

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Sportorthopädie

des Klinikums rechts der Isar

Technische Universität München

Direktor: Univ.-Prof. Dr. R. von Eisenhart-Rothe

Endoprothetischer Beckenteilersatz nach Resektion maligner Knochtumoren: Klinische Ergebnisse

Thorsten Hromatke

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen
Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. Priv.-Doz. Dr. R. H. H. Burgkart
2. Univ.-Prof. Dr. R. von Eisenhart-Rothe

Die Dissertation wurde am 31.01.2013 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 02.04.2014 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Grundlagen.....	6
2.1 Maligne Knochentumoren	6
2.1.1 Osteosarkom	7
2.1.2 Chondrosarkom.....	8
2.1.3 Ewing-Sarkom	9
2.2 Diagnostisches Vorgehen	10
2.2.1 Anamnese, Klinik, Labor.....	11
2.2.2 Bildgebende Verfahren	11
2.2.3 Biopsie.....	13
2.3 Staging.....	14
2.3.1 Grading.....	14
2.3.2 Tumorlokalisation	15
2.3.3 Metastasen	16
2.4 Operative Strategie	16
2.4.1 Indikation	17
2.4.2 Resektionsgrenzen	18
2.4.3 Typen von Beckenteilresektionen.....	19
2.4.4 Operative Therapie von Knochen und Weichteiltumoren am Becken.....	20
2.4.5 Arthrodesen und Pseudarthrosen.....	21
2.4.6 Allografts bzw. Composite Allografts	21
2.4.7 Autografts	22
2.4.8 Endoprothesen.....	23
2.4.9 Amputation und modifizierte Amputation	25
3. Material und Methoden	27
3.1 Patientenkollektiv	27
3.2 Evaluationssystem der MSTs	29

3.3 Daten.....	30
3.3.1 Datenerhebung	30
3.3.2 Geschlecht und Alter	31
3.3.3 Altersverteilung.....	32
3.3.4 Diagnosen.....	33
3.3.5 Resektionsgrenzen	35
3.3.6 Resektionsränder	35
3.3.7 Tumorvolumina	36
3.3.8 Staging.....	37
3.3.9 Todesursachen	38
4. Ergebnisse	39
4.1 Überleben	39
4.2 Funktionelle Ergebnisse	42
4.3 Komplikationen	45
4.4 Lokalrezidive	46
4.5 Fernmetastasen der Primärtumoren	47
4.6 Radiologische Ergebnisse	47
5. Diskussion	50
5.1 Überleben	50
5.2 Funktionelle Ergebnisse	52
5.3 Komplikationen	53
5.4 Lokalrezidivrate	54
5.5 Limitationen dieser Arbeit	55
5.6 Schlussfolgerung	56
5.7 Ausblick	58
6. Zusammenfassung	58
7. Literaturverzeichnis	61
8. Abbildungsverzeichnis	71
9. Tabellenverzeichnis	72

10. Anhang 73
11. Danksagung 75

1. Einleitung

Maligne Knochentumoren im Bereich des Beckens stellen für den Orthopäden eine große Herausforderung dar. Sie haben eine ungünstige Prognose, da sie dazu neigen, sich ohne spezifische Symptome im Becken auszubreiten. Die komplexe Anatomie in dieser Region und die oft weite Ausdehnung des Tumors führen dazu, dass es sehr schwierig ist, einen weiten Resektionsrand zu erreichen, der aber für das langfristige onkologische Ergebnis von entscheidender Bedeutung ist. Deshalb blieb früher bei malignen Beckentumoren als kurativer Therapieansatz häufig nur die Hemipelvektomie [Ozaki 1999, S.228; Carter 1990, S.490]. Lange Zeit war die externe Hemipelvektomie oder die Hüftexartikulation die einzige Option zur Therapie von lokal aggressiven und malignen Knochentumoren. Diese verstümmelnden Eingriffe sind mit einer großen psychischen Belastung verbunden und eine prothetische Versorgung ist schwieriger, da in der Regel nichts von der Extremität erhalten werden kann. Beides führt zu einem erheblichen Verlust an Lebensqualität.

In den vergangenen Jahrzehnten wurden jedoch große Fortschritte im Management der muskuloskelettalen Neoplasien durch gleichzeitige Verbesserungen in der orthopädisch-chirurgischen Technik, im Bioengineering, in der radiologischen Diagnostik und in der Chemotherapie erreicht. Diagnostisch sind dabei vor allem die Weiterentwicklung der bildgebenden Verfahren wie der Computertomographie, Skelett-Szintigraphie und besonders der Kernspintomographie relevant. Dadurch ist heute eine frühere Diagnosestellung und ein genaueres präoperatives Staging möglich [Shih 1993, S.157]. Durch eine präoperative Bestrahlung, eine präoperative Chemotherapie oder eine Kombination aus beiden, kann eine Verkleinerung der Tumormasse erreicht werden, sodass ursprünglich irresektable Neoplasien resektabel werden und so anstelle von Amputationen extremitätenerhaltende Operationsverfahren angewendet werden können [Bielack 1989, S.279; Becker 1987, S.58]. Alle diese Veränderungen führten dazu, dass die innere Hemipelvektomie mit Erhaltung der unteren Extremität zu einer geeigneten Alternative in der Therapie der malignen Beckentumoren geworden ist [Hamdi 1996, S.158].

Die innere Hemipelvektomie in Kombination mit einer endoprothetischen Rekonstruktion des Beckens ermöglicht es heutzutage eine funktionsfähige untere Extremität zu erhalten.

Zunächst wurden Beckenprothesen nur bei primären Knochentumoren zum Einsatz gebracht, jedoch erscheint dies heute auch beim Vorliegen von Skelettmetastasen sinnvoll. Die lebensverlängernden Maßnahmen beim Vorliegen von Skelettmetastasen haben sich in den vergangenen Jahren stark verbessert und die Patienten profitieren somit auch bei einer palliativen Situation von der Versorgung mit einer Beckenprothese.

Die ersten Versuche, Beckentumoren chirurgisch zu entfernen und den Defekt mit einer Prothese zu überbrücken wurden von Schöllinger 1974, Erikson 1976 und Enneking 1978 unternommen und waren mit einer hohen Morbidität und Mortalität verbunden [Erikson 1976, S.568; Enneking 1978, S.739]. Die erste erfolgreiche Implantation einer Beckenendoprothese gelang 1977 am Klinikum Rechts der Isar in München nach interner Hemipelvektomie bei einem Retikulumzellsarkom. Sie war aus Metall und wurde nach einem Röntgenbild angefertigt. Der Patient lebte nach dieser 16-stündigen Operation noch über 10 Jahre mit dieser Prothese [Hipp 1998, S.6].

Mit dieser Dissertation werden die durchgeführten Resektionen von malignen Knochentumoren im Becken am Klinikum Rechts der Isar München zwischen 1996 und 2008, die anschließend mit einem endoprothetischen Beckenteilersatz versorgt wurden, hinsichtlich des onkologischen und funktionellen Outcomes untersucht.

2. Grundlagen

2.1 Maligne Knochentumoren

Maligne Knochentumoren sind, im Verhältnis zu allen anderen malignen Neoplasien, sehr selten. Im Erwachsenenalter beträgt der Anteil der Knochen- und Weichteilsarkome an der Gesamtzahl der Malignome ca. 1% [Fornasier 1984, S.52]. Im Kindesalter beläuft sich der Anteil der malignen Knochentumoren auf 3,4% aller malignen Neoplasien [Meister u. Hölzel 1999, S.34]. Die Inzidenz der malignen

Knochtumoren beläuft sich auf ca. 1-2 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner und Jahr.

Die am häufigsten im Becken vorkommenden Tumoren sind Osteosarkome, Ewing-Sarkome und Chondrosarkome. Auch Metastasen, sekundäre Osteosarkome nach Bestrahlung oder aus einem Morbus Paget entstehend, Histiozytome, Lymphome, Rhabdomyosarkome oder Fibrosarkome, Hämangiosarkome und Plasmozytome sind häufig im Becken lokalisiert [Gradinger 1989, S.475]. Im Folgenden sollen Osteosarkome, Chondrosarkome und Ewing-Sarkome als häufigste Entitäten genauer besprochen werden.

2.1.1 Osteosarkom

Das konventionelle Osteosarkom ist ein primär intramedullär wachsender hochmaligner Tumor und durch die Produktion von Osteoid charakterisiert. Histologisch unterscheidet man teleangiektatisches, chondroblastisches und fibroblastisches Osteosarkom. Von den auftretenden malignen Knochtumoren liegt das Osteosarkom mit einem Anteil von 35-48% an erster Stelle [Dahlin 1986, S. 328]. Der Altersgipfel liegt allgemein bei 10 bis 25 Jahren [Fahey 1992, S.328; Grimer 1999, S.797]. Das männliche Geschlecht ist mit einem Verhältnis von 3:2 etwas häufiger betroffen [Gutjahr 1993, S.15]. Mit einer Neuerkrankungsrate von 150 pro Jahr in der BRD, gelten die Osteosarkome als die häufigsten primär malignen Knochtumore [COSS 1996, S.3]. Am häufigsten sind die Metaphysen der langen Röhrenknochen betroffen. Das Vorkommen im Becken ist mit 6,4-8% vergleichsweise selten [Huvos 1991, S.104].

Osteosarkome gehen von der Knochenmatrix aus und neigen dazu, die Kortikalis zu durchbrechen und das umliegende Gewebe zu infiltrieren [Rössler 1997, S.142]. Die Ätiologie ist noch unklar, wobei ein gehäuftes Auftreten des Tumors an Orten mit intensivem Wachstum und Umbau bekannt ist, wie beispielsweise in der Pubertät oder beim Morbus Paget [Gutjahr 1993, S.16]. Eine vorangegangene

Strahlentherapie ist ein weiterer ätiologischer Faktor, der das Osteosarkom zu einem der häufigsten Sekundärmalignome macht [Gutjahr 1993, S.21].

Schmerzen sind neben einer lokalen Schwellung das führende Symptom. Diese werden meist als bohrend beschrieben. Osteosarkome neigen zu früher Metastasenbildung und bei 20% der Patienten zeigt sich schon bei Diagnosestellung eine manifeste Metastasierung. Jedoch sind auch bei 80-90% der Patienten ohne initial nachweisbare Metastasierung bereits bei Diagnosestellung okkulte Metastasen vorhanden [COSS 1996, S.5]. In 80% der Fälle betreffen Fernmetastasen die Lunge [Aboulafia 1993, S.3362]. Die primäre Metastasierung hat, neben der Tumorgröße und dem Ansprechen auf die Chemotherapie, den wichtigsten Einfluss auf die Prognose der Erkrankung.

Da Osteosarkome wenig strahlensensibel sind, steht bei der Therapie vor allem eine ausreichende chirurgische Radikalität und die multimodale Chemotherapie im Vordergrund [Rössler 1997, S.139]. Eine alleinige radikale Operation führt nur in 10-15% der Fälle zu einer Langzeitheilung aufgrund der frühzeitig erfolgten Mikrometastasierung. Mit der Durchführung einer neoadjuvanten und adjuvanten Chemotherapie kann man heute bei 70-80% der primär nicht metastasierten Osteosarkompatienten von einer Langzeitheilung ausgehen [Reichel 1997, S.77; Winkler 1992, S.288]. Zu den wichtigsten Chemotherapeutika gehören derzeit Doxorubicin, Ifosfamid, Cisplatin und Methotrexat [Bielack 2003, S.822].

2.1.2 Chondrosarkom

Ein Chondrosarkom ist ein maligner Tumor, dessen Zellen Knorpel, aber kein Osteoid bilden. Das Chondrosarkom ist mit einem Anteil von 20% der zweithäufigste solide maligne Knochentumor [Schajowicz 1994, S.43]. Der Erkrankungsgipfel liegt im Erwachsenenalter zwischen dem 30. und 50. Lebensjahr.

