

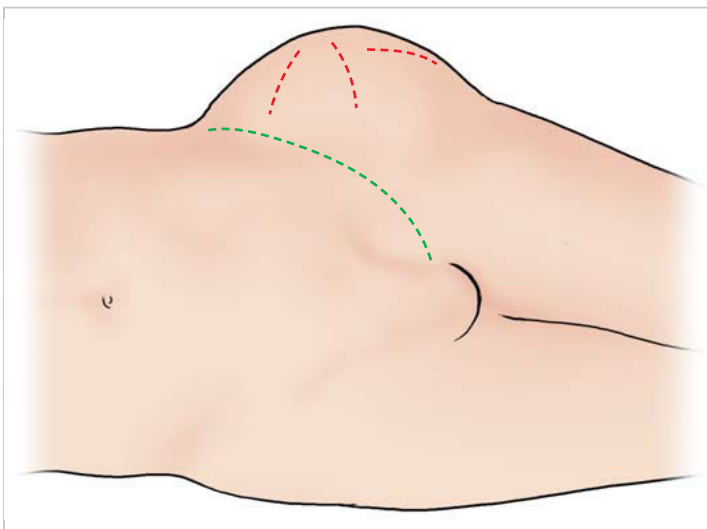


Abb. 9.4 Die Biopsie eines Beckentumors darf nur entlang des grün markierten Enneking-Zugangs erfolgen. Unbedingt zu vermeiden ist eine transgluteale Biopsie (rot markiert).

Während bei der Diagnose eines Skelettmetastase die weitere Ausbreitungsdiagnostik durch die jeweilige für den Primärtumor zuständige Fachabteilung koordiniert werden muss, so muss bei der Diagnose eines Knochensarkoms unbedingt eine Lungen- und Skelettmetastasierung ausgeschlossen werden. Während bei Patienten mit einem Osteo- oder Chondrosarkom neben dem CT-Thorax in der Regel eine Skelettszintigrafie erfolgt, so wird bei einem Ewing-Sarkom ein PET-CT favorisiert (► Abb. 9.5).

9.1.3 Therapie

Indikationsstellung

Indikation für eine interne Hemipelvektomie

Eine Indikation zu einer Hemipelvektomie bei Knochenmetastasen sollte eine **Ausnahmeindikation** darstellen. Nur in den sehr seltenen Fällen einer solitären Spätmetastasierung insbesondere bei Patienten mit einem Mammakarzinom oder Nierenzellkarzinom ist eine Operation zu überdenken. Allerdings muss der Patient neben der onkologischen Prognose über die unten genannten Komplikationen und die Funktionsdefizite durch den Eingriff eingehend informiert werden.

Bei der Diagnose eines hochmalignen Osteosarkoms und Ewing-Sarkoms erfolgt zunächst im Rahmen der Euramos bzw. Euro-Ewing-Studie eine neoadjuvante Chemotherapie und im Anschluss an die Hemipelvektomie die Fortführung der adjuvanten Chemotherapie. Aufgrund der relativen Chemotherapieresistenz des Chondrosarkoms GI-III (mit der Ausnahme des dedifferenzierten Chondrosarkoms) ist die alleinige chirurgische Therapie anzustreben.

Bei allen Knochensarkomen kann eine multiple Metastasierung (insbesondere in die Lunge und das Skelett) eine Kontraindikation für eine Hemipelvektomie darstellen. Zu bedenken ist allerdings, dass das Osteo- und Chondrosarkom nur durch eine komplette chirurgische Remission kurativ behandelt werden kann. Bei Patienten mit einem Ewing-Sarkom hingegen kann auch durch eine strahlentherapeutische Lokaltherapie eine Heilung des Patienten erzielt werden. Die Kombination aus chirurgischer

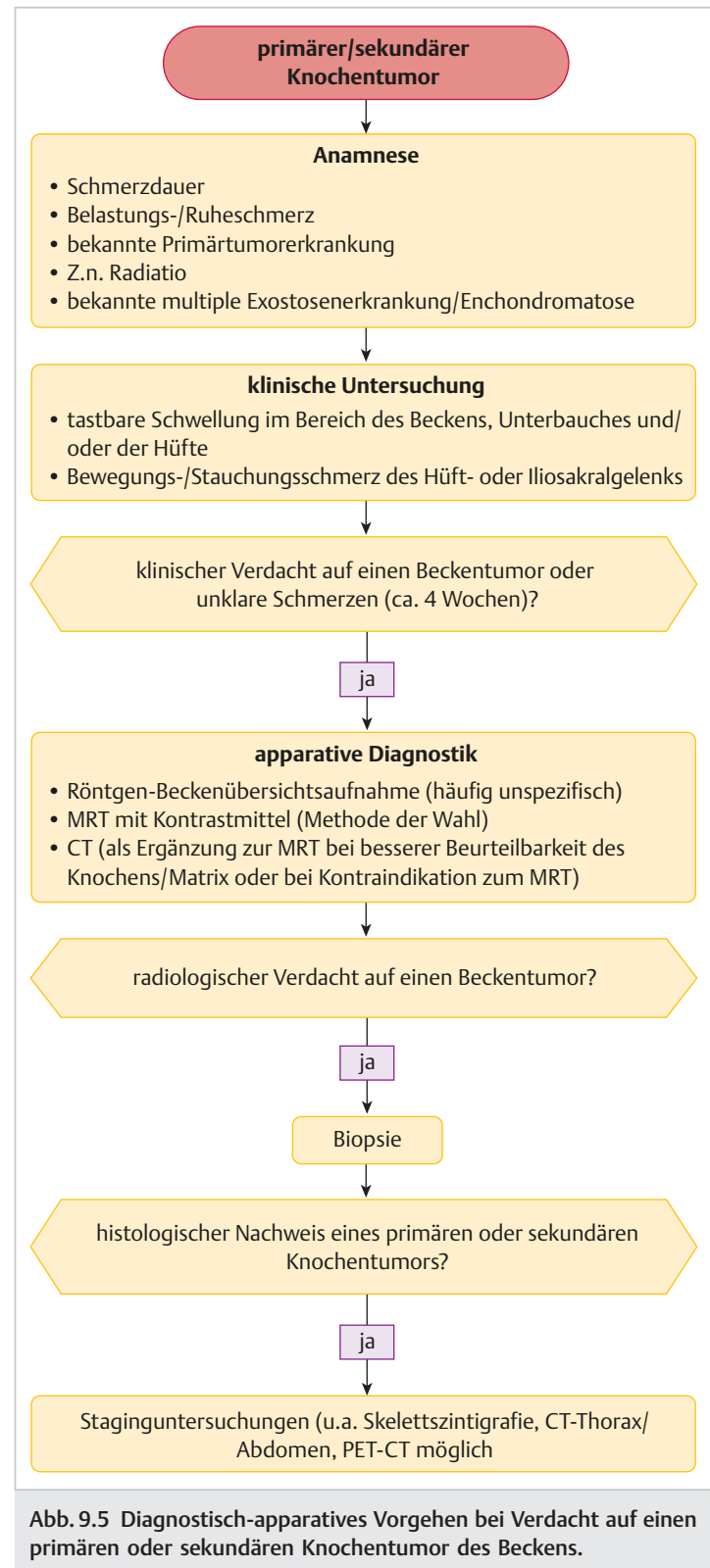


Abb. 9.5 Diagnostisch-apparatives Vorgehen bei Verdacht auf einen primären oder sekundären Knochentumor des Beckens.

und strahlentherapeutischer Lokaltherapie scheint aber bei Ewing-Sarkomen des Beckens gegenüber der alleinigen Strahlentherapie einen Prognosevorteil zu bedingen [10].

Eine Kontraindikation zu einer Hemipelvektomie und Indikation zu einer alleinigen Chemo-/Strahlentherapie besteht aus unserer Sicht bei Ewing-Sarkomen mit einer Mittellinienüberschreitung im Os sacrum. Bei Vorliegen eines Osteo- oder Chondrosarkoms allerdings muss in einigen Fällen eine über die Mittellinie erfolgende Resektion mitsamt den neurologisch zu erwartenden Funktionsdefiziten erwogen werden, um eine chirurgische Remission zu erzielen.

Merke

Die Entscheidung über die geeignete Therapie muss immer individuell mit dem Patienten in einem interdisziplinären Forum erfolgen. Die Entscheidung sollte insbesondere durch postoperativ zu erwartende Funktionsdefizite und die zu erwartende Gesamtprognose des Patienten bestimmt werden.

