

# Megaprothesen als Femurersatz

**Versorgung nach Osteosarkom** Gelingt ein Totalersatz des Femurs, ermöglicht dies, die Beinfunktion von Menschen mit Sarkomen zu erhalten. Bei der Operation gilt es das tumoröse Gewebe zu entfernen und die Muskelansätze so zu rekonstruieren, dass die Funktion des künstlichen Hüft- und Kniegelenks gewährleistet ist. Um das Operationsergebnis nicht zu gefährden, ist auch bei der physiotherapeutischen Nachbehandlung Fingerspitzengefühl gefragt.

➔ Maligne Tumore des Knochens machen etwa 0,2% aller Malignome aus und finden sich häufig im Bereich des Femurs. Manche Autor\*innen meinen sogar, dass dies die häufigste Lokalisation ist [1–3]. Tumore, die einen Großteil des Femurs oder seiner umgebenden Weichteile involvieren, sind schwer zu therapieren. Früher war bei ausgedehntem Tumorbefall oft nur die Amputation als kurative chirurgische Methode möglich [4]. Vor der Ära der Megaprothesen standen neben ablativen Maßnahmen in ausgewählten Fällen andere Verfahren wie zum Beispiel die Umkehrplastik nach Borggreve zur Verfügung [5]. Diese wurde 1930 publiziert und 1976 erstmals als therapeutische Option bei einem kniegeleknahen Osteosarkom beschrieben [6]. Dank der Fortschritte in der neoadjuvanten und adjuvanten Chemotherapie, moderner Optionen der Bestrahlungstherapie und verbesserter radiologischer Bildgebungsmöglichkeiten ist heute die lokale Tumorkontrolle mithilfe einer Resektion bei vielen dieser Tumore möglich [2, 4, 7, 8].

## Operatives Verfahren

**Sorgfalt gefragt** ➔ Die Resektion eines Osteosarkoms ist komplex, da Chirurg\*innen nicht nur knöcherne Strukturen entfernen müssen, sondern meist auch umliegendes Gewebe. Dabei passiert es schnell, dass sie neurovaskuläre Strukturen verletzen. Mit einer guten Resektions- und Rekonstruktionstechnik können sie jedoch in vielen Fällen den Extremitätenerhalt gewährleisten und eine hohe Oberschenkelamputation oder gar Hüftgelenksexartikulation vermeiden.

**Mehr Funktion durch Extremitätenerhalt** ➔ Den ersten totalen Femurersatz aus Metall beschrieb Joseph Buchman im Jahre 1965 [9]. Seitdem ist der totale Femurersatz nicht nur in der Onkochirurgie erfolgreich, sondern eignet sich auch als Therapie bei Menschen mit

fehlgeschlagenen Frakturversorgungen oder aber auch in der Revisionsendoprothetik [10–12]. Einschränkend muss erwähnt werden, dass sich die Datenlage zur Implantation eines totalen Femurersatzes auf kleine Fallserien beschränkt und dass sie zum Teil hohe Komplikationsraten aufweist. Dem ist entgegenzusetzen, dass der Extremitätenerhalt im Vergleich zu einer Hüftgelenksexartikulation grundsätzlich zu besseren funktionellen Ergebnissen führt. In einer Untersuchung von Lavoie et al. [13] mit 24 Patienten und einem Minimum-Follow-Up von zwei Jahren hatten zwei Menschen ein exzellentes Ergebnis, bei neun Personen war das Outcome ein gutes, bei weiteren neun Menschen ein zufriedenstellendes und bei vier Menschen war ein schlechtes Ergebnis zu verzeichnen [10]. Die Amputationsrate lag letztendlich bei 28% und die Reoperationsrate bei 87%. Weiterhin zeigten sich in 71% der Fälle prothesenassoziierte Komplikationen. In einer Studie von Morris et al. waren die Ergebnisse dagegen durchweg positiv [14].

**Individualisiertes Vorgehen** ➔ In der Charité stellen wir Menschen mit Sarkom vor jeder Therapie im interdisziplinären Sarkomboard vor und besprechen chirurgische, onkologische und radioonkologische Behandlungsoptionen. Gemeinsam erstellen wir ein leitlinien-gerechtes, auf den jeweiligen Menschen und dessen Tumorentität individualisiertes Therapiekonzept.