Am häufigsten ist das Chondrosarkom im proximalen Femur und Becken lokalisiert. Man unterscheidet primäre und sekundäre Chondrosarkome, wobei letztere vorwiegend durch maligne Entartung von gutartigen kartilaginären Exostosen und

Chondromen entstehen. Das Malignomrisiko ist beim Morbus Ollier und bei familiär auftretenden multiplen osteokartilaginären Exostosen leicht erhöht [Huvos 1991, S.138].

Im Gegensatz zu anderen Vertretern der Knochenmalignome gibt es histologisch fließende Übergänge von benignen chondroiden Tumoren zu hochdifferenzierten, mäßig, schlecht sowie entdifferenzierten Chondrosarkomen. Mit der Abnahme der Differenzierung geht eine Zunahme der Malignität einher. In gleichem Maße nimmt die Wahrscheinlichkeit von Metastasen zu und die Prognose verschlechtert sich. Die Prognose wird somit bestimmt vom Malignitätsgrad, der Lokalisation des Tumors und einer optimalen Resektionstechnik.

Chondrosarkome werden durch ihr langsames Wachstum oft erst sehr spät symptomatisch und dadurch auch häufig erst verzögert diagnostiziert. Sie können neben einer lokalen Schwellung auch andauernde, ziehende Schmerzen verursachen, die auch in Ruhe nicht nachlassen. Es können jedoch auch unspezifische Symptome wie Fieber oder Gewichtsverlust auftreten.

Die 5-Jahres-Überlebensrate wird für niedrig maligne Chondrosarkome nach radikaler Resektion mit 90% angegeben [Rössler 1997, S.145]. Chondrosarkome sind kaum strahlensensibel. Eine Strahlentherapie ist deshalb nur im Einzelfall bei Inoperabilität, Resttumor und palliativem Therapieansatz zu erwägen. Die Wirksamkeit einer adjuvanten Chemotherapie ist bisher nicht sicher nachgewiesen.

2.1.3 Ewing-Sarkom

Der Ewing-Tumor gehört zu einer Gruppe hochmaligner, kleinzelliger Tumoren, die primär ossär, aber auch außerhalb des Knochens auftreten können. Das Ewing-Sarkom gehört mit dem malignen peripheren neuroektodermalen Tumor zur Familie der Ewing-Tumore, die durch *ews/ets*-Translokationen charakterisiert sind [Delattre 1994, S.295]. 10% aller primär malignen Knochtumoren sind Ewing-Sarkome, mit einer jährlichen Neuerkrankungsrate um 0,6/1 Million in der Bevölkerung [Weber 1988]. Bei Kindern und jungen Erwachsenen sind sie, nach den Osteosarkomen, die

zweithäufigsten primären Knochentumoren [Rössler 1997, S.146]. 57% der Patienten erkranken zwischen dem 10. und 19. Lebensjahr [Hense 1999, S.272].

Ewing-Sarkome befinden sich bevorzugt in den Meta- und Diaphysen der langen Röhrenknochen [Rössler 1997, S.141]. Am häufigsten Betroffen sind die langen Röhrenknochen der unteren Extremität und das Becken [Hense 1999, S.272; Gutjahr 1993, S.33].

Die ersten Symptome treten im Gegensatz zu anderen Knochentumoren schon frühzeitig auf und können mit Ruheschmerzen, Schwellung, Rötung und lokaler Überwärmung beginnen. Durch das klinische Erscheinungsbild werden Ewing-Tumore häufig mit einer Osteomyelitis verwechselt.

Ewing-Sarkome sind rasch wachsende, bösartige Tumore, die sehr früh in andere Knochen und in die Lunge metastasieren [Rössler 1997, S.141]. So haben 20-25% der Patienten zum Zeitpunkt der Erstdiagnose bereits weitere Metastasen. Ewing-Sarkome haben zwar unter den Knochentumoren die schlechteste Prognose, jedoch sind sie sehr sensibel gegenüber Zytostatika und Bestrahlung. So ist durch die Möglichkeit der aggressiven zytotoxischen Behandlung die Überlebensrate bei primär nicht metastasierten Sarkomen auf 55-65% gestiegen; bei primär metastatischem Befund auf 35% [Paulussen 1999, S.279]. Durch Untersuchungen der European Intergroup Ewing's Sarcoma Study (EICESS) konnte eine besonders gute Wirksamkeit bei der Kombination von Vincristin, Actinomycin D, Cyclophosphamid und Adriamycin nachgewiesen werden.

Eine präoperative Strahlentherapie sollte vor allem dann durchgeführt werden, wenn durch die Tumorgröße oder Ausdehnung kein weiter Resektionsrand erreicht werden kann oder bei schlechter Response auf die Chemotherapie [Hoffmann 1999, S.869; Hillmann 1997, S.56].

2.2 Diagnostisches Vorgehen

Die endgültige Diagnose beim Verdacht auf einen Knochen- oder Weichgewebstumor ergibt sich aus verschiedenen Bausteinen. Zu diesen gehören

die Anamnese, klinische Untersuchung, bildgebende Verfahren und die endgültige Sicherstellung der Diagnose und des histologischen Befundes durch eine Biopsie.

2.2.1 Anamnese, Klinik, Labor

Die Anamnese liefert meist wenig spezifische Informationen. Schmerzen sind zwar bei den meisten Patienten vorhanden, werden aber häufig bei der Erstvorstellung des Patienten auf Bagateltraumen zurückgeführt. Zu erfragen sind das Alter des Patienten, frühere oder bestehende andere Malignome, die familiäre Tumoranamnese, hereditäre Erkrankungen wie zum Beispiel Neurofibromatose oder Enchondromatose, chemische Noxen, frühere Strahlenexposition oder eine Immunsuppression. Weitere relevante Symptome sind Fieber, Schüttelfrost, Gewichtsverlust und Nachtschweiß.

Im Anschluss an die Anamnese folgt die klinische Untersuchung. Hierzu gehören neben der Inspektion und Palpation des Befundes auch die Funktionsprüfung der betroffenen Extremität und die Untersuchung der zugehörigen Lymphknotenstationen.

Die Labordiagnostik ist unspezifisch. Tumorantigenspezifische Screeningtests sind bei primären Knochentumoren derzeit nicht aussagekräftig, jedoch können allgemeine Parameter wie Blutbild, Blutsenkungsgeschwindigkeit, CRP, Serumcalcium, alkalische Phosphatase, Eisen und Gesamteiweiß Hinweise auf pathologische Befunde des lokalen Knochenumbaus, eine Entzündung oder eine systemische Komponente geben.

2.2.2 Bildgebende Verfahren

An erster Stelle der bildgebenden Untersuchungen zur Diagnostik von Knochentumoren steht nach wie vor das konventionelle Röntgenbild in 2 Ebenen. Der radiologische Befund gibt präzise Auskunft über die Lokalisation, die Lage im

Knochen (zentral, exzentrisch, kortikal, periostal, epi-/meta-/diaphysär) und eventuell Informationen über die Wachstumsgeschwindigkeit, ob der Tumor die Kortikalis durchbricht oder vielleicht eine Matrix bildet. Eine Aufgabe bei der Interpretation der Röntgenbilder besteht darin, benigne Entitäten zu erkennen und dadurch gegebenenfalls eine unnötige Biopsie zu vermeiden.

Mit der Computertomographie können ossäre Veränderungen bei Bedarf detaillierter als mit konventionellen Röntgenaufnahmen beurteilt werden. Vor allem zur Analyse der Kortikalis ist die Computertomographie die Methode der Wahl. Außerdem ist die Computertomographie vorteilhaft in komplexeren anatomischen Regionen, die durch Überlagerungen im Nativröntgenbild schlechter beurteilt werden können.

Das Verfahren der Wahl für die Ausbreitungsdiagnostik ist die Magnetresonanztomographie (MRT), mit der die Ausdehnung, die Beziehung des Tumors zu den umgebenden anatomischen Strukturen und die Lokalisation des Tumors exakt bestimmt werden können. In der MRT werden eine T1-Sequenz, eine T2-Sequenz und eine T1-Sequenz mit Kontrastmittel in der gleichen Ebene gefordert. Zusätzlich sollten axiale Schichten durchgeführt werden. Insbesondere bei Osteosarkomen und Ewing-Sarkomen sollte bei der primären Staging-Untersuchung zunächst der gesamte tumortragende Knochen untersucht werden, um mögliche Skip-Läsionen zu erfassen [Baur 2004, S.38].

Die Skelettszintigraphie dient dazu, die Frage zu beantworten, ob eine gefundene Läsion tatsächlich solitär ist. Außerdem zeigt sie sehr empfindlich, ob der gefundene Prozess hinsichtlich des Knochenstoffwechselumsatzes aktiv ist und ob darüber hinaus noch Skip-Läsionen vorliegen.

Die Angiographie wird heute zur Tumorklassifikation nicht mehr eingesetzt. In Einzelfällen wird sie durchgeführt, wenn eine Einbeziehung großer Gefäße in den tumorösen Prozess angenommen und eine Gefäßrekonstruktion geplant wird. Eine weitere Indikation für die Durchführung einer Angiographie ist die präoperative Embolisation von Gefäßen bei gefäßreichen Tumoren, um den intraoperativen Blutverlust zu reduzieren und das chirurgische Vorgehen zu erleichtern.

2.2.3 Biopsie

Die Biopsie ist die entscheidende Maßnahme in der Diagnostik von Knochen- und Weichteiltumoren [Mankin 2006, S.5; Rechl 2001, S.533]. Das Ziel der Biopsie besteht darin, eine qualitativ und quantitativ ausreichende Menge repräsentativen Tumorgewebes zu gewinnen, ohne die nachfolgende Therapie negativ zu beeinflussen. Es gibt grundsätzlich zwei Techniken der Biopsie: die geschlossene und die offene Biopsie.

Die geschlossene Biopsie kann entweder Mittels einer Feinnadelaspiration oder der Entnahme eines Stanzzylinders mit Hilfe eines Trocars erfolgen. Die Vorteile der geschlossenen Biopsie sind vor allem die geringere Invasivität und dadurch bedingt, eine geringere Inzidenz von Komplikationen. Im Vergleich zur offenen Biopsie ist sie außerdem ein billigeres Verfahren zur Gewebegewinnung und kann auch in Fällen angewandt werden, in denen der Tumor an einer schwer zugänglichen Stelle lokalisiert ist, wie zum Beispiel der Wirbelsäule. Außerdem wird die Feinnadelbiopsie zur Rezidivdiagnostik oder Lymphknotenbiopsie genutzt. Nachteil der geschlossenen Biopsie ist, dass sie oft nur eingeschränkte Aussagen ermöglicht, da nur eine zytologische Untersuchung möglich ist. Der Stichkanal muss später – aufgrund der Gefahr der Tumorzellverschleppung - en bloc mit dem Tumor reseziert werden, [Mankin 2006, S.6].

Die offene Biopsie kann entweder als Exzisions- oder Inzisionsbiopsie durchgeführt werden, wobei die Inzisionsbiopsie die Methode der Wahl bei einem unklaren malignen Prozess darstellt. Der Vorteil einer offenen Biopsie ist ihre, im Vergleich zur geschlossenen Biopsie, höhere Treffsicherheit, weil ausreichend viel repräsentatives Gewebe entnommen werden kann [Skrzynski 1996, S.644]. Bei der Inzisionsbiopsie sollte der Zugang möglichst klein und direkt sein, sodass die Narbe bei der späteren Resektion mit entfernt werden kann. Dies reduziert das Risiko eines Lokalrezidivs. Am Besten geeignet ist der vitale Rand des Tumors. Ein Präparat von 1-2cm Kantenlänge sollte angestrebt werden, um dem Pathologen genug Material für eine sichere Bewertung zukommen zu lassen. Empfehlenswert ist die Durchführung der

Biopsie in der definitiv behandelnden Klinik, um Komplikationen durch die Gewebeentnahme zu verringern.