Indikation für eine externe Hemipelvektomie

Eine externe Hemipelvektomie ist zumeist bei ausgedehnten Tumoren mit einer extraglutalealen Tumorkomponente indiziert, da der M. gluteus maximus nicht mehr zur Defektrekonstruktion nach interner Hemipelvektomie zur Verfügung steht.

Vorsicht

Auch eine iatrogene Kontamination durch eine transglutaleale Inzisionsbiopsie kann in einer externen Hemipelvektomie enden.

Aber auch bei Tumoren mit einer großen intrapelvinen Komponente kann in einigen Fällen die Osteotomie des Os sacrum extremitätenerhaltend unmöglich sein. Selten ist die Infiltration der Iliakalgefäße der Grund für ein ablatives Verfahren.

Merke

Der beckeninnenseitige Resektionsrand wird durch eine externe Hemipelvektomie in der Regel nicht verbessert.

Präoperative Vorbereitung des Patienten

Vor einer Hemipelvektomie muss mittels einer aktuellen MRT mit Kontrastmittel die Tumorausdehnung bestimmt werden. Sollte der Tumor durch eine neoadjuvante Chemotherapie an Größe verloren haben, muss die Resektionsplanung anhand der vor Chemotherapie angefertigten Bildgebung durchgeführt werden.

Vorsicht

Anhand der präoperativen MRT-Bildgebung muss insbesondere bei Tumoren mit einer großen intrapelvinen Komponente an das Vorhandensein einer kompressionsbedingten venösen Thrombose oder gar eines Tumorthrombus gedacht werden (ggf. Durchführung einer Angio-MRT). Bei Vorhandensein eines (flottierenden) Thrombus sollte ggf. die Anlage eines Kavaschirms und/oder die intraoperative Embolektomie mit den Gefäßchirurgen diskutiert werden.

Insbesondere bei stark vaskularisierten Metastasen eines Nierenzellkarzinoms muss eine präoperative Embolisation des Tumors durchgeführt werden.

Mit der Anästhesie muss präoperativ besprochen werden, ob die Anlage eines Periduralkatheters zur postoperativen Schmerz-

therapie im Bereich der Lendenwirbelsäule aufgrund des operativen Zugangswegs möglich ist.

Die Box „Auf den Punkt gebracht“ gibt Informationen über weitere präoperativ durchzuführende Maßnahmen.

Der Patient muss ausführlich über die Hemipelvektomie aufgeklärt werden. Insbesondere muss der Patient über die Letalität des Eingriffs, Gefäß-/Nervenverletzungen, die eventuell notfallmäßig notwendige Möglichkeit der externen Hemipelvektomie, Verletzungen von Blase und Darm, Wundheilungsstörungen und Infektionen (in bis zu 30 % der Fälle) und postoperativ sicher zu erwartende Funktionsdefizite informiert werden.

Operative Therapie**Zugang**

Die interne Hemipelvektomie kann die Resektion des gesamten oder partiellen Beckenskeletts beinhalten. Der Zugang erfolgt immer über einen ilioinguinalen Zugang entlang des Beckenkamms gemäß dem Enneking-Zugang und je nach Tumorlokalisation auch des Leistenbands in Seitenlagerung, um sowohl eine beckeninnen- und außenseitige Präparation zu ermöglichen (► Abb. 9.6). Ein aufklappbarer OP-Tisch mit dem Drehpunkt direkt auf Höhe des Beckens kann im aufgeklappten Zustand intraoperativ für eine bessere Übersicht sorgen. Nur in den sehr seltenen Fällen einer alleinigen P3-Resektion kann eine Rücken- oder Steinschnittlagerung erwogen werden. Neben den Standardzugangswegen sind sogenannte Hilfsschnitte (z. B. nach distal entlang des lateralen Oberschenkels bei simultaner proximaler Femurresektion oder nach proximal zum Processus xiphoideus zur Präparation eines M.-rectus-abdominis-Schwenklappens) immer möglich. Bei einer notwendigen partiellen Resektion von Anteilen der Wirbelkörper der Lendenwirbelsäule kann ein ilio-lumbaler Hilfsschnitt erfolgen.

Vorsicht

Vor der eventuellen Defektrekonstruktion und des Wundverschlusses muss der Operationstisch wieder in die Neutralposition gesetzt werden.

Prinzipien der Resektion

Bei sämtlichen Resektionstypen muss die Bauchwandmuskulatur mit dem nötigen onkologischen Sicherheitsabstand zumindest partiell von der Crista iliaca abgelöst werden, um in den retroperitonealen Raum zu gelangen.

Vorsicht

Insbesondere bei Tumoren mit einer ausgedehnten intrapelvinen Komponente kann man unbeabsichtigt in den Bauchraum gelangen. Bei Erkennen des falschen Zugangswegs muss das Peritoneum sofort wieder verschlossen werden.

Nach Durchtrennung der Bauchwandmuskulatur muss der M. psoas mitsamt des N. femoralis identifiziert werden.

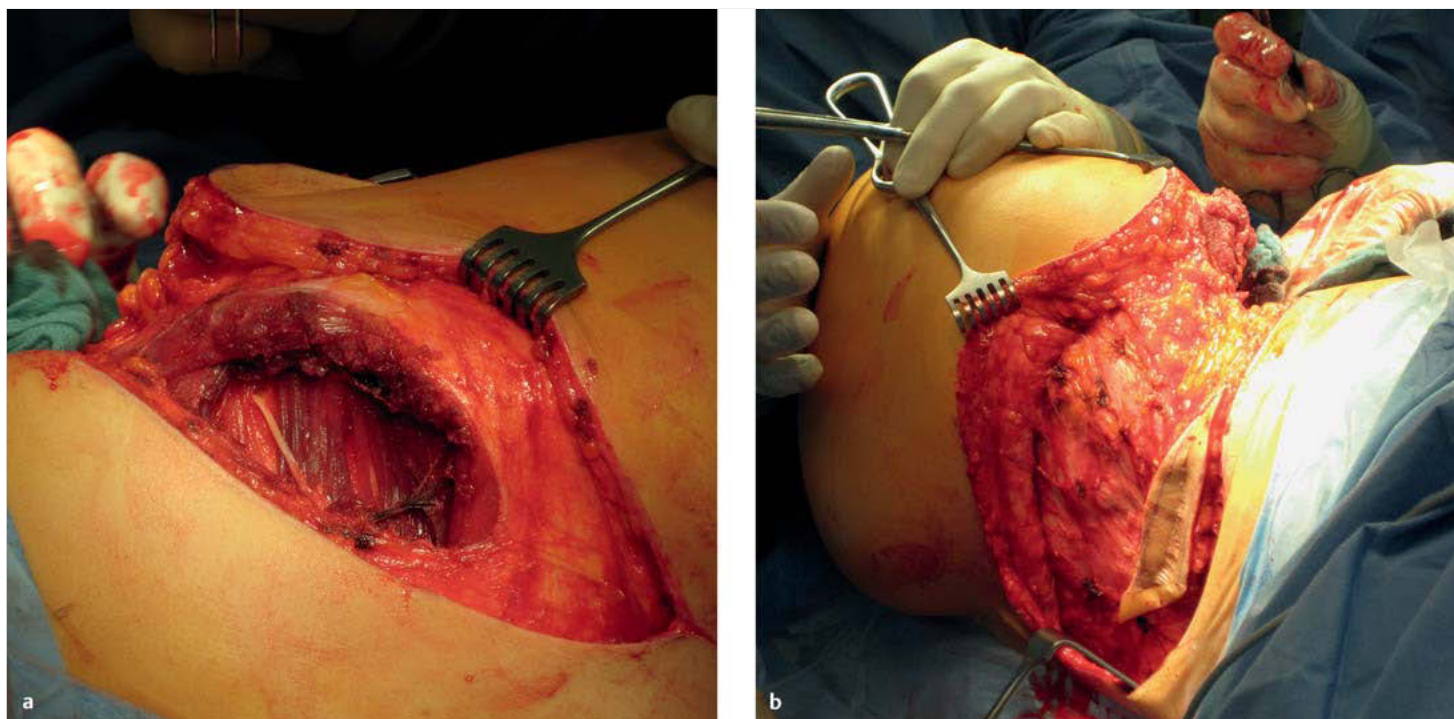


Abb. 9.6 Zugang bei der internen Hemipelvektomie.