Eine Basisdiagnostik zur präoperativen Planung führen wir anhand konventionell radiologischer Ganzbeinaufnahmen, einer hochauflösenden Magnetresonananzuntersuchung (MRT) des gesamten Femurs mit Abbildung des gesamten Tumors sowie einer Computertomografie mit Gefäßdarstellung (CT-Angio) durch. Mithilfe eines adäquaten Staging-CT gilt es eine Fernmetastasierung auszuschließen. Dabei überprüfen wir bereits präoperativ, inwieweit wir die neurovaskulären Strukturen erhalten beziehungsweise wie wir sie reseziieren und ersetzen können. Bei Mitbeteiligung des N. femo-

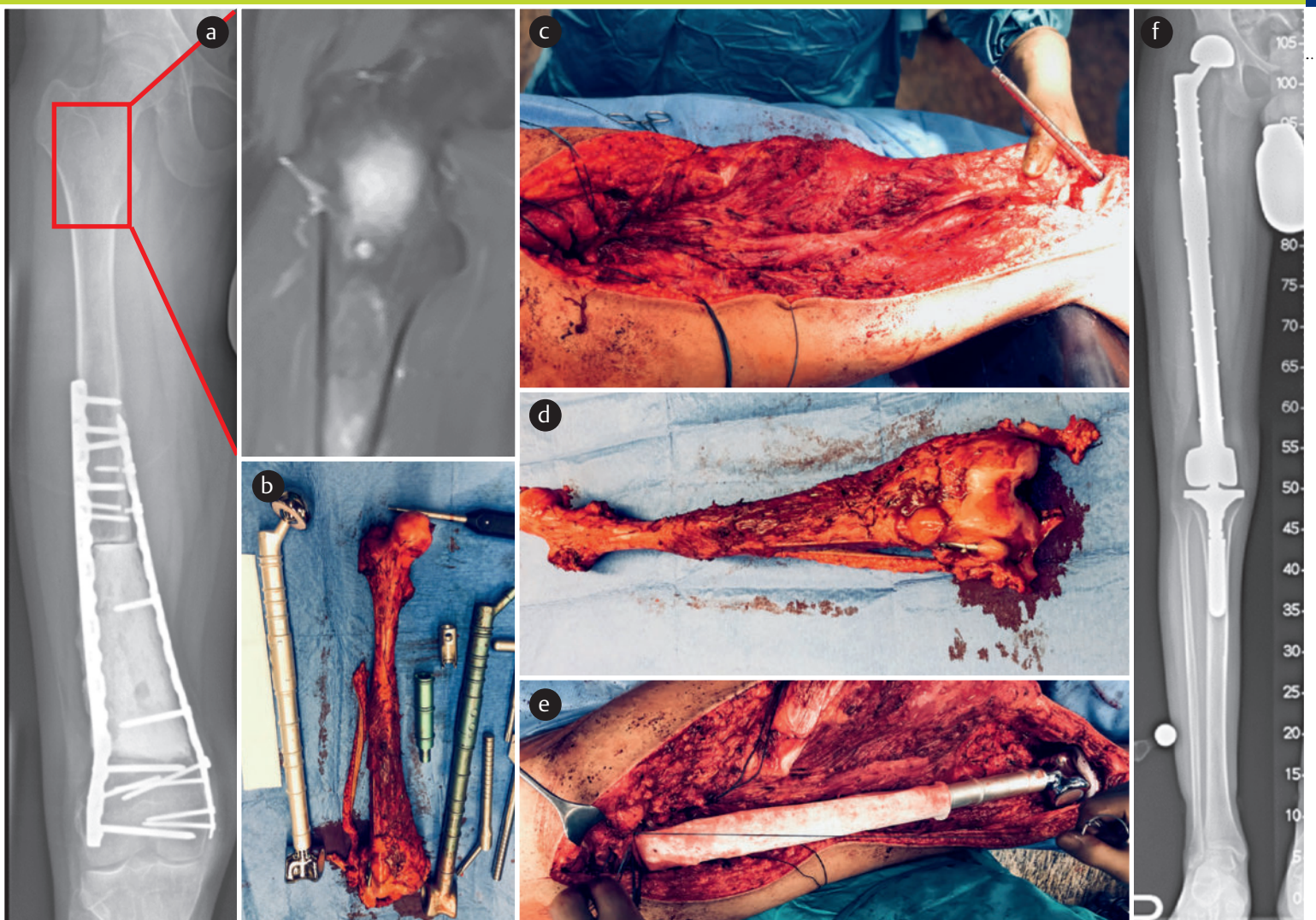


ABB. 16-jähriger Patient mit einem Rezidiv eines Osteosarkoms mit einer „skip lesion“ im Bereich des proximalen Femurs (a). Intraoperativ können anhand des Präparates die Femurlänge, die Probekomponenten sowie die definitiven Komponenten bestimmt werden (b). Die Seitenlage erlaubt sowohl eine suffiziente Implantation der tibialen Komponente als auch die Vorbereitung der Muskelrekonstruktion (c). Das gesamte Femur (d) kann mithilfe des totalen Femurersatzes (e) in Länge, Achse und Rotation rekonstruiert werden. Das postoperative Ergebnis zeigt einen regelgerechten Sitz der Endoprothese und ermöglicht so eine Mobilisation nach Einheilen der Muskulatur (f).