2.3 Staging

Stagingsysteme maligner Tumoren sind die Basis jeglicher Therapieplanung und waren die Grundvoraussetzung für die Fortschritte in der Behandlung zahlreicher Tumoren in den letzten Jahrzehnten. Das allgemein in der Onkologie eingesetzte TNM-Staging, welches die lokale Ausdehnung des Tumors (T), die An- oder Abwesenheit von Lymphknotenmetastasen (N) und Fernmetastasen (M) umfasst, wird für Knochen- und Weichteiltumoren selten benutzt, weil es sehr komplex ist und weder der klinische Verlauf, noch die radiologische Morphologie berücksichtigt wird. Außerdem enthält das TNM-Staging keine Richtlinien für das chirurgische Vorgehen. 1980 wurde von Enneking ein chirurgisches Stagingssystem für Knochen- und Weichteiltumore entwickelt [Enneking 1980, S.106]. Dieses chirurgische Staging wurde von der Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) und später vom American Joint Committee for Cancer Staging and End Results Reporting (AJC) übernommen. Die entscheidenden Kriterien dieses Stagingsystems sind der histologische, röntgenologische und klinische Befund, als G0 bis G2 zusammengefasst, die Lokalisation des Tumors innerhalb oder außerhalb des Kompartiments, als T0 bis T2, und das Vorhandensein oder Fehlen von Metastasen (M0, M1).

2.3.1 Grading

Das Grading von Knochentumoren wird durch die Histologie bestimmt. Man unterscheidet grundsätzlich benigne (G0), niedrig-maligne (G1) und hochmaligne (G2) Tumoren. Die einzelnen Kriterien für die jeweilige Zuordnung sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Grading von malignen Knochentumoren [Freyschmidt 1998, S. 8]

	G0 (benigne)	G1 (niedrig-maligne)	G2 (hoch-maligne)
Histologie	Benigne Zytologie, gute Differenzierung, niedrige Zell-Matrix-Relation	Broder-Grad I, manchmal II. Wenige Mitosen, gute Differenzierung mit klar erkennbarer Matrix	Broder-Grad II, III und IV. Häufig Metastasen, schlechte Differenzierung, wenig und unreife Matrix. Klassische Zytologische Züge hoher Malignität: Anaplasie, Pleomorphie, Hyperchromasie
Radiologie	Lodwick-Grad IA,IB oder IC	Lodwick-Grad II	Lodwick-Grad III
Klinik	Variable Wachstumsrate, besonders bei Kindern und Jugendlichen; selten Metastasen, keine Skip-lesions oder Satellitentumoren	Indolentes Tumor-Wachstum mit extra-kapsulären Satelliten in der reaktiven Zone; keine Skip-lesions, nur gelegentlich Fernmetastasen	Massives Wachstum, deutliche klinische Symptomatik, gelegentlich regionale und häufige Fernmetastasen, Satellitentumoren und Skip-lesions

2.3.2 Tumorlokalisation

Die Lokalisation des Tumors beschreibt, wo sich der Tumor innerhalb des Knochens befindet. Knochentumore können in der Epi-, Meta- und Diaphyse wachsen.

Die T-Einteilung beschreibt, wie sich der Tumor zum entsprechenden Kompartiment verhält. Eine T0-Läsion ist durch ihr Wachstum innerhalb eines Kompartiments definiert. Die T1-Läsion breitet sich im Kompartiment in die reaktive Zone aus, entweder kontinuierlich oder durch Satelliten. Sowohl die Läsion selbst, als auch die

reaktive Zone um sie herum, verbleiben aber in jedem Fall innerhalb des Kompartiments.

Falls ein Tumor die Kompartimentgrenzen überschreitet ist er als T2 einzustufen.

2.3.3 Metastasen

Das dritte Kriterium stellt die An- oder Abwesenheit von Metastasen dar. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um regionale Lymphknotenmetastasen oder um Fernmetastasen handelt.

In Tabelle 2 ist das Stagingssystem noch einmal zusammengefasst.

Tabelle 2: Staging von malignen Knochentumoren [Enneking 1980, S. 112]

Stage	IA	IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB
Graduierung	G1	G1	G2	G2	G1-2	G1-2
Lokalisation	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Metastasen	M0	M0	M0	M0	M1	M1

2.4 Operative Strategie

Die operative Therapie maligner Knochentumore hängt einerseits von lokalen Faktoren wie der Entität, dem Grading, der Ausdehnung und der Lokalisation ab, andererseits auch von generellen Faktoren, wie einer möglichen Metastasierung, dem Alter des Patienten, seinem Allgemeinzustand und vielen anderen Faktoren. Die Therapie von Knochenmetastasen muss ebenfalls individuell an das Stadium der Erkrankung, den Allgemeinzustand, die Lokalisation und das Alter des Patienten angepasst werden. Die Strategien reichen von palliativen Eingriffen intraläsionaler Art bei drohenden oder stattgehabten Frakturen, bis zu weiten Resektionen, beispielsweise bei singulären Nierenzellkarzinommetastasen. Nach intraläsionalen

Resektionen kann eine postoperative Bestrahlung, mit dem Ziel der Reduktion einer lokalen Progression, in Betracht gezogen werden.

2.4.1 Indikation

Die Problematik bei der Indikationsstellung für eine Resektion besteht darin, bei Erhalt einer guten Funktion auch die onkologische Radikalität berücksichtigen zu müssen. Die Frage nach einer extremitätenerhaltenden Operation sollte sich daher nur stellen, wenn der Tumor durch die Operation vollständig im Gesunden entfernt werden kann oder wenn eine externe Hemipelvektomie kein radikaleres onkologisches Ergebnis ermöglicht [Mittelmeier 1997, S.131].

Die Indikation zu einer bestimmten operativen Vorgehensweise muss für jeden Patienten individuell gestellt werden, da sie von vielen verschiedenen Faktoren abhängt. Dazu gehören die Lokalisation des Primärtumors und die Einbeziehung der umgebenden Strukturen [Yasko 1995, S.728; O'Connor 1997, S.49]. Bezüglich der Ausdehnung des Tumors gelten die Iliosakralfuge, die Symphyse und das Peritoneum, beziehungsweise die Blasenwand, als kritische Zonen. In diesem Bereich sind onkologisch adäquate Resektionen schwierig durchzuführen. Unter bestimmten Umständen kann jedoch auch eine Amputation keinen kurativen Therapieansatz ermöglichen [Becker 1987, S.87].

Um die Ausdehnung des Tumors richtig zu erfassen und die Ausgangssituation des Patienten ausreichend beurteilen zu können, ist ein umfangreiches präoperatives Staging mit Szintigraphie, Thorax- und Abdomen-CT durchzuführen. Die Darstellung des Lokalbefundes erfolgt mit der Computertomographie zur Knochendarstellung, Kernspintomographie zur Weichteil- und Markraumdarstellung, sowie gegebenenfalls durch die Angiographie zur Darstellung der Gefäßversorgung des Tumors.

Weiterhin sind bei der Indikationsstellung das Alter des Patienten und seine persönlichen Erwartungen und Anforderungen an die Funktion der Extremität zu berücksichtigen [Yasko 1995, S.729; O'Connor 1997, S.50]. Wenn sich bei der präoperativen Diagnostik eine Infiltration des Nervus ischiadicus durch den Tumor

zeigt, ist keine Funktion der unteren Extremität zu erwarten, so dass in diesen Fällen eine externe Hemipelvektomie bzw. eine Amputation gerechtfertigt ist [Huth 1988, S.1121]. Ebenso ist es für eine extremitätenerhaltende Resektion notwendig, Nervus, Arteria und Vena femoralis, sowie Arteria und Vena iliaca externa zu erhalten [Mittelmeier 1997, S.135; Gradinger 1993, S.168].

Ein ausgedehnter Muskelbefall mit Infiltration des Musculus psoas und eine unangemessene Biopsieentnahme, die zu einer Tumorzellaussaat und erhöhten Rezidivrate führen kann, können eine Resektion oder eine innere Hemipelvektomie unmöglich machen oder den Erhalt der Extremität gefährden [Aboulafila 1993, S.3360].

Die Indikation zum Beckenteilersatz kann auch bei palliativer Zielsetzung bestehen, wenn durch eine externe Hemipelvektomie keine verbesserte Lebenserwartung erreicht werden kann. Der Erhalt einer funktionstüchtigen Extremität bedeutet für den Patienten eine Erhöhung der Lebensqualität für die ihm verbleibende Zeit. Hier steht der Funktionserhalt im Vordergrund.

2.4.2 Resektionsgrenzen

Die bei der Tumorentfernung möglichen Resektionsränder werden nach Enneking in vier Kategorien eingeteilt: intraläsional, marginal, weit und radikal [Enneking 1984, S.3].

Bei der intraläsionalen Resektion bleibt entweder makro-, oder zumindest mikroskopisch Tumorgewebe zurück. Diese stellt deshalb nur eine palliative Tumorverkleinerung dar. Die Wahrscheinlichkeit eines Rezidivs geht gegen 100% [Assenmacher 1999, S.719].

Bei der marginalen Resektion wird entlang der Pseudokapsel des Tumors reseziert, welche Satellitenläsionen enthalten kann. Die Rezidivwahrscheinlichkeit beträgt 60-90% [Enneking 1980, S.118; Assenmacher 1999, S.728]. Im Falle eines Ewing-

Sarkoms kann bei gutem Ansprechen auf Strahlen- bzw. Chemotherapie in Ausnahmefällen eine marginale Resektion gerechtfertigt sein.

Die weite Resektion gilt als Standard der operativen Therapie maligner Knochentumore. Eine breite Schicht gesunden Gewebes muss den Tumor von allen Seiten umgeben. Der Biopsiekanal wird geschlossen mitreseziert. Die Rezidivrate beträgt bei der weiten Resektion ohne adjuvanten Therapie immer noch 40-60% [Assenmacher 1999, S.728].

Bei der radikalen Resektion wird das gesamte Kompartiment, einschließlich skip lesions, entfernt. Ist ein Tumor in einem Knochen lokalisiert, bedeutet dies die Entfernung des gesamten Knochens. Ist er im Weichteilgewebe angesiedelt, so muss jeder Muskel von seinem Ursprung zum Ansatz entfernt werden. Die Rezidivrate beträgt hier 0-10% [Assenmacher 1999, S.729].

Bei malignen Knochentumoren ist eine weite oder radikale Resektion notwendig, während marginale und intraläsionale Resektionen, aufgrund der hohen Rezidivraten, in der Regel nur in Ausnahmen zu erwägen sind [Enneking 1986, S.12].

2.4.3 Typen von Beckenteilresektionen

Enneking und Dunham haben 1978 ein Schema entwickelt, wonach Beckenteilresektionen in die Typen I, II und III eingeteilt werden [Enneking 1978, S.735].

Bei der Resektion vom Typ I werden Teile der Beckenschaufel unter Belassung des Acetabulums entfernt. Der Resektionsdefekt kann hier ohne Rekonstruktion belassen werden, solange nicht die Stabilität des Beckenringes bedroht ist.

Die Resektionen vom Typ II können nochmal in A, B und C unterteilt werden und beziehen sich auf das Acetabulum. Wird die obere Hälfte des Acetabulums zusammen mit einem mehr oder weniger großen Anteil des Os Ileum entfernt, so bezeichnet man dies als Resektion vom Typ IIA. Eine IIB-Resektion bezeichnet die

Entfernung der unteren Acetabulumhälfte zusammen mit den Verbindungen zum Os pubis und Os Ischium. Die schwierigste und invasivste Art der Resektion ist die vom Typ IIC, bei der das gesamte Acetabulum und der größte Teil von Os Ileum, pubis und ischium reseziert werden. Diese Resektionen bedürfen der operativen Intervention mit Gelenkersatz.