- a** Intraoperativer Situs von ventral nach Durchtrennung von Kutis und Subkutis. Die schräge Bauchmuskulatur ist partiell durchtrennt.
b Intraoperativer Situs von dorsal unter Umschneidung der dorsal gelegenen Biopsienarbe.

Merke

Nur bei einer oberflächlichen Lage des Tumors kann in Ausnahmefällen bei einer P1a-Resektion auf die Präparation des Retroperitonealraums verzichtet werden.

Nach der Präparation des N. femoralis erfolgt die Präparation der A. und V. iliaca externa. Hierzu muss der M. psoas entweder nach medial gehalten oder durchtrennt werden (► Abb. 9.7). Aus unserer Erfahrung erleichtert die Durchtrennung und spätere Naht oder Transposition des Muskels insbesondere bei der Hüftverschiebplastik die Gefäßpräparation der Aa. und Vv. ilacae externa und interna und Aa. und Vv. glutealis superior und inferior mit- samt des N. ischiadicus erheblich.

Merke

Das Foramen ischiadicum majus mit dem N. ischiadicus und den Glutealgefäßen muss von beckeninnenseitig sorgfältig dargestellt werden. Insbesondere bei Tumoren mit einer großen intrapelvi- nen Komponente müssen die A. und V. iliaca interna zur Vermeidung einer unkontrollierten Blutung ligiert werden.

Je nach Resektionstyp muss die Präparation von Nerven und Gefäßen nach proximal oder distal fortgesetzt werden. Insbesondere bei P2–3-Resektionen muss die Präparation der Femoralgefäße und Nerven bis unterhalb des Leistenbands erfolgen. Beim Herausdrehen von Os pubis und Os ischii unterhalb der Gefäße und des Nerven kann es bei unzureichender Flexibilität zu Verletzungen oder gar kompletten Durchtrennungen kommen. Des Weiteren ist bei P3-Resektionen auf die – wenn onkologisch notwendig – kontrollierte Ligatur der Obturatoriagefäße zu achten. Die

Blase und die Urethra müssen an der Symphyse vor der Osteotomie derselben vom Knochen gelöst werden, was insbesondere bei Tumoren mit einer großen intrapelvinen Komponente erschwert sein kann. Das manuelle Ertasten des Blasenkatheters erleichtert hier die Identifikation der Urethra. Bei intraoperativen Verletzungen von Blase und oder Urethra muss unter Hinzuziehen eines Urologen eine Naht erfolgen – zumeist bei gleichzeitiger Anlage eines suprapubischen Katheters. Bei männlichen Patienten muss zudem bei der Durchtrennung des Leistenbands an die Schonung des Samenstrangs gedacht werden.

Bei P1–2-Resektionen muss analog die Präparation der Gefäße und Nerven bis oberhalb des Os sacrum erfolgen. Der Plexus lumbosacralis muss durch Aufsuchen der entsprechenden Neuroforamina L5 und S1 identifiziert und präpariert werden. Bei Schwierigkeiten bei Identifikation der entsprechenden Nervenwurzeln kann ein Elektrostimulationsgerät eine wertvolle Hilfestellung bieten. Die Nervenwurzeln müssen bis in das Foramen ischiadicum präpariert werden und der Unterrand des Iliosakralgelenks identifiziert werden.

Vorsicht

Präsakral und aus den Neuroforamina kann es zu schweren venösen Blutungen kommen.

Die vor Durchführung der Osteotomien erfolgte Durchtrennung des Lig. sarcospinale und ggf. sacrotubale beschleunigt die Entnahme des Resektats nach erfolgten Osteotomien. Die Osteotomie durch das Os sacrum oder Iliosakralgelenk erfolgt mit langen Meißeln. Die Richtung der Osteotomie wird zuvor mithilfe von durch ein Zielgerät vorgelegten Kirschner-Drähten bestimmt (► Abb. 9.8). Ein Hohmann-Haken unterhalb des Iliosakralgelenks schützt die Gefäße.

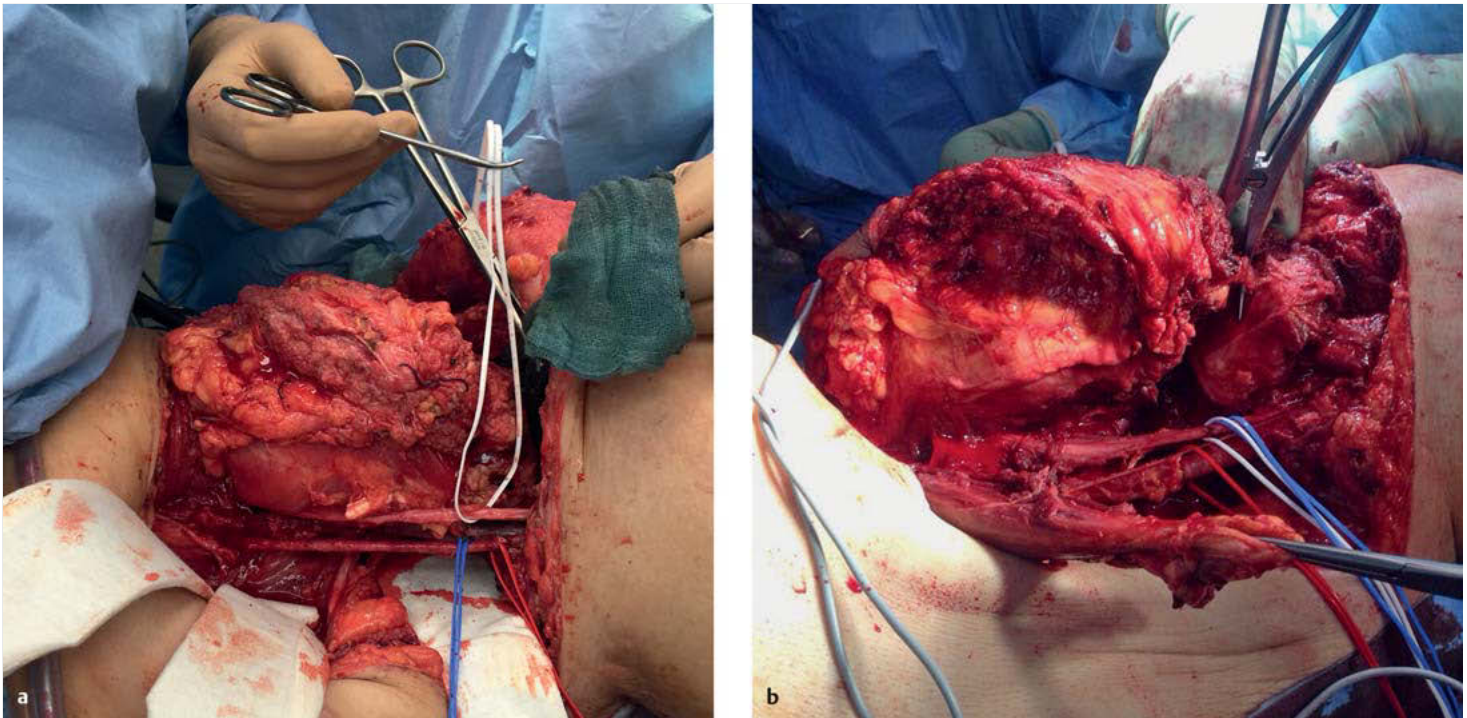


Abb. 9.7 Operationsschritte bei der internen Hemipelvektomie.

- a** Nach vollständiger Durchtrennung der Bauchwandmuskulatur Einblick in den retroperitonealen Raum mit Darstellung des N. femoralis (weißer Loop), der A. iliaca externa (roter Loop) und verdeckt der V. iliaca externa (blauer Loop).
b Durch den quer durchtrennten M. psoas vollständiger Blick auf die Iliakalgefäße mitsamt der Abgänge der Glutealgefäße. Die supraazetabuläre Osteomie bei einer P1c-Hemipelvektomie ist bereits durchgeführt.