ralis sehen wir von einer lokalen Resektion mit anschließendem Femurersatz ab, da bei einer Resektion dieses Nervs die Streckfunktion des Kniegelenks nicht mehr gegeben und damit ein künstlicher Kniegelenksersatz nicht suffizient möglich ist. In diesen Fällen ist ein Extremitätenerhalt in der Regel nicht mehr möglich, sodass eine ablativ Maßnahme durchgeführt werden muss. Die Resektion der Gefäßstraße wiederum ist mit einer entsprechenden Rekonstruktion möglich und durchführbar.

**Sicherheitsabstand einhalten** → In unserem Haus führen Chirurg\*innen die totalen Femurersatzoperationen – sofern von der Lokalisation des Tumors möglich – in Seitenlage durch (👁 ABB. C, S. 35). Der Schnitt erfolgt als klassischer lateraler Zugang von proximal der Trochanterspitze nach distal bis ventral über die Tuberositas tibiae. Dabei schneidet das Operationsteam den ehemaligen Biopsiezugang ovalär aus und präpariert in die Tiefe, sodass sich der Tumor mit anheben und alles potenziell kontaminierte Gewebe en bloc entfernen lässt. Anschließend richten sich der operative Zugang sowie die Präparation nach der Tumorlokalisierung und -ausdehnung. In der Regel eröffnen die Chirurg\*innen die Faszie und dann proximal das Hüftgelenk und distal das Kniegelenk und bereiten

die Luxation des Knochens aus den Gelenken vor. Dorsal gilt es das Septum intermusculare an der Linea aspera (sofern diese frei ist) zu durchtrennen, um von distal her die Gefäße sowie den dort verlaufenden N. ischiadicus zu kontrollieren. Je nach Lage des Tumors wird dieser ventral freigelegt, um gezielt den Adduktorenkanal zu eröffnen und medial des Tumors wiederum die Gefäße kontrollieren zu können. Dabei ist es wichtig, je nach Tumorgrad einen Sicherheitsabstand zum eigentlichen Tumor einzuhalten. Die Resektion erfolgt, indem man die am Femur anhaftenden Muskeln schrittweise löst, bis sich das Präparat als Gesamtes anheben lässt.

Nun werden die für die Funktion wesentlichen Muskelansätze angeschlossen. Dies sind vor allem proximal der M. gluteus medius, M. gluteus maximus, der M. psoas und, sofern möglich die kurzen Außenrotatoren. Anhand des Präparats lässt sich nun exakt die notwendige Femurlänge bestimmen und die modulare Probeprotthese anpassen (👁 ABB. B, S. 35). Zeitgleich bereitet das Operationsteam das tibiale Plateau mit den entsprechenden Resektionslehren für die Aufnahme der tibialen Komponente vor. Das Azetabulum wird von Resten der Gelenkkapsel befreit und dann aufgefräst, bis die gewünschte Größe erreicht ist, um die Azetabulumkomponente implantieren zu können. Muss die Hüftpfanne ersetzt werden, implantieren die Operierenden in der Regel eine tripolare Pfanne (äußere Metallschale und ein darin frei gleitendes Inlay, in welches der eigentliche Hüftkopf eingepresst wird), um den bestmöglichen Luxationsschutz zu gewährleisten. Liegt kein höhergradiger Verschleiß des Azetabulums vor, zum Beispiel bei jüngeren Patient\*innen, kann alternativ ein Duokopf zum Einsatz kommen (👁 ABB. F, S. 35). Indem man eine Probeprotthese implantiert, kann man anschließend nochmals Anpassungen vornehmen, was die

Beinlänge und die Rotation der Komponenten betrifft. Außerdem lässt sich die Stabilität der Prothese kontrollieren. Bei Patient\*innen mit Sarkomen verzichtet man vollständig auf das Spülen der Markräume oder des Situs (Strukturen im freipräparierten Operationsgebiet), um eine potenzielle Verschleppung maligner Zellen zu vermeiden.

