichteilumgebung, z.B. nach einer fulminanten Quetschverletzung oder nach Bestrahlung, sind lokale Lösungen kaum sinnvoll. Hier bieten freie Lappenplastiken oftmals die letzte Chance, ein Gelenk bzw. eine Extremität zu erhalten. Die freie M.-latissimus-dorsi-Lappenplastik als Muskellappen bzw. myokutane Lappenplastik nimmt bei der Defektsanierung eine Schlüsselrolle ein [11, 18–21]. Der M. latissimus dorsi gehört zu den größten Muskeln im Körper und eignet sich bei relativ geringer Hebedefekt-morbidität gut zur Versorgung großer Defekte (► **Abb. 4**).

In Kombination mit der Paraskapularlappenplastik oder dem M. serratus anterior kann der M. latissimus dorsi auch als sogenannter Chimeric Flap erweitert werden, um noch größere Defekte sicher zu schließen. Eine wei-

tere Muskellappenplastik ist die freie M.-gracilis-Lappenplastik [22]. Diese eignet sich insbesondere für schmale, längliche Defekte. Gestielt wird der M. gracilis, der zur Adduktorengruppe gehört, an der A. circumflexa femoris medialis. Zu den Vorteilen dieser robusten Lappenplastik gehört ein geringer Hebedefekt an einer unauffälligen Körperregion. Aber auch andere freie Lappenplastiken, wie der freie M. rectus femoris, oder fasziokutane Lappenplastiken wie der Paraskapularlappen oder der ALT-Lappen (ALT: Antero-lateral Thigh Flap) bieten sich sehr gut zur Defektrekonstruktion an.

In ausgewählten Einzelfällen wird auch der Einsatz einer „prophylaktischen“ freien Lappenplastik erwähnt [23]. Ziel ist es, das Risiko einer postoperativen Wundheilungsstörung bei Hochrisikopatienten bereits vor deren Eintreten abzufangen. So soll z.B. vor elektiver Implantation einer Knie-TEP bei zugleich dünnem, minderperfundiertem Haut-Weichteil-Mantel wohl perfundiertes, robustes Gewebe in Form einer freien Lappenplastik an den potenziellen Risikoort transferiert werden. Erst in einem 2. Schritt wird dann die entsprechende Knie-TEP implantiert. Hier gilt es sicherlich, die operativen Risiken einer freien Lappenplastik mit der potenziellen Gefahr einer Wundheilungsstörung abzuwägen.

Schlussfolgerung

Implantierte Fremdmaterialien sind im chirurgischen Alltag nicht mehr wegzudenken. Eine seltene, jedoch gefürchtete Komplikation stellt ein infiziertes Implantat dar. Nach Reduzierung sämtlicher Risikofaktoren und ausgiebigem Débridement gilt es, den Defekt sicher mit ausreichendem, gut durchblutetem Gewebe zu decken. Angefangen vom Spalthauttransplantat bis zum freien Chimeric Flap gibt es eine Vielzahl von plastisch-chirurgischen Behandlungsoptionen. Diese müssen individuell in einem interdisziplinären Ansatz abgestimmt werden, um das Gelenk bzw. die entsprechende Extremität erfolgreich zu erhalten.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Über die Autoren



Cornelius Dieter Schubert

Dr. med., Assistenzarzt, Universitätsklinik für Plastische Chirurgie und Schwerbrandverletzte, Handchirurgiezentrum, Operatives Referenzzentrum für Gliedmaßenstumoren, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum



Jan Gessmann

Priv.-Doz. Dr. med., Geschäftsführender Oberarzt, Chirurgische Universitätsklinik und Poliklinik, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum



Maximilian Kückelhaus

Dr. med., Assistenzarzt, Universitätsklinik für Plastische Chirurgie und Schwerbrandverletzte, Handchirurgiezentrum, Operatives Referenzzentrum für Gliedmaßenstumoren, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum



Björn Behr

Priv.-Doz. Dr. med., Oberarzt, Universitätsklinik für Plastische Chirurgie und Schwerbrandverletzte, Handchirurgiezentrum, Operatives Referenzzentrum für Gliedmaßenstumoren, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum



Adrien Daigeler

Prof. Dr. med. Direktor der Klinik, Klinik für Hand-, Plastische, Rekonstruktive und Verbrennungschirurgie, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen, Schnarrenbergstraße 95, 72076 Tübingen



Marcus Lehnhardt

Prof. Dr. med., Direktor der Klinik, Universitätsklinik für Plastische Chirurgie und Schwerbrandverletzte, Handchirurgiezentrum, Operatives Referenzzentrum für Gliedmaßenstumoren, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum



Tobias Hirsch

Priv.-Doz. Dr. med., Leitender Oberarzt, Universitätsklinik für Plastische Chirurgie und Schwerbrandverletzte, Handchirurgiezentrum, Operatives Referenzzentrum für Gliedmaßenstumoren, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. med. Tobias Hirsch

Universitätsklinik für Plastische Chirurgie und Schwerbrandverletzte, Handchirurgiezentrum, Operatives Referenzzentrum für Gliedmaßenstumoren, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1
44789 Bochum
tobias.Hirsch@rub.de