Bei der Typ III-Resektion werden nur das Os pubis und das Os ischium entfernt. Das Acetabulum bleibt hier bestehen. Bei diesem Resektionstyp ist keine Rekonstruktion nötig.

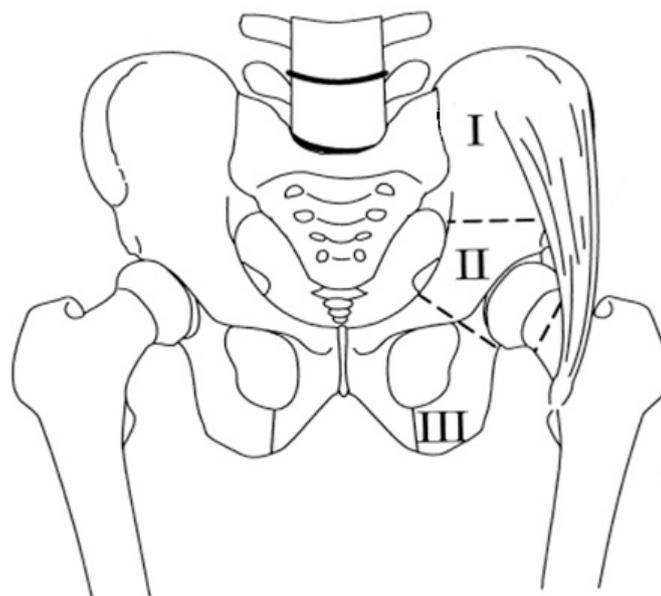


Abbildung 1. Typen von Beckenteilresektionen [Enneking 1978, S. 736]

2.4.4 Operative Therapie von Knochen und Weichteiltumoren am Becken

Grundsätzlich stehen bei der operativen Therapie am Becken verschiedene operative Methoden zur Verfügung. Diese umfassen den Erhalt der Extremität in der

ursprünglichen Form mit Überbrückung des entstandenen knöchernen Defektes durch Verwendung eines Allografts, eines Allografts in Kombination mit einer Prothese, eines Autografts oder die Verwendung einer Tumorendoprothese.

Weiterhin besteht die Möglichkeit einer Segmentamputation oder einer Amputation der betroffenen Extremität. Bei allen Möglichkeiten sind bei gegebener medizinischer Indikation die Wünsche des Patienten zu berücksichtigen. In einem Gespräch mit dem Patienten sollte die für ihn individuell beste Lösung erörtert werden.

2.4.5 Arthrodesen und Pseudarthrosen

Alternativen die in Frage kommen, wenn eine alleinige Resektion einen instabilen Beckenring hinterlässt, sind die ischio- oder iliofemorale und die iliosakrale Arthrodesen. Der Vorteil der Resektionsarthrodese liegt in ihrer schmerzfreien Dauerbelastbarkeit. Als Nachteile der Arthrodesen sind die fehlende Beweglichkeit und die resultierende Beinlängendifferenz anzuführen [Winkelmann 1995, S.264]. Deshalb sollte sie nur bei kleinen Resektionsausmaßen durchgeführt werden.

Voraussetzung für gute funktionelle Ergebnisse ist das stabile Ausheilen der Arthrodesen [O'Connor 1989, S.483]. Bei fehlender Ausheilung mit Entwicklung einer Pseudarthrose ist das funktionelle Ergebnis schlecht. Die Komplikationsraten liegen bei dieser Methode relativ hoch, bei 40-55% [Harrington 1992, S.337].

2.4.6 Allografts bzw. Composite Allografts

Eine weitere Möglichkeit den resezierten Teil des Beckens zu rekonstruieren ist die Verwendung von Fremdknochen, sogenannten Allografts. Bei dieser Methode kann der verwendete Fremdknochen auch mit einer Prothese kombiniert werden. Man nennt dies die Allograft-Prothese-composite-Technik. Üblicherweise wird der Allograft nach Resektionen von Teilen des Os ileum mit Unterbrechung des Beckenringes, im Bereich des Acetabulums oder nach Resektionen im Bereich des vorderen

Beckenringes, zur Überbrückung des knöchernen Defektes genutzt [Yoshida 2000, S.200; Winkelmann 1995, S.266; Mutschler 1987, S.725].

Auch für Arthrodesen können Allografts zu Hilfe genommen werden, wenn der entstehende Defekt zu groß wird, um die beiden verbleibenden Knochenenden direkt miteinander zu verbinden. Diese Rekonstruktionsmethode kann jedoch nur durchgeführt werden, wenn der Fremdknochen unter bestimmten Bedingungen sterilisiert und gelagert wird [Yoshida 2000, S.201; Ozaki 1996, S.334].

Allografts haben eine hohe Inzidenz an Komplikationen. Die häufigste und schwerwiegendste Komplikation ist die Infektion [Ozaki 1996, S.334; Yoshida 2000, S.201; Ham 1997, S.541]. Die hohen Infektionsraten bis zu 12,8 % werden zum Teil auf das Operationsausmaß und zum anderen auf die Chemotherapie zurückgeführt, weshalb empfohlen wird, dass bei Hochdosis-Chemotherapie auf eine Rekonstruktion mit homologen Transplantaten verzichtet werden sollte [Lord 1988, S.372; Windhager 1996, S.268]. Es gibt jedoch auch Autoren, die von niedrigeren Infektionsraten bei Allografts berichten, welche bei 4,6 % liegen [Langlais 2001, S.182; Bell 1997, S.1666]. Weitere Nachteile der Methode sind die Pseudarthrosenbildung und die Allograftfrakturen, da es sich um einen toten, weniger stabilen Knochen handelt [Hernigou 1993, S.904; Rödl 2000, S.1007].

Der Vorteil des Gebrauches von Allograft liegt in der Möglichkeit, eine annähernd normale anatomische Struktur wiederherzustellen, indem der Fremdknochen dem Defekt entsprechend zurecht gesägt werden kann [Winkelmann 1995, S.265]. Üblicherweise kommt es zur Einheilung des Fremdknochens in das Wirtsskelett.

2.4.7 Autografts

Nach der Resektion von malignen Knochentumoren kann zur Rekonstruktion des Beckens auch Knochen aus dem eigenen Körper verwendet werden. Dabei kann entweder ein Teil des resezierten Knochens nach Autoklavierung wieder eingepflanzt werden oder es kann Knochen von einer anderen Stelle des Körpers entnommen werden, der vaskularisiert oder nicht vaskularisiert in den Defekt eingebracht wird.

Autogene Transplantate werden häufig nach Resektion von Tumoren des Darmbeins als Unterstützung zwischen Acetabulum und Sacrum verwendet [Ozaki 1998, S.351].

Als Material zur Defektfüllung kann, neben dem Beckenkammspan, auch die Fibula dienen. In einigen Zentren wird der autoklavierte Tumorknochen reimplantiert. In diesem Fall wird der resezierte Knochen so weit wie möglich vom Tumor befreit und für zwanzig Minuten autoklaviert. Im Anschluss kann der nun sterile Knochen reimplantiert werden [Enneking 1983, S.237]. Diese Vorgehensweise ist jedoch nur möglich, wenn der betroffene Knochen nicht zu sehr durch den Tumor destruiert und geschwächt wurde [Harrington 1992, S.336].

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass dem vaskularisierten Knochentransfer gegenüber dem nicht-vaskularisierten Knochen der Vorzug zu geben ist, da er besser und schneller einheilt, insbesondere im vorbestrahlten Gewebe [Nagoya 2000, S.1121].

2.4.8 Endoprothesen

Die Rekonstruktion des knöchernen Defektes mit Prothesensystemen ist nach Resektion in der Acetabularregion oder nach interner Hemipelvektomie möglich [Winkelmann 1995, S.268; Gradinger 1993, S.168]. Die Patienten sollten allerdings potentiell kurabel sein oder eine Lebenserwartung von mindestens zwölf Monaten haben [Uchida 1996, S.241; Mutschler 1987, S.726; O'Connor 1989, S.488].

Man unterscheidet grundsätzlich maßgefertigte Endoprothesen von Standardprothesen und Modularsystemen. Zu Beginn der Entwicklung wurden individuell nach Röntgenaufnahmen gefertigte Beckenprothesen aus Metall verwendet, die jedoch die Nachteile mit sich brachten, intraoperativ nur schwer bearbeitbar und anformbar zu sein. Außerdem konnten diese frühen Prothesensysteme den hohen biomechanischen Ansprüchen, die an sie gestellt wurden, nur in geringem Maß gerecht werden.

Eine Verbesserung brachte die Entwicklung von Polyacetal als Material für Prothesen [Burri 1979, S.219]. Jedoch mussten auch diese Implantate noch intraoperativ nachbearbeitet werden.

Der nächste Schritt war die Entwicklung des modularen Prothesensystems [Gradinger 1988, S.83; Gradinger 1989, S.475]. In diesem System werden zwei Vorteile vereinigt. Auf der einen Seite erlaubt es die Anfertigung einer individuell maßgeschneiderten Prothese, auf der anderen Seite kann mit diesem System schnell und flexibel gearbeitet werden. Unterschiede finden sich nicht nur in Bezug auf das Material und die Anfertigung, sondern auch in der Verankerung der Beckenprothese. Oft wurden bzw. werden diese mit Schrauben verankert. Am Klinikum Rechts der Isar wurde deshalb eine intramedulläre Verankerung im verbleibenden proximalen Os ileum Anteil entwickelt. Besonders günstig ist diese Methode, wenn ein größerer Anteil des Ileums erhalten und so dessen großer, mit Spongiosa gefüllter Knochenraum als Verankerungssystem verwendet werden kann. Unterstützt wird diese Verankerung durch eine basale Platte, die auf der Resektionsfläche zum Liegen kommt. Durch mediale und laterale Platten wird durch eine zusätzliche Verschraubung die Primärstabilität erhöht und die seitlichen Kippkräfte werden minimiert. Ein Beispiel für solche Platten ist in dem Fallbeispiel (siehe Abbildung 20: Beckenübersicht postoperativ, Seite 49) zu sehen.

Auch bei kompletter Ileumresektion kann intramedullär verankert werden, indem ein Schaft in die Massa lateralis des Os sacrum eingebracht wird. Zusätzlich wird die Prothese über ventrale und kaudale Platten extern fixiert. Je nach Beschaffenheit des Knochens und der Grunderkrankung können diese Verankerungsteile zementiert oder zementlos implantiert werden. Die knöcherne Integration der Prothesen konnte histologisch postmortem gesichert werden [Gradinger 1988, S.85]. Bei Palliativversorgung sollte aufgrund der früheren Belastbarkeit der Extremität die Stielfixation der Prothesen im Knochen mit Zement erfolgen, um die Rehabilitationszeit so kurz wie möglich zu halten. Dagegen wird bei jungen Patienten mit kurativem Therapieansatz eher die zementlose Fixation bevorzugt.

Das Problem der räumlichen Orientierung konnte durch den Einsatz der Computertomographie mit ihrer Darstellungsmöglichkeit des Beckens verbessert

werden. Erst dadurch war es möglich, maßstabsgetreue Beckenmodelle zu erstellen. Dieses System, genannt CAM „Computer-Assisted-Manufacturing“, überträgt die aus dem CT gewonnenen Daten in eine automatisierte Fräsmaschine und ermöglicht so eine schnelle und exakte Modellherstellung. An diesem kann die Resektion und die Überbrückung des Defektes mit der Prothese realistisch simuliert werden. Die Dauer der postoperativen Ruhigstellung muss sich nach der Stabilität des Beckenteilersatzes richten, um Luxationen zu vermeiden [Winkelmann 1995, S.268]. Der Schwachpunkt der prothetischen Versorgung besteht vor allem in der Schwierigkeit, die Prothese stabil an dem verbliebenen Knochen zu fixieren [Gradinger 1993, S.168]. Zu den Komplikationen zählen die Infektion, das Materialversagen und die Implantatlockerung.