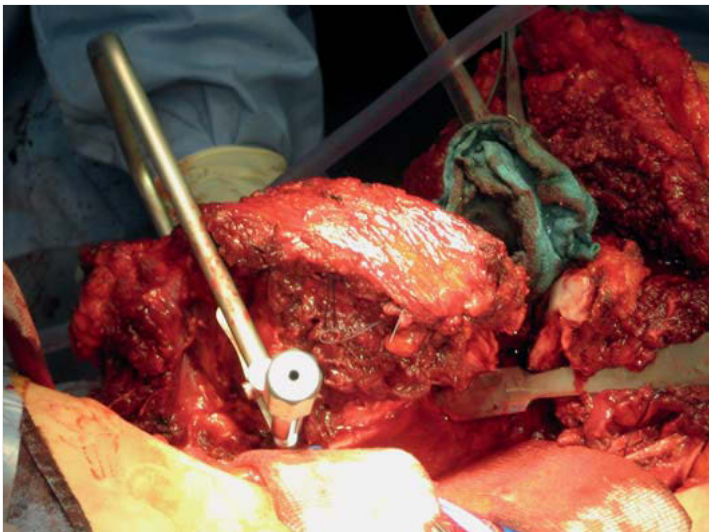


Abb. 9.8 Mit einem Zielgerät kann ein Kirschner-Draht von beckeninnen- nach beckenaußenseitig platziert werden. Dieser Draht kann als Leitstruktur für die mit Meißeln durchzuführende Osteotomie dienen. Ein am Unterrand des Iliosakralgelenks platzierter Hohmann-Haken schützt die Glutealgefäße im Foramen ischiadicum majus.

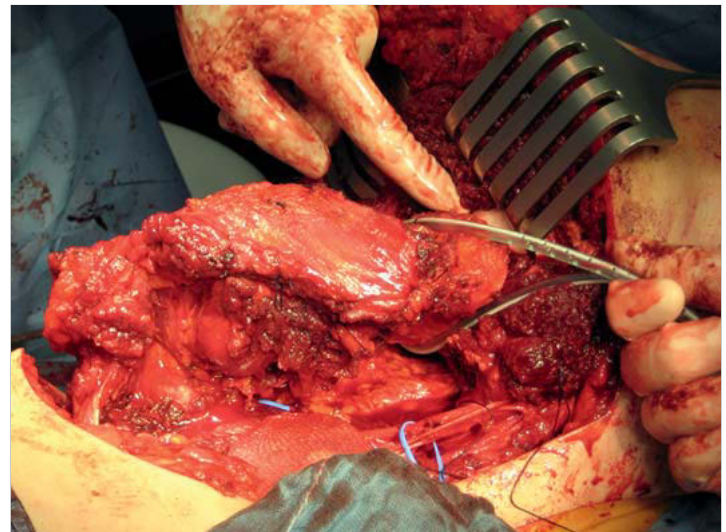


Abb. 9.9 Intraoperativer Situs mit einer durch das Foramen ischiadicum majus gezogenen 16er-Redon-Drainage, mithilfe derer eine Gigli-Säge ohne Verletzungsgefahr der Glutealgefäße und des N. ischiadicus durch das Foramen gezogen werden kann. Das Hüftgelenk ist partiell eröffnet.

Vorsicht



Bei einer P4-Resektion ist darauf zu achten, dass insbesondere mit den distal unterhalb von S 1 eingebrachten Meißeln nicht unbeabsichtigt das Os ilium tangiert wird.

Die supraazetabuläre Osteotomie bei einer P1b/c-Resektion führen wir mithilfe einer Gigli-Säge nach Durchtrennung des M. iliacus durch, welcher immer als Sicherheitsabstand am Resektat

verbleiben sollte. Die Gigli-Säge wird geschützt mithilfe einer 16er-Redon-Drainage durch das Foramen ischiadicus gezogen. Bei Unsicherheiten hinsichtlich der Resektionslinie kann die partielle Eröffnung des Hüftgelenks hilfreich sein (► Abb. 9.9).

Bei einer P1-2-Resektion erfolgt die Osteotomie des Os pubis ebenfalls mithilfe einer Gigli-Säge. Das Os ischii wird in der Regel von dorsal mit einer oszillierenden Säge oder Meißeln durchtrennt (cave: Schonung des N. ischiadicus durch Anschlingen mit einer Easy-Flow-Drainage).

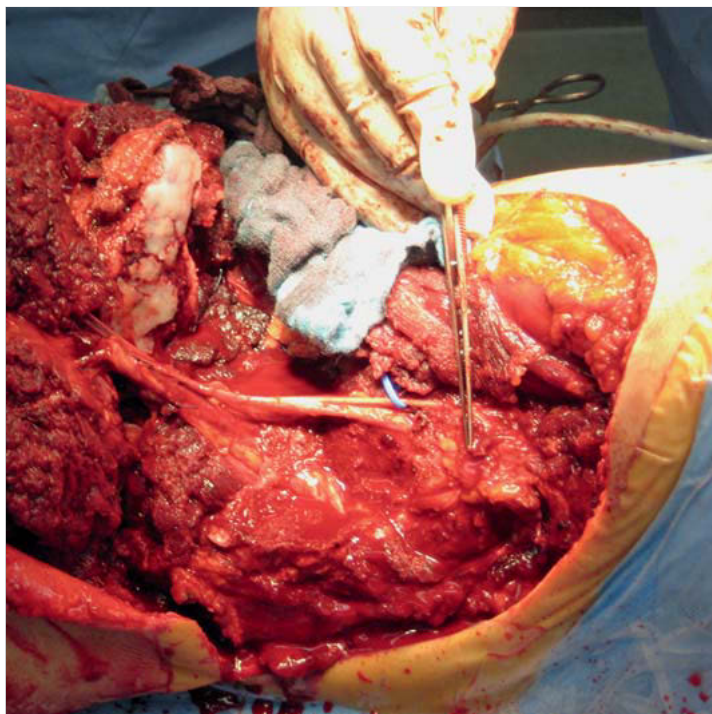


Abb. 9.10 Intraoperativer Situs von dorsal nach P1c-Hemipelvektomie. Der N. ischiadicus mitsamt der zum M. gluteus maximus ziehenden Glutealgefäße sind erhalten.

Die dorsale Präparation beinhaltet bei P1–2-Resektionen nach Durchtrennung der Faszie immer eine Resektion von Anteilen des M. gluteus maximus. Nach einer gewissen Präparationsstrecke zeigen sich die Mm. glutei medius und minimus, welche aber in der Regel aus onkologischen Gründen am Resektat verbleiben müssen. Wie auch von beckeninnenseitig muss das Foramen ischiadicum majus sorgfältig unter Schonung des N. ischiadicus und der Glutealgefäße präpariert werden (► Abb. 9.10). Der durch das Foramen hindurchziehende M. piriformis wird durchtrennt. Des Weiteren muss zur Vorbereitung der Osteotomie des Os sacrum die paravertebrale Muskulatur je nach Tumorausdehnung quer durchtrennt oder nach medial gehalten werden. Die Processus spinosi müssen freipräpariert werden. Bei Osteotomien unter Opferung der Neuroforamina L5/S1 kann durch eine vor der Osteotomie erfolgte dorsale Dekompression und Medialisierung des Duraschlauchs das Verletzungsrisiko desselben reduziert werden.

Vorsicht



Bei der Osteotomie des Os sacrum kann es immer zu ausgedehnten epiduralen, glutealen und iliakalen Blutungen kommen. In der Regel sollte bei schon erfolgten distalen Osteotomien und Durchtrennungen der Ligamente eine zügige Entfernung des Resektats möglich sein und die Blutung per Kompression beherrschbar sein. Die Anästhesie sollte ca. 30 Minuten vor den Osteotomien über das bevorstehende hohe Blutungsrisiko mehrfach explizit informiert werden.

Nach der Abgabe des Präparats muss eine sorgfältige Blutstillung erfolgen. Probleme können u. a. der prävesikale Venenplexus und epiduralen Venen bereiten. Hier kann der Einsatz von Hämotypika hilfreich sein. Weiterhin muss eruiert werden, ob es während der letzten Minuten – der zuweilen hektischen Resektion –

zu Verletzungen von Ureter, Urethra, Blase oder Darm/Rektum gekommen ist. Erst dann darf an die Rekonstruktion des Defekts gedacht werden.