**Refixation der Muskulatur** → Die Implantation der definitiven Komponenten beginnt mit der tibialen, gefolgt von der azetabulären Komponente. Anschließend koppelt das Operationsteam die Module im Bereich des Kniegelenks. Vor der Reposition des Hüftgelenkes stülpt man einen sogenannten Anbindungsschlauch über das Femur, welcher die Rekonstruktion der Muskulatur gegen den Femurersatz ermöglicht. Untersuchungen zeigen, dass es histologisch zu einem Einwachsen des umgebenden Bindegewebes kommt und dass eine Fremdkörperreaktion ausbleibt [15]. Ferner führt der Anbindungsschlauch, wenn man ihn als Gelenkkapselersatz einsetzt, zu einer deutlichen Reduktion der postoperativen Luxationsrate [16]. Der Anbindungsschlauch wird an den dafür vorgesehenen Stellen mit Fesselungsnähten gegen die Prothese verankert. Danach können die Chirurg\*innen schrittweise die

angeschlossene Muskulatur mit kräftigem Nahtmaterial gegen den Anbindungsschlauch rekonstruieren. Die Chirurg\*innen legen dabei insbesondere Wert auf die hüftgelenksnahe Muskulatur und rekonstruieren die Ansätze des M. psoas, der Glutealmuskulatur inklusive der vastoglutealen Schlinge und wenn möglich die kurzen Außenrotatoren. Dorsal fixieren sie das Septum intermusculare an einer „gedachten“ Linea aspera und nähen danach den M. vastus lateralis in seiner Loge fest, um das Megaimplantat lateral vollständig zu bedecken. In der Regel gelingt es ihnen, distal das Kniegelenk zu verschließen. War aufgrund der Tumorausdehnung eine weitreichende Resektion der Kniegelenkskapsel notwendig, ist analog zur OP-Technik des proximalen Tibiaersatzes eine Deckung mittels proximal gestieltem M. gastrocnemius zu erwägen, um eine vollständige Deckung der kniegelenksnahen Prothese zu gewährleisten. Nach abgeschlossener Wundheilung erfolgt gemäß dem Therapieprotokoll für Osteosarkome eine adjuvante Therapie (Chemo-/Radiotherapie).

## Physiotherapeutische Nachbehandlung

**Nachbehandlung richtet sich nach OP-Verfahren** → Bereits im Rahmen der präoperativen Vorbereitung klären wir die Patient\*innen über die meist dreiwöchige notwendige Bettruhe auf. Die Physiotherapie beginnt grundsätzlich erst nach Rücksprache mit dem Operateur oder der Operateurin. Dabei besprechen wir wesentliche Details zum operativen Eingriff, wie etwa die Art der Prothesenverankerung, die einen Einfluss auf den Belastungsgrad hat: Die zementierten Tumorprothesen erlauben eine Vollbelastung,

„  
*Je nach Tumorgrad ist es wichtig,  
einen Sicherheitsabstand  
zum Tumor einzuhalten.*“

wohingegen bei zementfreien Implantaten zunächst nur eine Teilbelastung erlaubt ist. Weitere wesentliche Aspekte sind Informationen über zu erwartende sensomotorische Ausfälle, je nachdem welche muskulären und neuronalen Strukturen reseziert wurden. Für das Timing der Nachbehandlung sind zudem die postoperativen Weichteilverhältnisse und die Form der muskulären Rekonstruktion wesentlich. Neben diesen spezifisch chirurgischen Details tauschen wir patient\*innenabhängige Details aus, wie z. B. Art und Weise einer etwaigen Vorbehandlung (Radio-/Chemotherapie) sowie Infos zum psychologischen Status.

### 1. postoperative Woche

In der ersten Woche nach der Operation sind die meisten Patient\*innen noch sehr erschöpft und haben Schmerzen. Hier gilt es zu prüfen, ob eine Verbesserung der Lagerung möglich ist. Unmittelbar postoperativ und während der Bettruhe führen die Physiotherapeut\*innen eine Atemtherapie zur Pneumonieprophylaxe durch. Um Patient\*innen einen selbstständigen Lagerungswechsel in die Bauchlage zu erleichtern und auf das spätere Laufen an Unterarmgehstützen vorzubereiten, leiten sie Übungen zur Kräftigung der oberen Extremität an. Im Bereich der unteren Extremitäten konzentrieren sie sich auf das kontralaterale Bein und bereiten dieses durch ein Muskeltraining auf die kommende Mehrbelastung vor.

Bei besonders kritischen Weichteilverhältnissen dürfen Patient\*innen auf der operierten Seite weder den Fuß bewegen noch isometrisch das Bein anspannen. Sobald die Operateurin oder der Operateur nach einigen Tagen die Bauchlage freigibt, gilt es mit den Patient\*innen den selbstständigen Lagewechsel zwischen Rücken- und Bauchlage zu trainieren. Lagewechsel dienen der Dekubitusprophylaxe und ermöglichen weitere Übungen zur Kräftigung der Arme und des Oberkörpers. Außerdem können Patient\*innen in der Bauchlage das Knie der operierten Seite beüben, ohne dass zu viele Kräfte auf die rekonstruierte proximale Muskulatur wirken.