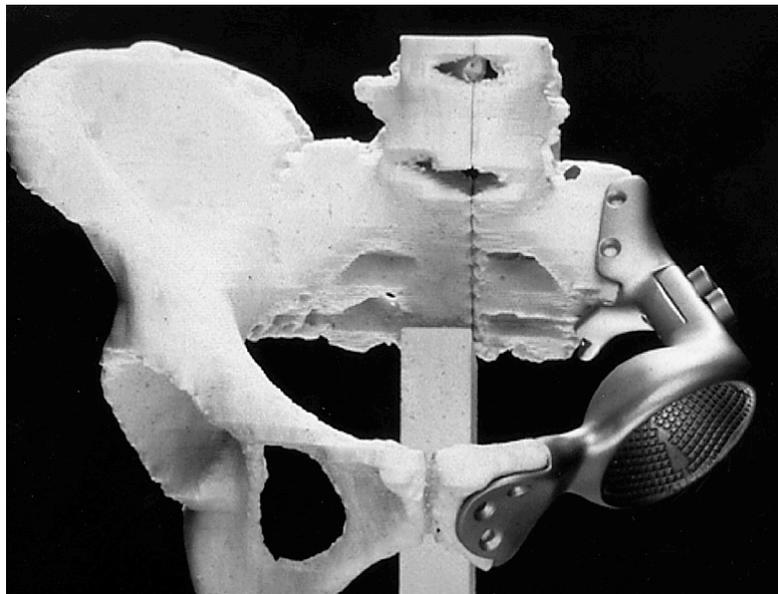


Abbildung 2. Modell einer Beckenteilprothese [Ozaki 2001, S. 198]

2.4.9 Amputation und modifizierte Amputation

Eine Amputation der Extremität ist nur noch selten notwendig. In den letzten Jahrzehnten ist die Zahl der Amputationen kontinuierlich gesunken. In gewissen Situationen besteht jedoch noch immer die Indikation zur Amputation einer

Extremität. Vor allem bei Infiltration des Nervus ischiadicus durch einen malignen Prozess ist ein Extremitätenerhalt nur Morbidität des Patienten zu erkaufen.

Modifizierte Amputationen wie die Umkehrplastik haben ihren festen Stellenwert im chirurgisch-onkologischen Spektrum. Bei dieser Technik wird, unter Erhalt des Nervus ischiadicus, der den Tumor enthaltende Extremitätenabschnitt reseziert. Danach wird der Unterschenkel um 180° geschwenkt und je nach Resektionstyp am Femur oder in der Hüfte fixiert.

3. Material und Methoden

3.1 Patientenkollektiv

An 43 Patienten, die zwischen 1996 und 2008 aufgrund von malignen Knochentumoren oder Skelettmastasen operiert wurden und eine Beckenprothese erhielten, ist eine retrospektive, klinische und radiologische Evaluation durchgeführt worden.

Funktionelle Ergebnisse konnten während der Nachuntersuchung bei 11 von 43 Patienten erhoben werden. 24 Patienten aus dem Kollektiv waren zum Zeitpunkt der Kontaktaufnahme bereits verstorben; 3 Patienten sind seit der Operation ins Ausland gezogen und konnten nicht kontaktiert werden; 3 Patienten waren, aufgrund zu großer Entfernung vom aktuellen Wohnort, nicht bereit ins Klinikum Rechts der Isar zu kommen und wollten telefonisch keine Auskünfte erteilen (jeweils einmal Berlin, Lübeck und Köln); bei 2 Patienten erfolgte zwischenzeitlich eine Amputation des betroffenen Beines.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über das Patientenkollektiv

Tabelle 3: Übersicht der Patienten

Nr.	Ge- schlecht	OP- Datum	Alter	Diagnose	Tumor- lokalisierung	Resek- tions- grenzen	Resek- tionsrand
01	w	10.04.1996	62	Maligner Weichteil- Tumor	Becken	marginal	R0
02	m	25.06.1996	72	Hypernephrom- Metastase	Os Ileum links	weit	R0
03	m	05.05.1998	76	Hypernephrom- Metastase	linkes Schambein	marginale Resektion	R0
04	m	30.09.1998	55	Hypernephrom- Metastase		weit	R0
05	m	05.11.1998	68	Chondrosarkom		marginal	R0
06	w	15.12.1998	65	Rectum-Ca Metastase	Os Ileum links	marginal	R0
07	w	17.03.1999	60	Hypernephrom- Metastase	Os Ischii rechts	intraläsional	R1
08	w	22.07.1999	63	Metastase follikuläres SD-Ca	linkes Acetabulum	weit	R0
09	w	19.10.1999	57	Mamma-Ca Metastase	Os Ileum rechts	marginale Resektion	R0

10	m	08.11.1999	59	Zungengrund-Ca Metastase	Acetabulum rechts	marginale Resektion	R0
11	w	18.04.2000	42	Becken- prothesen- lockerung, Z.n. Chondrosarkom		marginal	R0
12	m	15.05.2000	60	Chondrosarkom	Acetabulum links	marginale Resektion	R0
13	m	16.05.2000	77	Prostata-Ca Metastase	Acetabulum	marginale Resektion	R0
14	w	02.11.2000	45	Ewing-Sarkom	Os Ileum rechts	marginale Resektion	R0
15	w	12.11.2001	66	Mamma-Ca Metastase	Acetabulum rechts	intraläsional	R1
16	w	15.01.2002	39	MPNS-Tumor	Os Ileum rechts	marginale Resektion	R0
17	m	11.02.2002	26	Pfannen- lockerung rechts bei Z.n. Tumor, Primarius Ewing- Sarkom		marginale Resektion	R0
18	w	03.04.2002	73	Osteosarkom	Os Ileum rechts	marginale Resektion	R0
19	m	25.04.2002	53	Schilddrüsen-Ca Metastase	linkes Os Ileum	intraläsional	R1
20	m	10.06.2002	66	Chondrosarkom	rechtes Acetabulum	marginale Resektion	R0
21	m	19.06.2002	44	Chondrosarkom Becken	Os Pubis rechts, Os Ileum links	intraläsional	R1
22	m	03.07.2002	68	MFH	linkes Acetabulum	intraläsional	R2
23	m	05.09.2002	62	Chondrosarkom	Acetabulum links	intraläsional	R1
24	w	07.10.2002	66	Hypernephrom- Metastase	Acetabulum links	intraläsional	R2
25	m	16.03.2004	62	Hypernephrom- Metastase	Acetabulum rechts	weit	R0
26	w	05.02.2004	47	Z.n. Beckenteilresek- tion rechts bei Chondrosarkom	Os Pubis rechts	marginal	R0
27	w	24.03.2004	61	Nierenzell- karzinom- metastase	Acetabulum rechts, Schambein rechts	marginale Resektion	R0
28	m	22.04.2004	27	Primarius Ewing- Sarkom	Os Ischii links	marginal	R0
29	m	09.09.2004	61	Chondrosarkom	Acetabulum rechts	marginale Resektion	R0
30	w	16.03.2005	42	Liposarkom	Os ileum rechts	marginal	R0
31	m	04.05.2005	27	Ewing-Sarkom	Os Ileum rechts	marginal	R0
32	m	10.05.2005	32	Nasopharynx-Ca Metastase	Acetabulum links	marginal	R0
33	w	29.08.2005	67	Hypernephrom- Metastase	Os Ileum links	intraläsional	R1

34	m	22.09.2005	34	Chondrosarkom	Os Ileum rechts	intraläsional	R2
35	w	20.02.2006	65	MFH	Os Ileum rechts	intraläsional	R1
36	m	13.11.2006	55	Nierenzellkarzinom metastase	Acetabulum rechts	marginal	R0
37	w	01.02.2007	43	Metastase Mundboden-Carcinom	Femurkopf und Tuber ischiadicum rechts	intraläsional	R1
38	m	14.02.2007	50	Hypernephrom-Metastase	rechte Becken	marginal	R0
39	m	08.03.2007	60	Sarkom (MPNS-Tumor), Z.n. Radiatio bei Lymphom	linkes Becken	intraläsional	R1
40	m	30.04.2007	62	Metastase Nierenzell-Carcinom	Acetabulum und Os Ileum rechts	marginal	R0
41	m	26.06.2007	41	Chondrosarkom	Os Ileum rechts	marginal	R0
42	w	23.08.2007	56	Mamma-Ca Metastase	rechtes Acetabulum	marginal	R0
43	w	05.11.2008	43	Malignes Hämangioperizytom	Os Ileum und Os pubis links	intraläsional	R2

Die Nachuntersuchung gestaltete sich so, dass zunächst in Zusammenarbeit mit dem Patienten die erhobenen Daten überprüft und, wenn nötig, vervollständigt wurden. Danach wurde der Patient anamnestiziert, es wurde ein konventionelles Röntgenbild des Beckens angefertigt (a.p.-Aufnahme auf die Symphyse zentriert) und das Ergebnis nach dem MSTS-Score nach Enneking („Functional Evaluation Of Reconstructive Procedures System“) erfasst [Enneking 1993, S.243].

3.2 Evaluationssystem der MSTS

Bei dem Evaluationssystem der Musculoskeletal Tumor Society handelt es sich um ein weltweit angewandtes System der Evaluation von Funktionen nach Knochentumorerkrankungen, mit welchem funktionelle Ergebnisse standardisiert und valide verglichen werden können. Das „ Functional Evaluation of Reconstructive Procedures System“ nach Enneking beinhaltet sechs verschiedene Faktoren: Schmerz, Funktion, Gehstrecke, Unterstützung, emotionale Akzeptanz und Gangbild.

Diesen werden jeweils 0 bis 5 Punkte zugeteilt. Den Werten 0, 1, 3, 5 liegen definierte Anforderungen zugrunde; 2 und 4 sind Zwischenwerte, die der Untersucher bei nicht eindeutig erfüllten Kriterien angeben kann.

Zur Vereinfachung und zum besseren Vergleich können die Gesamtergebnisse in Prozent von der maximal erreichbaren Punktzahl (30 Punkte = 100%) angegeben und mit sehr gut, gut, zufriedenstellend und schlecht beschrieben werden. Dabei haben Patienten mit 0-25% (0-7,5 Punkte) ein schlechtes, mit 26-50% (8-15 Punkte) ein zufriedenstellendes, mit 51-75% (16-22,5 Punkte) ein gutes und mit 76-100% (23-30 Punkte) ein sehr gutes Ergebnis.

3.3 Daten

3.3.1 Datenerhebung

Die Datenerhebung erfolgte aus Operationsbüchern, Patientenakten und Ambulanzkarten. Fehlende, unsichere oder aus den genannten Quellen nicht zu erhebende Daten wurden direkt durch Patientenbefragung ergänzt bzw. berichtigt. Bei einigen Patienten, die zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits verstorben waren, wurde Kontakt mit dem zuständigen Standesamt aufgenommen, um das genaue Todesdatum sowie die Todesursache herauszufinden. Mit den Patienten wurde hinsichtlich der Frage, ob sie sich für eine Nachuntersuchung zur Verfügung stellen würden, telefonisch bzw. schriftlich Kontakt aufgenommen.