Rekonstruktion des Defekts

In der Literatur herrscht Einigkeit darüber, dass P1a- und P3-Resektionen keiner knöchernen Rekonstruktion bedürfen [13]. Die Frage nach einer Rekonstruktion nach einer P1b/c-Resektion wird allerdings schon kontroverser diskutiert [13]. Die Vorteile einer Rekonstruktion mit Autografts oder Verbundosteosynthesen liegen aber in der fehlenden oder geringer ausgeprägten Annäherung des Os ilium an das Os sacrum, welche häufig Beschwerden verursacht und mit einem ausgeprägteren Trendelenburg-Hinken vergesellschaftet ist [13]. Das von uns favorisierte Verfahren der Verbundosteosynthese mit einem Wirbelsäuleninstrumentarium (Polyaxialschrauben) mitsamt einer Ummantelung mit Knochenzement erlaubt eine Mobilisation innerhalb der ersten 2 postoperativen Wochen bei insgesamt geringer Rate an Revisionsoperationen bei einem möglichen Implantatversagen [8] (► Abb. 9.11). Die Alternative der (gefäßgestielten) Fibularekonstruktion liefert bei erfolgreicher Inkorporation des Autografts ein hervorragendes Langzeitergebnis (► Abb. 9.12), ein Versagen des Autografts stellt neben der zumeist längerfristig notwendigen Teilbelastung einen Nachteil des Verfahrens dar [8], [9].

Nach erfolgter Resektion des Azetabulums bei einer P2-Resektion kann der Hüftkopf ohne jegliche Rekonstruktion im Sinne einer Flail Hip belassen werden. Der Vorteil der Hüftverschiebeplastik im Gegensatz zur Flail Hip besteht in der stabileren Verankerung des Hüftkopfs am verbliebenen Os ilium oder sacrum durch die Verwendung eines Anbindungsschlauchs, der einen stabileren Narbenschlauch zu generieren hilft (► Abb. 9.13) [7]. Die resultierende Beinverkürzung verbessert die muskuläre Defektdeckung. Die Beinlängendifferenz bei der Hüftverschiebeplastik kann bei – onkologisch notwendiger – simultaner Implantation eines proximalen Femurersatzes zumindest zum Teil ausgeglichen werden. Limitierend wirkt hier insbesondere die notwendige komplette Muskeldeckung der Prothese. Bei einer Hüftverschiebeplastik ohne Implantation einer Tumorphrose kann zweizeitig mittels Kallotaxis ein Beinlängenausgleich angestrebt werden [11].

Die Verwendung von kontinuierlich wiederherstellenden Beckenteilersätzen erfolgte in der Vergangenheit sehr euphorisch. Es zeigte sich aber im kurzfristigen Verlauf, dass die Lockerungs-raten sowohl am vorderen als auch am hinteren Beckenring sehr hoch waren, sodass dieses Verfahren wieder verlassen wurde [14]. In der Gegenwart verankern sich die Beckenteilersätze nur noch am verbliebenen Os ilium oder Os sacrum [14]. Bei noch guter Knochensubstanz kann insbesondere bei erwachsenen Patienten mit einer ausreichenden Muskeldeckung eine sehr gute Rekonstruktion erzielt werden (► Abb. 9.14). Allerdings muss bedacht werden, dass die Infektionsraten weiterhin im deutlich zweistelligen Prozentbereich liegen und – aus unserer Sicht – insbesondere Kindern eine langlebige Rekonstruktion ohne – schwierig durchzuführende – Revisionsoperationen nicht gewährleistet werden kann [13], [14].

Die Rekonstruktion des Beckens mittels des nach der Resektion bestrahlten, mit dem Tumor befallenen Autografts des Patienten wird in jüngerer Vergangenheit zunehmend beschrieben. Aus unserer Sicht bestehen die Limitationen dieser Methode in der



Abb. 9.11 Rekonstruktion eines knöchernen Defekts nach P1c-Hemipelvektomie mit einem Wirbelsäuleninstrumentarium (Polyaxialschrauben) und Ummantelung mit Knochenzement.



Abb. 9.12 Rekonstruktion eines knöchernen Defekts nach P1c-Hemipelvektomie mittels eines autologen, nicht gefäßgestielten Fibulatransplantats.

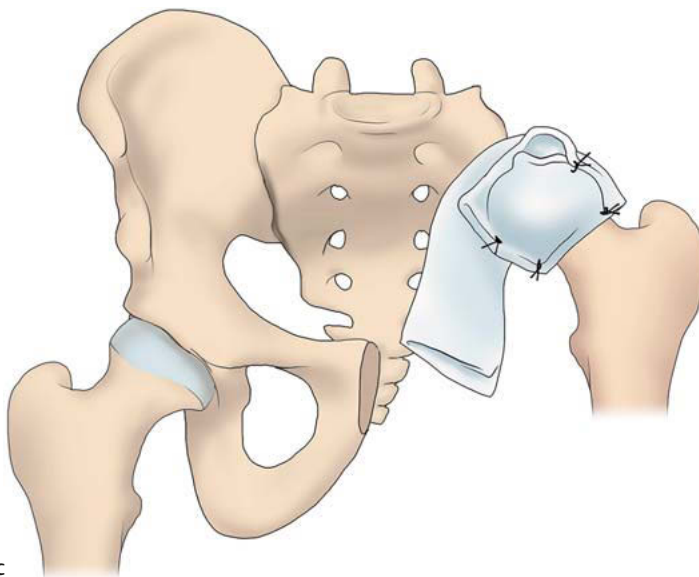
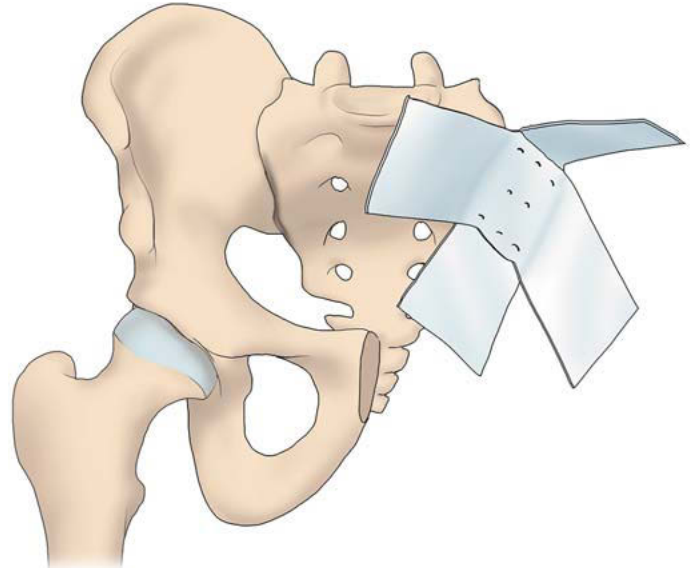
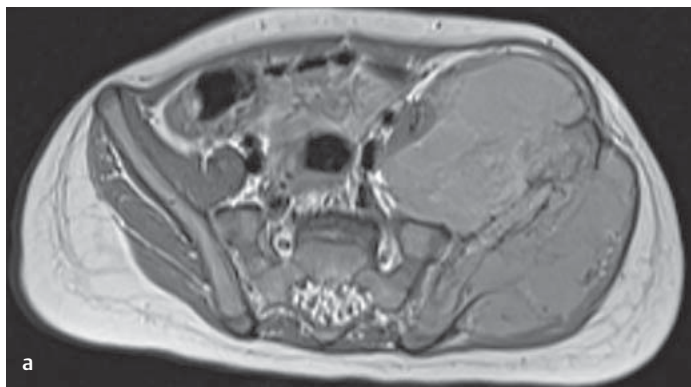


Abb. 9.13 Verwendung eines Anbindungsschlauchs bei der internen Hemipelvektomie.

a Axiale MRT-Bildgebung bei einem 3-jährigen Jungen mit einem ausgedehnten Ewing-Sarkom des linken Hemipelvis.

b Schematische Darstellung der Hüftverschiebplastik. Zwei über Kreuz angeordnete und mit nicht resorbierbaren Fäden zusammengenähte Anbindungsschläuche werden mit Knochenankern am verbliebenen Os ilium oder sacrum fixiert.

c Im Anschluss werden die Schläuche über den nach kranial versetzten Hüftkopf geschlungen.

d Postoperatives Röntgenbild nach Hüftverschiebplastik bei dem 3-jährigen Jungen. Zu erkennen sind die Knochenanker im Os sacrum.