### 2. postoperative Woche

In dieser Phase mobilisieren Therapierende die Patient\*innen mithilfe eines Stehbretts in die Senkrechte. Dies dient vor allem als Kreislauftraining, zur Erarbeitung der Stützaktivität sowie zur Kräftigung des gesunden Beines zum sicheren Standbein.

### Ab der 3. postoperativen Woche

Ab dem 21. Tag beginnt die Umbauphase, also die Vernarbung, und die kollagenen Fasern sind so weit stabil, dass das Gewebe eine Flexion bis maximal 60 Grad aushält. Diese erarbeiten die Therapierenden vorsichtig erst passiv, assistiv und dann aktiv unter Beachtung individueller Grenzen des Gewebes und des Schmerzes. Die Abduktion erfolgt im schmerzarmen Bereich und die Adduktion bis zur Körpermitte. Falls das Bein stark in die Außenrotation fällt, sollen die Patient\*innen die Innenrotation beüben. Der vollständige Umbau- und Vernarbungsprozess kann bis zu zwei Jahre dauern. Als Nächstes erfolgt die Mobilisation an die Bettkante. Dank des Trainings auf dem Stehbrett sind die meisten Patient\*innen kreislaufstabil und können so das Aufstehen und den Stand an Unter-

armgehstützen üben. Wenn sich die Operierten gut und sicher fühlen, erarbeiten die Therapierenden mit ihnen das Laufen an Unterarmgehstützen mit Vollbelastung oder 15 Kilogramm Teilbelastung (je nach Verankerung der Prothese). Bei zementfreien Prothesen mobilisieren wir unsere Patient\*innen mit 15 kg Teilbelastung für 3 Wochen.

## Fazit

**Prognose hängt von Tumorentität ab** → Trotz moderner Implantate und innovativer onkologischer Therapiestrategien ist der totale Femurersatz auch heute noch ein herausforderndes Verfahren. Die maßgebliche Prognose der Patient\*innen, die sich einem solchen Eingriff unterziehen müssen, ist abhängig von der zugrunde liegenden Tumorentität. Die wenigen zur Verfügung stehenden Fallserien geben die Überlebensraten recht heterogen an. So konnten Kakimoto et al. in einer aktuellen Studie eine 3-Jahres-Überlebensrate von 88,9% und eine 5-Jahres-Überlebensrate von 55,6% ermitteln [17]. Andere Forschende geben über 32%–44,5% Überleben nach 5 Jahren an. Kalra et al. zeigen ein Gesamtüberleben von 37% nach 10 Jahren und berichten, dass neben dem onkologischen Outcome das funktionelle Ergebnis oft eingeschränkt ist [18]. Lenze et al. kommen in ihrer Übersichtsarbeit zu dem Schluss, dass der totale Femurersatz trotz des immensen Vorteiles des Extremitätenerhaltes mit einer relevanten Komplikationsrate verbunden ist [3]. Die Forschenden berichten hierbei über ein 5–10-fach erhöhtes Risiko für Infektionen gegenüber den Standard-Gelenkdrothesen [3, 19]. In der Literatur finden sich Angaben von Infektionsraten der „normalen“ Tumorprothese von 8–15%. Beim totalen Femurersatz konnte man Infektionsraten von bis zu 37% beobachten, die dann im Rahmen von Salvageoperationen in bis zu 70% der Fälle eine sekundäre Amputation notwendig machten [19–21]. An dieser Stelle soll daran erinnert sein, dass die Alternative der Hüftgelenksexartikulation funktionell noch einschränkender für die Patient\*innen und dass die individuelle exoprothetische Versorgung nach Hüftgelenksexartikulationen nicht trivial ist.

*Sven Märdian und Sabrina Morgenstern*

### Literaturverzeichnis

[www.thieme-connect.de/products/physiopraxis](http://www.thieme-connect.de/products/physiopraxis) > „Ausgabe 1/22“

## Autor\*innen



**Dr. med. Sven Märdian** leitet das Department Muskuloskeletale Tumorchirurgie und Traumatologie, sowie das Sarkomzentrum am Campus Virchow Klinikum der Charité, Berlin.

**Sabrina Morgenstern** ist physiotherapeutische Leiterin

für den Fachbereich Unfall- und Tumorchirurgie am Campus Virchow Klinikum der Charité, Berlin.