Folgende Daten wurden von den Patienten erhoben:

- Vollständiger Name
- Geburtsdatum
- Geschlecht
- Operationsdatum
- Alter zum Zeitpunkt der Operation
- Diagnose
- Lokalisation des Tumors

- Staging nach Enneking 1980
- Resektionsgrenzen (radikal, weit, marginal, intraläsional)
- Resektionsrand (R0, R1, R2)
- Wurde präoperativ oder postoperativ eine Strahlen- und/ oder Chemotherapie durchgeführt?
- Hat der Primärtumor metastasiert?
- Gab es ein Lokalrezidiv?
- Traten peri- oder postoperativ Komplikationen mit Einfluss auf das Ergebnis auf? (Luxation, Paresen, Infektion, Tiefe Bein- oder Beckenvenenthrombosen, Materialkomplikationen)
- Bei den bereits verstorbenen Patienten: Todesdatum und Todesart

3.3.2 Geschlecht und Alter

Die Beckentumoren verteilen sich auf 19 weibliche und 24 männliche Patienten, im Alter von 14 bis 77 Jahren (Durchschnittsalter: 54,14 Jahre). 29 der 43 Patienten waren zum Zeitpunkt der Operation älter als 50 Jahre (67,4%). Die meisten Patienten sind in der Altersgruppe 60 bis 65 Jahre zu finden (20,9%).

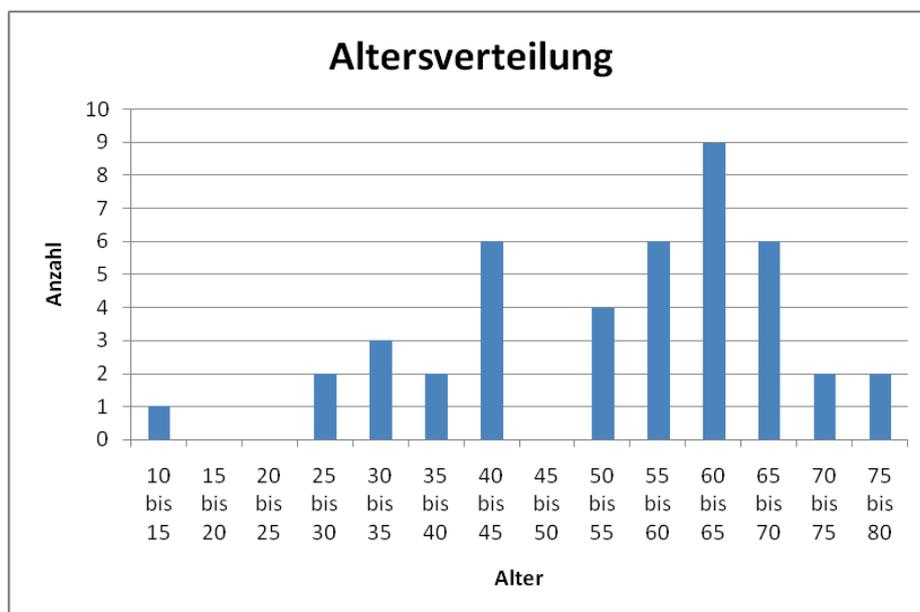


Abbildung 3: Altersverteilung der Patienten

3.3.3 Altersverteilung

Das durchschnittliche Alter der Patienten mit den Primärtumoren (n=22) beträgt 48,63 Jahre (Median = 44,5 Jahre), während die Patienten mit den Sekundärtumoren im Durchschnitt 59,86 Jahre (Median = 61,0 Jahre) alt sind. Dieser Unterschied ist zwar nicht signifikant ($p=0,052$), aber eine Tendenz ist feststellbar (Test nach Mann-Whitney [Mann 1947, S.52]).

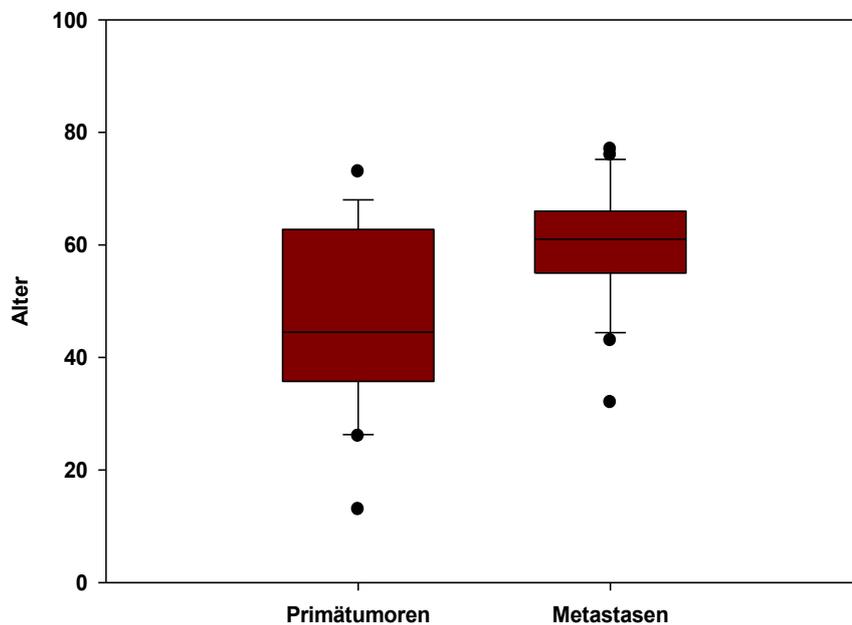


Abbildung 4: Altersverteilung bei Primärtumoren und Metastasen

3.3.4 Diagnosen

Die Tumoren verteilten sich auf 22 Primärtumoren und 21 Metastasen (s. Tabelle 4).

Tabelle 4: Diagnosen der Patienten

Primärtumoren	Anzahl	Metastasen	Anzahl
Chondrosarkom	10	Nierenzellkarzinom	11
Ewing-Sarkom	4	Mammakarzinom	3
Malignes Fibröses Histiozytom	3	Schilddrüsenkarzinom	2
MPNS-Tumor	2	Zungengrundkarzinom	2
Osteosarkom	1	Nasopharynxkarzinom	1
Liposarkom	1	Rektumkarzinom	1
Malignes Hämangioperizytom	1	Prostatakarzinom	1

Das Chondrosarkom ist mit 45,4% die häufigste Entität unter den Primärtumoren, gefolgt vom Ewing-Sarkom (18,2%) und dem Malignen Fibrösen Histiozytom (13,6%), sowie dem MPNS-Tumor (9,1%). Jeweils 4,5% entfallen auf Osteosarkom, Liposarkom und Malignes Hämangioperizytom.

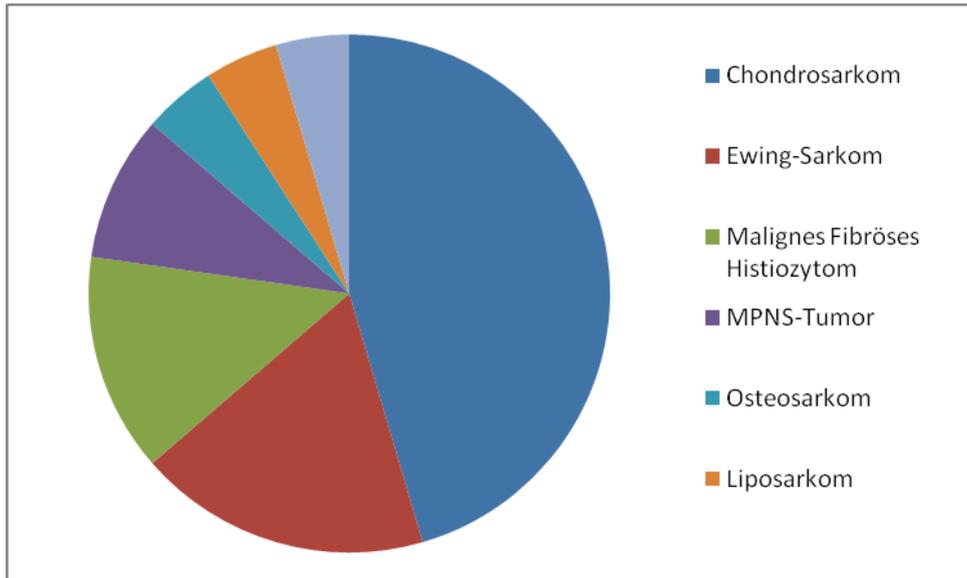


Abbildung 5: Diagnosenverteilung der Primärtumoren

Mehr als die Hälfte der Metastasen entfallen auf das Nierenzellkarzinom (52,4%), gefolgt vom Mammakarzinom (14,3%), Schilddrüsenkarzinom (9,5%) und Zungengrundkarzinom (9,5%). Jeweils 4,8% entfallen auf Nasopharynxkarzinom, Rektumkarzinom und Prostatakarzinom.

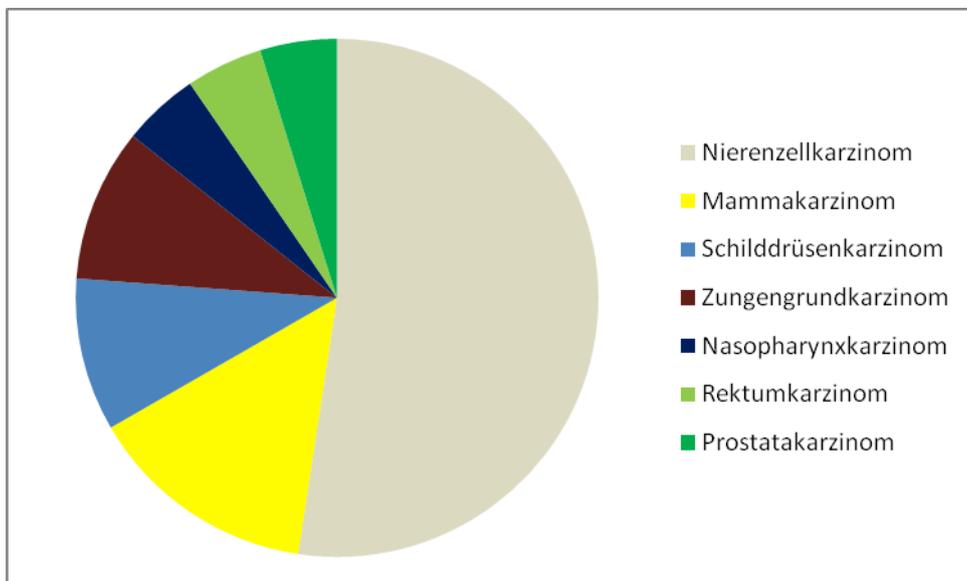


Abbildung 6: Diagnosenverteilung der Sekundärtumoren

3.3.5 Resektionsgrenzen

In 8 Fällen (18,6%) erfolgte eine weite Resektion (Primärtumor n = 2(9,1%), Metastase n = 6(28,6%)), in 22 Fällen (50,9%) eine marginale Resektion (Primärtumor n = 13(59,1%), Metastase n = 8(38,1%)) und in 13 Fällen (30,2%) eine intraläsionale Resektion (Primärtumor n = 6 (28,6%), Metastase n = 7(33,3%)).