Abb. 9.14 Postoperatives Röntgenbild nach Implantation eines Beckenteilersatzes nach P2-Hemipelvektomie.

fehlenden Möglichkeit der Feststellung des Ansprechens auf die neoadjuvante Chemotherapie, der Infektion des avitalen Knochens und in einem mechanischen Graftversagen [13].

Meilensteine

- Eröffnen des Retroperitonealraums und Darstellung des M. iliopsoas mitsamt des N. femoralis bis ggf. – je nach Resektionstyp – unterhalb des Leistenbands.
- Gefäßpräparation von A. und V. iliaca und femoralia. Bei Resektionen auch des vorderen Beckenrings muss die Gefäßpräparation bis unterhalb des Leistenbands reichen, um das Resektat spannungsfrei unter den Gefäßen hindurchführen zu können.
- Insbesondere von dorsal muss penibel darauf geachtet werden, die Glutealgefäße – wenn onkologisch möglich – zu erhalten, um eine Nekrose des M. gluteus maximus zu vermeiden.
- Darstellung der Neuroforamina und dorsal der Processus spinosi zur Vorbereitung der Osteotomie des Sakrums.
- Hindurchführen einer 16er-Redon-Drainage mitsamt einer Gigli-Säge durch das Foramen ischiadicum majus bei supra-zetabulären Osteotomien.
- Eine frühzeitige Luxation des Hüftkopfs erleichtert die dorsale Präparation und Darstellung des N. ischiadicus bei P2-Resektionen.
- Lösung der Adduktoren und der am Sitzbein ansetzenden Muskulatur vor Durchführung der Osteotomie des vorderen Beckenrings (mit der Gigli-Säge oder einem Meißel/oszillierenden Säge unter Hohmann-Schutz). Wenn möglich, vor Beginn der hektischen Phase der Osteotomien Ablösen des Lig. sacro-spinale und sacrotuberale.
- Nach den Osteotomien Lösung der Beckenbodenmuskulatur (cave: Gefahr der Verletzung des Rektums und der Blase inklusive Urethra).

Nachbehandlung

Aufgrund des hohen Infektionsrisikos nach einer Hemipelvektomie applizieren wir eine in der Regel 2-wöchige Antibiotikatherapie mit einem Cephalosporin der 2. oder 3. Generation, welche zunächst i.v. gegeben und bei rückläufigem CRP-Wert in der 2. postoperativen Woche oralisiert wird. Gegebenenfalls Erweiterung der Antibiose zum Beispiel bei einer intraoperativen Verletzung des Darmes gegen Anaerobier. Bei Wundheilungsstörungen oder gar Infektionen muss die Antibiotikatherapie individuell resistogrammgleich fortgeführt werden.

Aufgrund des Risikos einer relevanten postoperativen Blutung sollten die Patienten für mindestens 3 Tage auf einer Intermediate oder Intensive Care Station überwacht werden. Regelmäßige Blutentnahmen insbesondere zur Bestimmung des Hb und der Gerinnungsparameter sind selbstverständlich. Im postoperativen Verlauf dürfen die Redon-Drainagen nicht zu früh entfernt werden. Bei entsprechender Fördermenge sollten sie durchaus bis zu 7 Tage belassen werden. Bei persistierender Förderung an eine Revisionsoperation denken (s. u.).

Die ausgeleitete Ureterschleife belassen wir für bis zu 2 Wochen für mögliche Revisionsoperationen. Mit dem Kostenaufbau wird ab dem 2. postoperativen Tag begonnen.

Die Mobilisation nach einer Hemipelvektomie ist höchst variabel. Bei Patienten mit einer externen Hemipelvektomie oder auch internen Hemipelvektomie ohne eine Rekonstruktion kann eine 1-wöchige Bettruhe zur Schonung der Weichteile sinnvoll sein. Patienten mit einer P1b/c-Resektion und Rekonstruktion mittels Verbundosteosynthese werden ab der 2.–3. Woche unter schmerzadaptierter Vollbelastung mobilisiert. Bei biologischen Rekonstruktionen des Defekts haben wir in der Vergangenheit eine 4-wöchige Bettruhe und mehrwöchige Entlastung durchgeführt.

Nach einer P2-Resektion und Hüftverschiebeplastik werden die Patienten nach einer 2- bis 4-wöchigen Bettruhephase zur Generierung eines stabilen Narbenschlauchs mit einem Gehwagen oder an 2 Unterarmgehstützen mobilisiert. Eine Schuherhöhung muss die Beinlängendifferenz ausgleichen. Nach einem Beckenteilersatz kann die Mobilisierung nach 1–2 Wochen (ebenfalls zur Konsolidierung der Wundverhältnisse) unter Teilbelastung bei zementfreier Implantation für 6–12 Wochen beginnen. Zur Luxationsprophylaxe auch von tripolaren Pfannensystemen ist tiefes Sitzen, eine forcierte Adduktion und Rotation nicht gestattet.

9.1.4 Ergebnisse und Komplikationen

Funktionelles Ergebnis

Das funktionelle Ergebnis nach einer internen Hemipelvektomie variiert je nach Resektionstyp und Rekonstruktionsmethode:

- Bei Patienten mit einer **P1a-Resektion** bestehen in der Regel nur geringe Einschränkungen in Form eines Trendelenburg-Hinkens aufgrund der Resektion und des fehlenden Ursprungs der Glutealmuskulatur. Eine Verwendung von Gehhilfen ist allerdings zumeist nicht erforderlich.
- Auch wenn die Beckenkontinuität bei einer **P1c-Resektion** durchtrennt wird, so kann doch durch den Erhalt des Azetabulums ein zufriedenstellendes funktionelles Ergebnis erzielt werden. Sowohl ohne als auch mit Rekonstruktion kann ein Höher-

treten des Azetabulums nicht immer verhindert werden, sodass aus diesem Grunde das Trendelenburg-Hinken doch häufiger ausgeprägter erscheint und daher zumindest bei längeren Gehstrecken eine Gehhilfe auf der Gegenseite erforderlich wird.

- Bei einer Hemipelvektomie unter Einbeziehung des Azetabulums (**P2-Resektion**) sind die zu erzielenden funktionellen Ergebnisse in der Regel im Vergleich zu den anderen Resektionstypen am schlechtesten. Natürlich hängt das funktionelle Ergebnis auch von der gewählten Rekonstruktionsmethode ab. Während bei Patienten mit einer Hüftverschiebeplastik eine Beinverkürzung auftritt, so kann diese bei Patienten mit einem Beckenteilersatz geringer ausgeprägt sein oder ganz fehlen. Aber auch trotz ausgeglichener Beinlänge entwickeln die Patienten zumeist ein zumindest gering ausgeprägtes Trendelenburg-Hinken. Patienten mit einem Trendelenburg-Hinken entwickeln häufig eine kompensatorische skoliotische Fehllhaltung. Insbesondere bei Patienten mit einer Hüftverschiebeplastik kann sich daraus eine strukturelle Skoliose entwickeln, welche aber in der Regel zu nur geringen Rückenbeschwerden führt. Bei Patienten mit einem noch erhaltenen Iliosakralgelenk ist dieses im Laufe der Jahre häufig schmerzhaft.
- Funktionelle Defizite nach einer alleinigen **P3-Hemipelvektomie** sind im Vergleich zu den anderen Resektionsarten geringer ausgeprägt. Allerdings können auch diese Patienten aufgrund des fehlenden Ansatzes der ischiokruralen und Adduktoren-muskulatur eine muskuläre Schwäche und auch Schmerzen im Bein angeben. Des Weiteren verursacht eine Resektion des Sitzbeins in der Regel Schmerzen und eine Asymmetrie beim Sitzen, sodass eine Sitzschale nötig werden kann. Männliche Patienten mit einer alleinigen oder kombinierten P3-Resektion müssen des Weiteren über eine mögliche Impotenz aufgeklärt werden, da die knöcherne Aufhängung des Penis einseitig – oder teilweise auch beidseitig – verloren geht.

Komplikationen

Intraoperativ

Eine intraläsionale bzw. weit-kontaminierte Resektion ist in der Beckenchirurgie im Vergleich zur Extremitätenchirurgie aufgrund der Tumorgroße und der komplexen Anatomie deutlich erhöht [13]. Zahlen aus dem Istituto Ortopedico Rizzoli in Bologna verzeichneten bei insgesamt 270 internen Hemipelvektomien in 8 % eine intraläsionale Resektion, in 16 % eine weit-kontaminierte (d.h. in der Regel eine kleine Tumoreröffnung bei sonst weiter Resektion) und in 14 % eine marginale Resektion [2]. In Realitas stellt sich unserer Meinung nach aber insbesondere in der Beckenchirurgie die Frage, ob eine Differenzierung zwischen einer marginalen und weiten Resektion immer verlässlich möglich ist.