Literatur

- [1] Garbedian S, Sternheim A, Backstein D. Wound healing problems in total knee arthroplasty. *Orthopedics* 2011; 34: e516–e518
- [2] Johnson DP. The effect of continuous passive motion on wound-healing and joint mobility after knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72: 421–426
- [3] Jonsson K, Jensen JA, Goodson WH 3rd et al. Tissue oxygenation, anemia, and perfusion in relation to wound healing in surgical patients. *Ann Surg* 1991; 214: 605–613
- [4] Galati EA, Fonseca MB, Marassa AM et al. Dispersal and survival of *Nyssomyia intermedia* and *Nyssomyia neivai* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in a cutaneous leishmaniasis endemic area of the speleological province of the Ribeira Valley, state of Sao Paulo, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2009; 104: 1148–1158
- [5] Costerton JW, Montanaro L, Arciola CR. Biofilm in implant infections: its production and regulation. *Int J Artif Organs* 2005; 28: 1062–1068
- [6] Subbiahdoss G, Kuijjer R, Grijpma DW et al. Microbial biofilm growth vs. tissue integration: «the race for the surface» experimentally studied. *Acta Biomater* 2009; 5: 1399–1404
- [7] Tan K-J, Lim C-T, Lim Y-T. The use of muscle flaps in the salvage of infected exposed implants for internal fixation. *J Bone Joint Surg Br* 2010; 92: 401–405
- [8] Giunta R, Machens H. Plastische Deckungsmöglichkeiten am Ellenbogen. In: Stöckle U, Hrsg. *Ellenbogenchirurgie*. München: Elsevier; 2009: 257–272
- [9] Wilhelm K, Putz R, Hierner R, Giunta RE. Grundlagen der Lappenplastiken – Hautlappenplastiken. In: Wilhelm K, Hierner R, Hrsg. *Lappenplastiken in der Handchirurgie*. München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg; 1997: 32–39

- [10] Ghavami A. Soft Tissue Coverage of the Hand and upper Extremity. In: Janis JE, ed. *Essentials of plastic Surgery*. St. Louis: Quality Medical Publishing, Inc.; 2007: 620–632
- [11] Gravvanis A, Kyriakopoulos A, Kateros K et al. Flap reconstruction of the knee: a review of current concepts and a proposed algorithm. *World J Orthop* 2014; 5: 603–613
- [12] Bengtson S, Carlsson A, Relander M et al. Treatment of the exposed knee prosthesis. *Acta Orthop Scand* 1987; 58: 662–665
- [13] Fansa H, Plogmeier K, Schenk K et al. [Covering extensive soft tissue defects in infected knee endoprostheses by gastrocnemius flap]. *Chirurg* 1998; 69: 1238–1243
- [14] Feldman JJ, Cohen BE, May JW jr. The medial gastrocnemius myocutaneous flap. *Plast Reconstr Surg* 1978; 61: 531–539
- [15] Menderes A, Demirdover C, Yilmaz M et al. Reconstruction of soft tissue defects following total knee arthroplasty. *Knee* 2002; 9: 215–219
- [16] Giunta R, Geisweid A, Lukas B et al. [Individual perforator flaps of the upper extremity]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2002; 34: 224–229
- [17] Engelhardt T, Giunta RE. Weichteil- und Knochenrekonstruktion – Defektdeckung an der Hand. In: Sauerbier M, Eisen-schenk A, Krimmer H, Partecke BD, Schaller HE, Hrsg. *Die Handchirurgie*. München: Urban & Fischer; 2014: 452–497
- [18] Cetrulo CL jr., Shiba T, Friel MT et al. Management of exposed total knee prostheses with microvascular tissue transfer. *Microsurgery* 2008; 28: 617–622
- [19] Fansa H, Plogmeier K, Feistner H et al. Plasticity and function – the fate of a free, neurovascular muscle graft ten years post-reconstruction. *J Reconstr Microsurg* 1997; 13: 551–554
- [20] Liao JE, Pu LL. Reconstruction of a large upper tibial wound extending to the knee with a free latissimus dorsi flap: optimizing the outcomes. *Microsurgery* 2007; 27: 548–552
- [21] Sonmez E, Kamburoglu HO, Aksu AE et al. Soft-tissue management with immediate free flap transfer in segmental prosthetic replacement of proximal tibia sarcomas. *Microsurgery* 2011; 31: 620–627
- [22] Engelhardt TO, Alghamdi HG, Wallmichrath J et al. [Free gracilis flap for anatomic reconstruction after limb-sparing sarcoma resection]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2015; 47: 111–117
- [23] Charles K, Lee MD, FACS. Preventing Total Knee Arthroplasty Infection with Microsurgery – The Prophylactic Free Flap. 2017. Im Internet: <http://lplasticsurgery.com/>; Stand: 08.02.2017

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-102331>
 Online-publiziert 15.05.2017 | OP-JOURNAL 2017; 33: 159–165 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
 ISSN 0178-1715