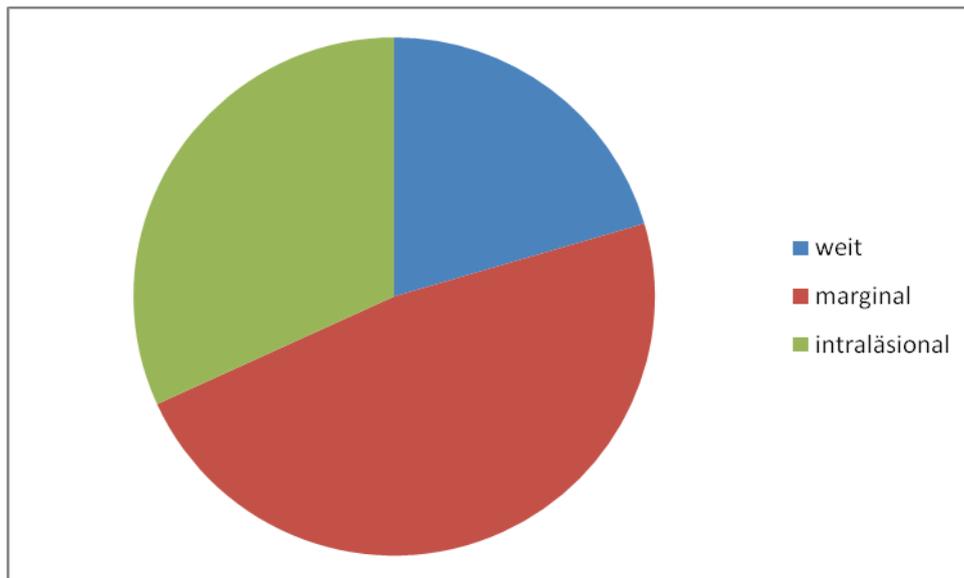


Abbildung 7: Verteilung der Resektionsgrenzen

3.3.6 Resektionsränder

Bei insgesamt 30 der 43 Patienten gelang es, eine R0-Resektion durchzuführen. Dies entspricht 69,77% der operierten Patienten. Bei 9 Patienten erfolgte eine R1-Resektion (20,94%) und bei 4 Patienten eine R2-Resektion (9,3%). Teilt man das Patientenkollektiv in Primärtumoren und Metastasen kann man feststellen, dass bei jeweils 15 Patienten eine R0-Resektion erfolgte (68,18% bei Primärtumoren, 71,43% bei Metastasen). Eine R1-Resektion erfolgte bei 4 Patienten mit Primärtumoren (18,18%) und bei 5 Patienten mit Metastasen (23,81%), eine R2-Resektion bei 3 Patienten mit Primärtumoren (13,64%) und bei einem Patienten mit einer Metastase (4,76%). Der hohe Anteil an R1 bzw. R2-Resektionen bei den Primärtumoren ist dadurch zu erklären, dass in unserem Patientenkollektiv das durchschnittliche

Volumen der Primärtumoren deutlich größer war, als das der Metastasen (siehe Punkt 3.3.7).

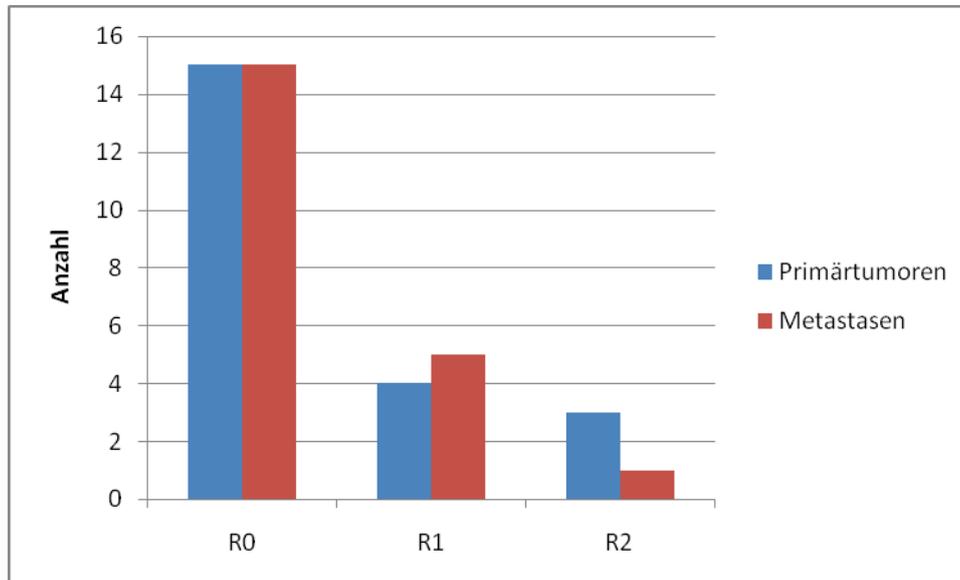


Abbildung 8: Verteilung der Resektionsränder bei Patienten mit Primär- und Sekundärtumoren

3.3.7 Tumorvolumina

Die Volumina der Primärtumoren reichten von 243 cm³ bis 2848 cm³. Die kleinste Metastase hatte ein Volumen von 174 cm³, die größte ein Volumen von 960 cm³. Durchschnittlich waren die Primärtumoren mit einem Volumen von 764 cm³ deutlich größer als die Metastasen mit einem durchschnittlichen Volumen von 522 cm³. Dieser Unterschied ist zwar statistisch nicht signifikant ($p = 0,166$), aber eine Tendenz ist feststellbar (Test nach Mann-Whitney [Mann 1947, S. 52]). Durch die Größe der Primärtumoren kann auch erklärt werden, warum nur in 2 Fällen bei den Primärtumoren eine weite Resektion erzielt werden konnte.

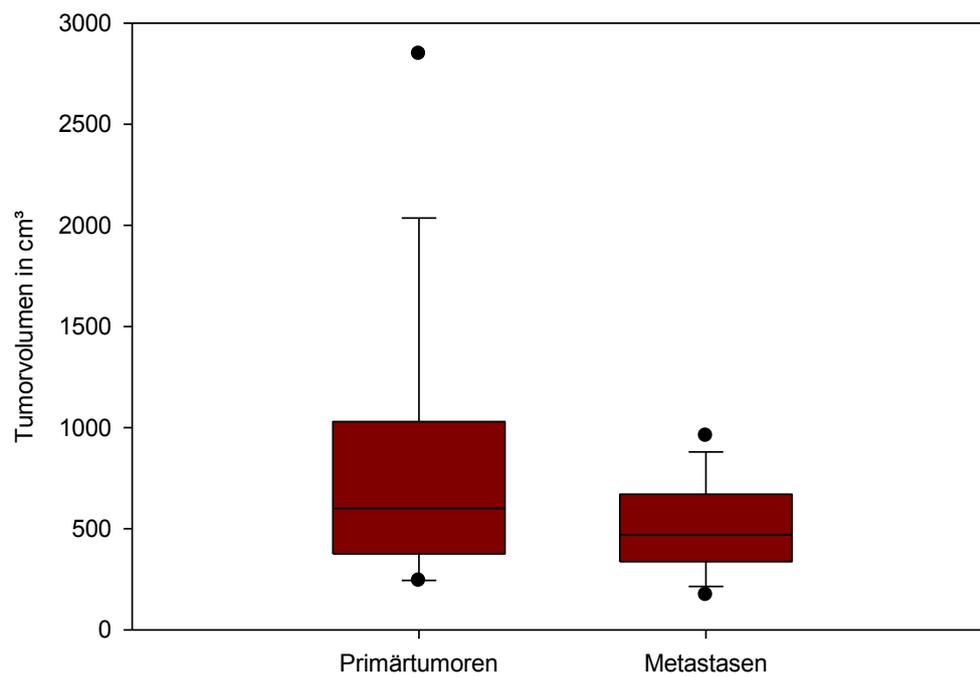


Abbildung 9: Tumorzumina der Primärtumoren und Metastasen

3.3.8 Staging

Am häufigsten wurden die Primärtumoren in die Stadien IIB (n=9) und IIIB (n=8) eingestuft. Außerdem wurden 4 Primärtumoren in Stadium IIA und einer in Stadium IB eingestuft.

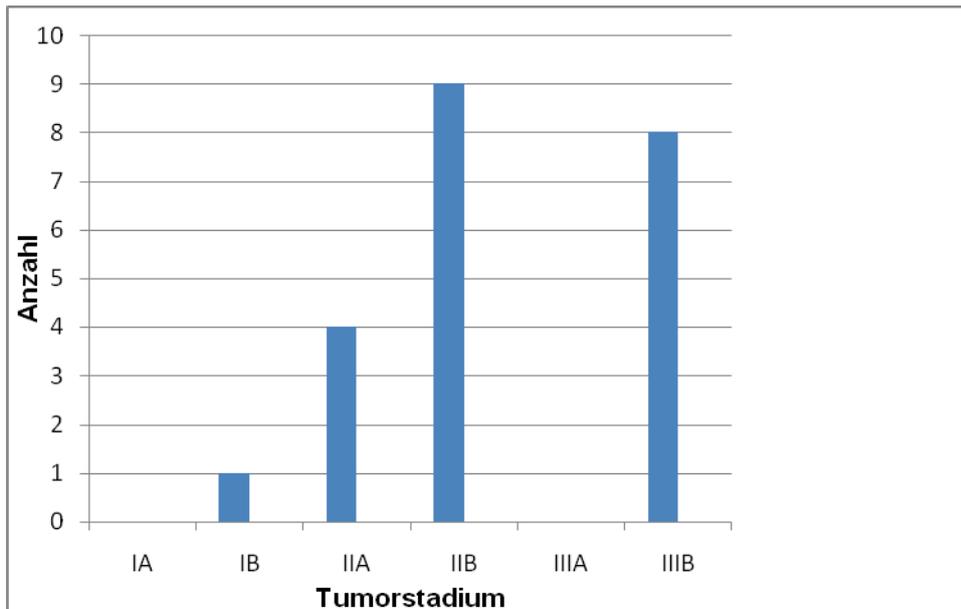


Abbildung 10: Verteilung der Tumorstadien bei den Primärtumoren

3.3.9 Todesursachen

Von dem gesamten Patientenkollektiv waren bereits 24 zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung verstorben (55,81%). Von den Patienten mit Primärtumoren waren 10 verstorben (45,45%), von denen mit Metastasen 14 (66,67%). Dieser Unterschied ist statistisch nicht signifikant ($p = 0,171$).

19 der 24 Verstorbenen sind an einem Fortschreiten der Tumorerkrankung verstorben und 5 an anderen Todesursachen (zweimal Myokardinfarkt, jeweils einmal Lungenembolie, Akutes Nierenversagen und Akute Respiratorische Insuffizienz).

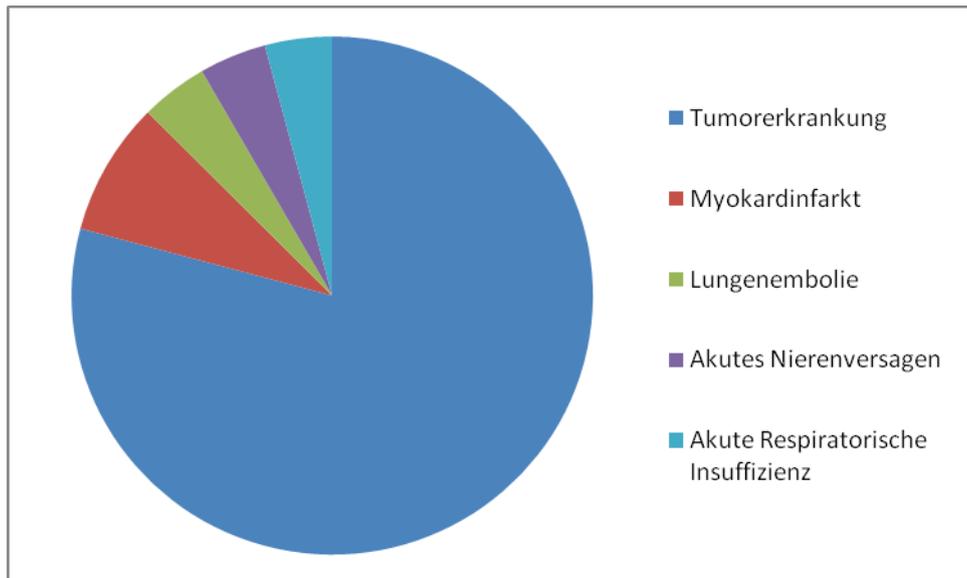


Abbildung 11: Verteilung der Todesursachen

4. Ergebnisse

4.1 Überleben

Die Patienten überlebten im Durchschnitt 53,0 Monate (4,4 Jahre). Nach einem Jahr waren noch 83,72% am Leben (P:81,81%; M: 85,70%), nach 2 Jahren noch 67,44% (P: 63,63%; M: 71,42%), nach 5 Jahren waren es noch 37,19% (P: 40,90%; M: 33,33%).