Eine schwere intraoperative Blutung ist in der Beckenchirurgie immer möglich und auch mit einer Letalitätsrate im einstelligen Prozentbereich assoziiert [4]. Neben der A. und V. iliaca externa und interna bzw. femoralis kann auch eine Blutung aus den Glutealgefäßen im Bereich des Foramen ischiadicum majus oder epidurale Blutungen lebensbedrohlich sein. Daher muss auf jeden Fall eine ausreichende Anzahl von Fremderthrozytenkonzentrat (12–16) bereitgestellt werden.

Eine Nervenverletzung kann zum einen auf Höhe der Neuroforamina im Rahmen der Osteotomie des Os sacrum auftreten, zum anderen aber auch peripher (insbesondere N. ischiadicus und

femoralis) [4]. Es empfiehlt sich daher, sowohl die Nervenwurzeln auf Höhe der Neuroforamina sorgfältig darzustellen als auch den N. ischiadicus von beckenaußen mit einer Easy-Flow-Drainage anzuschlingen. Sollten sich die Nervenwurzeln aufgrund eines großen Tumors nicht eindeutig identifizieren lassen, kann eine Reizung der Wurzel mit einem Elektrostimulationsgerät helfen.

Eine iatrogene Verletzung des Darmes ist sehr selten, da das Peritoneum in der Regel auch bei Tumoren mit einer großen intrapelvinen Komponente erhalten bleiben kann. Eine präoperative Darmreinigung verschafft eine bessere intraoperative Übersicht. Eine Verletzung der Blase, der Urethra und/oder des Ureter hingegen tritt häufiger auf. Die Anlage einer Ureterschleife erleichtert allerdings die Identifikation des Ureters und hilft Verletzungen zu vermeiden.

Postoperativ

Im unmittelbar postoperativen Verlauf besteht die größte Gefahr für eine meist venöse Blutung. Auch muss an die Möglichkeit eines Darmileus gedacht werden. Innerhalb der 1. postoperativen Woche stellt die Wundheilungsstörung neben der postoperativen Infektion nach einer Hemipelvektomie die häufigste (20 %) und gravierendste Komplikation dar [2],[4],[7]. Zumeist tritt die Infektion direkt postoperativ in Erscheinung, selten erst Monate nach der Operation [2]. Zu bedenken ist, dass polymikrobielle Infektionen sehr häufig sind (38 %) und zudem in 37 % der Fälle gramnegative Bakterien isoliert werden können [2].

Angelini u. Mitarb. [2] untersuchten ferner, ob die Art der Rekonstruktion einen Einfluss auf die Infektionsrate hatte. Während bei Patienten ohne jegliche Rekonstruktion (Flail Hip oder fehlendes Interponat nach P1c-Resektion) in nur 15 % der Fälle (20 von 133) eine Infektion auftrat, so kam es in 26 % der Patienten (35 von 137) mit einer Rekonstruktion zu einer Infektion. Die Therapie der Infektion gestaltet sich oft langwierig mit multiplen Revisionseingriffen (und VAC-Therapien). Im Falle einer Rekonstruktion muss diese sehr häufig entfernt werden. Eine sekundäre externe Hemipelvektomie war in der Studie von Angelini u. Mitarb. [2] in 9 % der Fälle erforderlich.

Aufgrund des hohen Infektionsrisikos und dem postoperativ eigentlich immer nachweisbaren Hämatoms trotz Anlage von 4–5 Redon-Drainagen muss immer an eine Second-Look-Operation zur Hämatomausräumung und ggf. Nekrosektomie gedacht werden (3–5 Tage postoperativ).

Wundheilungsstörungen bedürfen bei alleiniger Beteiligung der Kutis und Subkutis eines Débridements und einer Sekundärnaht. Schwieriger zu behandeln sind Wundheilungsstörungen aufgrund von Muskelnekrosen (häufig der M. gluteus maximus), denn nach dem Débridement steht häufig nur noch unzureichende Muskulatur zur Deckung zur Verfügung. Neben der häufigen Verwendung von VAC-Therapien können Muskelplastiken (M. rectus abdominis oder freier M.-latissimus-dorsi-Lappen) oder in Ausnahmefällen auch eine Omentum-majus-Plastik Abhilfe schaffen.

Die Luxation des Hüftkopfs bei einem Beckenteilersatz ist – insbesondere nach ausgedehnten Resektionen des M. gluteus maximus – eine im zweistelligen Prozentbereich häufige Komplikation [4]. Langzeitergebnisse nach Verwendung von tripolaren Systemen sind uns nicht bekannt.

Langzeitkomplikationen

In der Studie von Sherman u. Mitarb. [12] konnte über Zeitraum zwischen 23–38 Jahren nach Hemipelvektomie gezeigt werden, dass Patienten mit einem – häufig gut differenzierten – Chondrosarkom in 59% der Fälle am Leben waren, wohingegen nur 23% der Patienten mit einem hochmalignen Osteosarkom überlebten. Neben dem im Vergleich zu Extremitätentumoren erhöhten Lokalrezidivrisiko kommt der möglichen Lungenmetastasierung von sämtlichen Sarkomen die entscheidende Todesursache zu [12], [13].

Patienten ohne Rekonstruktion haben – abgesehen von den in der Tendenz progredienten funktionellen Defiziten – kein relevantes Risiko einer revisionsbedürftigen Komplikation [12]. Auch nach P1c-Resektionen sind Revisionsoperationen ungeachtet der Rekonstruktionsform selten, auch wenn sowohl biologische Transplantate als auch die von uns beschriebene Verbundosteosynthese zum Teil mechanisch versagen. Bei asymptomatischen Patienten sollte die Indikation zur Revisionsoperation sehr kritisch gestellt werden. Während Patienten mit einer Hüftverschiebeplastik auch nur eine geringe Revisionsrate im Langzeit-Follow-up aufweisen [7], so sind doch Revisionen aufgrund von aseptischen Lockerungen eines Beckenteilersatzes keine Seltenheit [14].

Bei allen Hemipelvektomien kann es aufgrund einer fehlenden oder insuffizienten Bauchdecke zu zum Teil erheblichen Herniationen kommen [12]. Eine Einklemmung von viszeralen Strukturen ist im eigenen Patientenkollektiv bisher nicht aufgetreten. Aufgrund frustrierender Versuche der Bauchdeckenrekonstruktion mit synthetischen Materialien empfehlen wir in der Regel die Akzeptanz der Herniation. Bedingt durch die Resektion oder Insuffizienz erheblicher Teile der Beckenbodenmuskulatur ist eine (zumindest partielle) Inkontinenz möglich.

9.1.5 Schlusspunkt

Auf den Punkt gebracht

Präoperative Diagnostik

- MRT mit Kontrastmittel (nicht älter als 4 Wochen)
- bei neoadjuvanter Chemotherapie initiale MRT zur Planung der Resektion
- aktuelles Staging (kann je nach Tumor variieren):
 - CT-Thorax und Abdomen
 - Skelettszintigrafie
 - PET-CT
- Nahrungskarenz für 24 h und Darmreinigung
- Bereitstellung von 10–20 Erythrozytenkonzentraten (cave: seltene Blutgruppen)
- Bereitstellung von Thrombozytenkonzentraten
- Anlage einer Ureterschleife
- ggf. präoperative Embolisation des Tumors

Indikationsstellung zur Hemipelvektomie

- Osteosarkom
- Chondrosarkom
- Ewing-Sarkom
- Weichteilsarkome mit knöcherner Beteiligung
- selten benigne Tumoren (Osteoblastom, atypischer chondrogener Tumor)
- solitäre Spätmetastasen (insbesondere von Mamma- und Nierenzellkarzinomen)

- Infektionen (zumeist bei chronischen, periprotetischen Hüftprotheseninfektionen)
- ausgedehnte posttraumatische Defekte

Besondere technische Punkte bei der OP

- Darstellung der Gefäße und Nerven beckeninnen- und außen-seitig, ggf. bis unterhalb des Leistenbands bei Resektionen mit Beteiligung des vorderen Beckenrings
- Ligatur der A. und V. iliaca interna bei Tumoren mit großer beckeninnenseitiger Tumorkomponente
- frühzeitige Luxation des Hüftkopfs bei P2-Resektionen
- Lösung sämtlicher Muskeln und Bänder vor Durchführung der Osteotomien und einer ggf. relevanten Blutung

Spezifische Gefahren

- Tumoreröffnung bzw. inkomplette Tumorentfernung
- Gefäß-/Nervenverletzung, lebensbedrohliche Blutung
- Verletzung von Blase, Urethra, Ureter und Darm

Komplikationen bzw. Folgezustände nach verschiedenen Rekonstruktionsmethoden

- allgemein:
 - intraoperative Letalität (Blutungsschock)
 - inkomplette Tumorentfernung
 - Gefäß-/Nervenverletzung
 - Verletzung von Urethra, Ureter und/oder Blase
 - Impotenz
 - Darmverletzung
 - postoperative Darmhernierung
 - ausgedehnte Wundheilungsstörung
 - tiefe Wundinfektion
- Hüftverschiebeplastik:
 - Beinverkürzung
 - Skoliose
- Beckenteilersatz:
 - aseptische Lockerung
 - periprotetische Infektion
 - Luxation
- extrakorporal bestrahltes Autograft:
 - Autograftfraktur
 - Pseudarthrose
 - Infektion
- Allograftinterposition nach P1b/c-Resektion:
 - Allograftfraktur
 - Pseudarthrose
 - Infektion
- Verbundosteosynthese nach P1b/c-Resektion:
 - Materialversagen
- autologe Knocheninterposition nach P1b/c-Resektion:
 - Autograftfraktur
 - Pseudarthrose

Postoperative Nachbehandlung

- kritische Betrachtung der Wundverhältnisse
- im Zweifel frühzeitige Entlastung eines Hämatoms und Débridement von oberflächlichen oder tiefen Nekrosen
- Bettruhe zur Schonung der Weichteile auch bei Resektionen ohne Rekonstruktion
- variable Dauer einer weitergehenden Bettruhe und evtl. Entlastungsphase je nach Rekonstruktionsart

Literatur

- [1] Andreou D, Bielack SS, Carrle D. The influence of tumor- and treatment-related factors on the development of local recurrence in osteosarcoma after adequate surgery. An analysis of 1355 patients treated on neoadjuvant Cooperative Osteosarcoma Study Group protocols. *Ann Oncol* 2011; 22: 1228–1235
- [2] Angelini A, Drago G, Trovarelli G et al. Infection after surgical resection for pelvic bone tumors: an analysis of 270 patients from one institution. *Clin Orthop Relat Res* 2014; 472: 349–359
- [3] Arora RS, Alston RD, Eden TO et al. The contrasting age-incidence patterns of bone tumors in teenagers and young adults: Implications for aetiology. *Int J Cancer* 2012; 131: 1678–1685
- [4] Capanna R, Van Horn JR, Briccoli A, et al. Complications of pelvic resections. *Arch Orthop Trauma Surg* 1987; 106: 71–77
- [5] Enneking WF, Dunham WK. Resection and reconstruction for primary bone neoplasms involving innominate bone. *J Bone Joint Surg Am* 1978; 60: 731–746
- [6] Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA. A system for the surgical staging of musculoskeletal sarcoma. *Clin Orthop Rel Res* 1980; 153: 106–120
- [7] Gebert C, Wessling M, Hoffmann C et al. Hip transposition as a limb salvage procedure following the resection of periacetabular tumors. *J Surg Oncol* 2011; 103: 269–275
- [8] Gebert C, Wessling M, Gosheger G et al. Pelvic reconstruction with compound osteosynthesis following hemipelvectomy: A clinical study. *Bone Joint J* 2013; 95: 1410–1416
- [9] Ozaki T, Hillmann A, Lindner N. Chondrosarcoma of the pelvis. *Clin Orthop Rel Res* 1997; 337: 226–239
- [10] Raciborska A, Bilska K, Rychlowska-Pruszyńska M et al. Internal hemipelvectomy in the management of pelvic Ewing sarcoma – are outcomes better than with radiation therapy? *J Pediatr Surg* 2014; 49: 1500–1504
- [11] Rödl R, Gosheger G, Leidinger B et al. Correction of leg-length discrepancy after hip transposition. *Clin Orthop Rel Res* 2003; 416: 271–277
- [12] Sherman CE, O'Connor MI, Sim FH. Survival, local recurrence, and function after pelvic limb salvage at 23 to 38 years of followup. *Clin Orthop Relat Res* 2012; 470: 712–727
- [13] Windhager R, Welkerling H, Kastner N et al. Operative Therapie am Becken und an der Wirbelsäule bei primär malignen Knochentumoren. *Orthopäde* 2003; 32: 971–982
- [14] Witte D, Bernd L, Bruns J et al. Limb-salvage reconstruction with Mutars hemipelvic endoprosthesis: A prospective multicenter study. *Eur J Surg Oncol* 2009; 35: 1318–1325

kompletten Tumorentfernung „im Gesunden“ [15]. Selten können auch benigne, lokal aggressiv wachsende Knochentumoren oder tumorähnliche Läsionen (z. B. Riesenzelltumor, aneurysmatische Knochenzyste) ausgedehntere Femurresektionen erforderlich machen [35], [41]. Trotz höherer Komplikationsraten im Vergleich zum konventionellen Hüftgelenkersatz ist die modulare Megaendoprothetik als Goldstandard für die Rekonstruktion segmentaler proximaler Femurdefekte zu bezeichnen [22]. So werden in der aktuellen Literatur 10-Jahres-Implantatstandzeiten von über 80% angegeben [3], [39]. Das Buchkapitel soll einen Überblick über die operative Technik der Resektion des proximalen Femurs sowie über die Rekonstruktion mittels proximalem Femurersatz geben.

Epidemiologie

Die Prävalenzen der häufigsten primär malignen Knochentumoren im Bereich des proximalen Femurs sind in ► Tab. 9.1 zusammengefasst [9] [45]. Knochenmetastasen sind weitaus häufiger und stammen überwiegend von Karzinomen der Brust, der Niere, der Lunge oder der Prostata ab [10].

Merke

Ab dem 40. Lebensjahr ist die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer Knochenmetastase ca. 500-mal höher als für das Vorliegen eines primären Knochensarkoms [8].

Tab. 9.1 Prävalenzen primärer Knochentumore am proximalen Femur.

	Altersgipfel (Lj)	Prävalenz am proximalen Femur (%)
Chondrosarkom	50–70	10–15
Klarzell-Chondrosarkom (selten)	40–50	40
Osteosarkom	10–20	5–10
Ewing-Sarkom	10–20	10–15
Lj: Lebensjahr		

9.2 Der proximale Femurersatz zur Rekonstruktion gelenknaher Knochendefekte nach Tumorresektion

P. H. Pennekamp

9.2.1 Einleitung

Das proximale Femur stellt eine häufige Lokalisation für primäre Knochentumoren und metastatische Läsionen dar [9], [39]. Aufgrund seiner hohen biomechanischen Beanspruchung ist die proximale Femurregion eine Prädispositionsstelle für das Auftreten pathologischer Frakturen [31]. Während die Resektion von Knochenmetastasen zumeist keine Anforderungen an die Einhaltung tumorfreier Resektionsränder stellt, besteht bei potenziell kurbilen Knochensarkomen wie dem Osteosarkom, dem Ewing-Sarkom und dem Chondrosarkom immer das chirurgische Ziel der

Stadieneinteilung von Knochentumoren

Die Einteilung der primären Knochentumoren beinhaltet 3 Stadien und berücksichtigt das onkochirurgische Grading (G), die lokale Tumorausbreitung in Bezug auf das Kompartiment (T) und die Metastasierung (M) [14]. Anzumerken ist, dass das onkochirurgische Grading nicht dem histopathologischen Grading der TNM-Klassifikation maligner Knochentumore gleichzusetzen ist. So kennzeichnet G1 einen niedrigmalignen (Low Grade) Tumor und entspricht dabei weitgehend dem histologischen Grading G1. G2 charakterisiert hochmaligne Tumoren (High Grade) mit den histologischen Differenzierungsgraden G2–G4 (► Tab. 9.2) [19].