Die Patienten mit Primärtumoren lebten im Durchschnitt 62,8 Monate (5,2 Jahre), die Patienten mit Metastasen 42,7 Monate (3,6 Jahre). Dieser Unterschied ist statistisch nicht signifikant ($p = 0,535$).

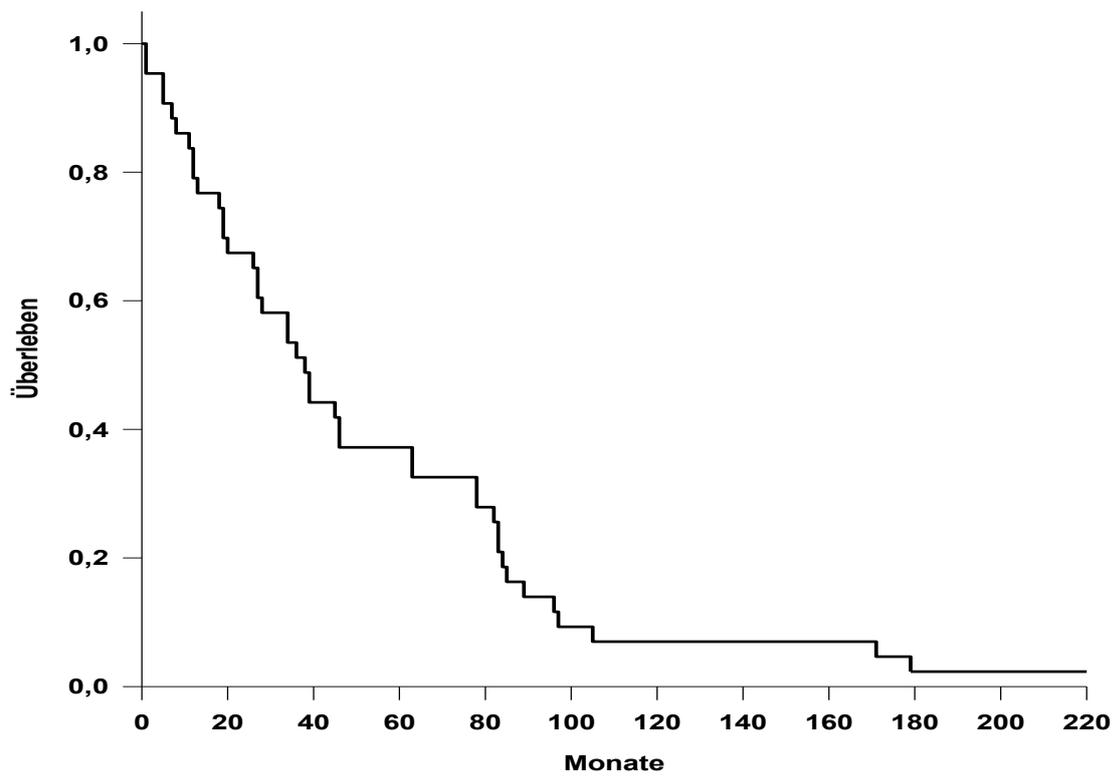


Abbildung 12: Überlebenskurve des Gesamtkollektivs nach Kaplan-Meier [Kaplan 1952, S. 473]

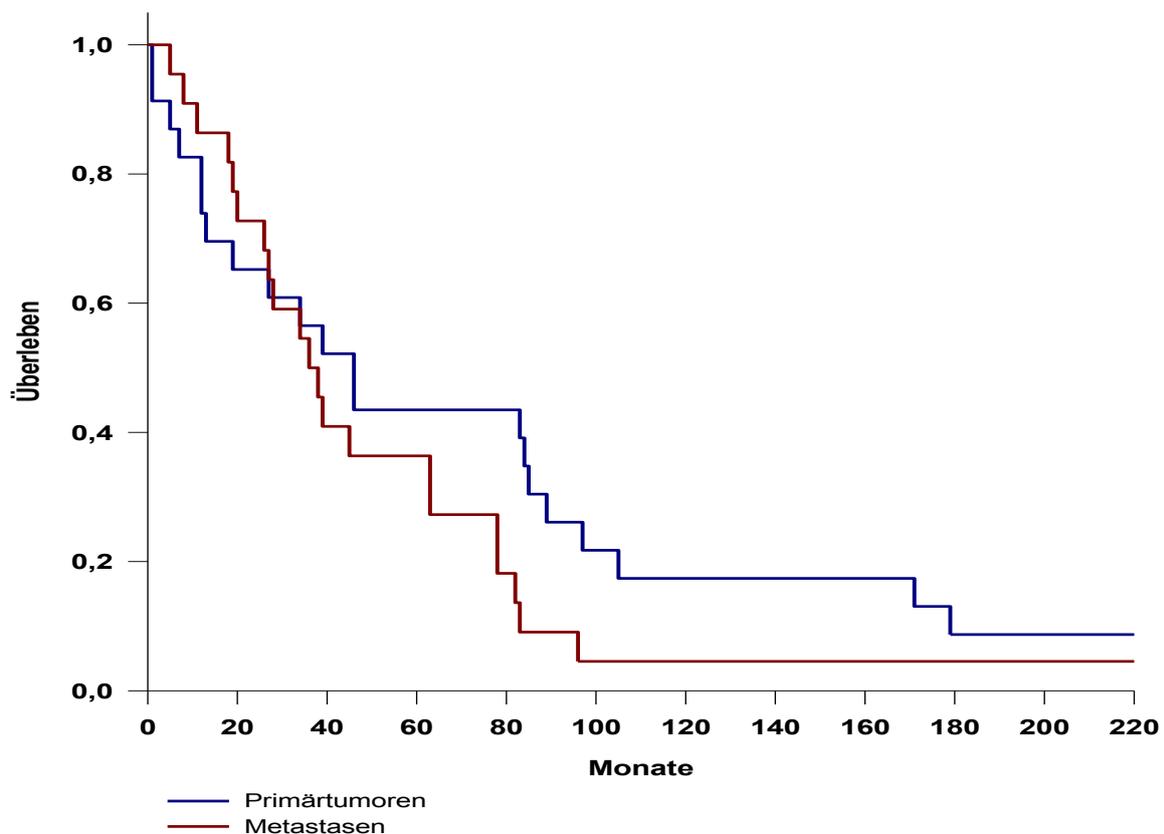


Abbildung 13: Überlebenskurven bei Patienten mit Primärtumoren und Metastasen im Vergleich [Kaplan 1952, S. 473]

Analysiert man die Überlebensraten auch in ihrer Abhängigkeit von den Resektionsgrenzen kann man sehen, dass die Überlebensrate von den Resektionsgrenzen abhängt. Die Patienten bei denen der Tumor intraläsional reseziert wurde, überlebten im Durchschnitt 33,1 Monate (2,8 Jahre) und erreichten eine 5-Jahres-Überlebensrate von 23,08%. Patienten, bei denen der Tumor mit marginaler Resektionsgrenze reseziert wurde, überlebten durchschnittlich 66,0 Monate (5,5 Jahre) und erreichten eine 5-Jahres-Überlebensrate von 42,86%. Wenn der Tumor mit weiter Resektionsgrenze entfernt wurde, überlebten die Patienten im Durchschnitt 51,7 Monate (4,3 Jahre) und die 5-Jahres-Überlebensrate betrug hier 44,4%. Diese Unterschiede im Überleben in Abhängigkeit von den Resektionsgrenzen sind statistisch nicht signifikant ($p = 0,079$). Die Patienten mit marginalen Resektionsrändern haben in unserem Kollektiv am Längsten überlebt. Es

wurde hier nur die chirurgische Therapie als Kriterium herangezogen, jedoch haben auch andere Therapiemodalitäten, wie die Chemo- und Strahlentherapie, Einfluss auf das Überleben der Patienten. Von den Patienten mit primären malignen Knochentumoren wurden 2 präoperativ mit einer Strahlentherapie bzw. 6 Patienten mit einer neoadjuvanten Chemotherapie zur Tumorverkleinerung behandelt.

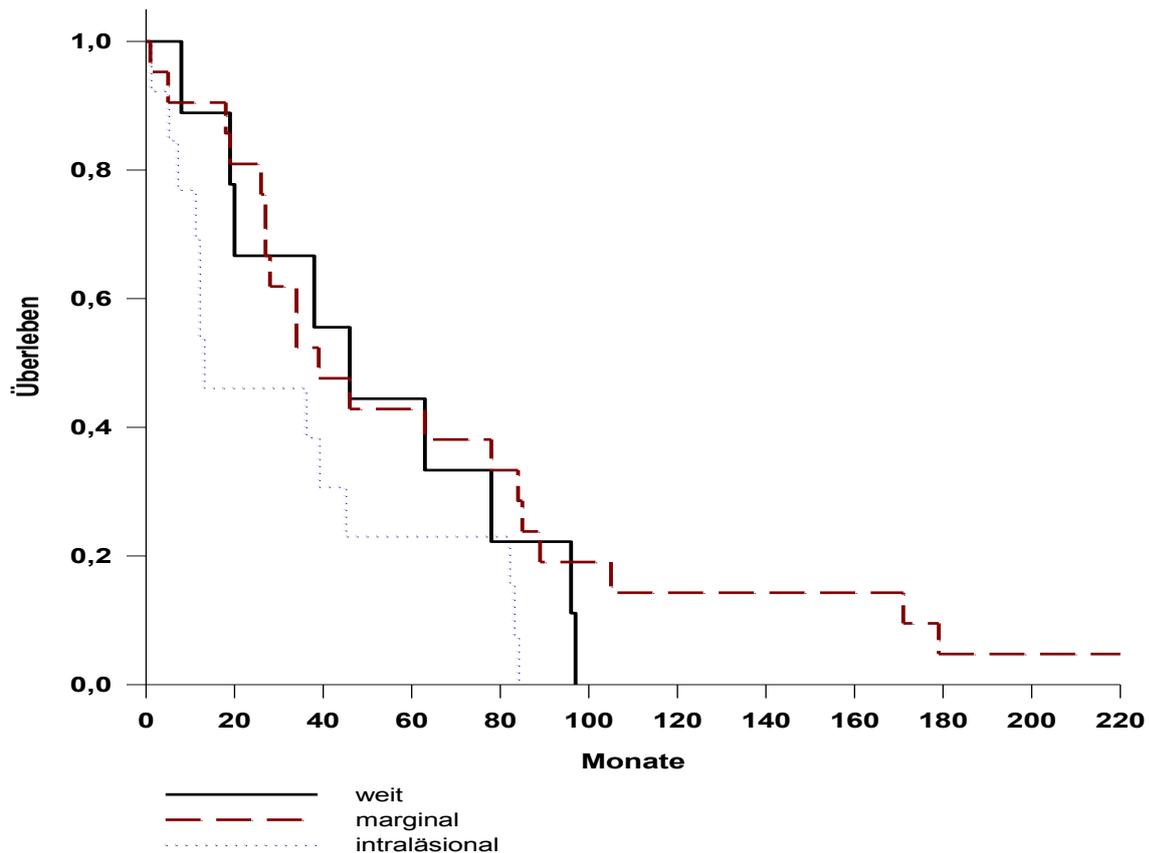


Abbildung 14: Überlebenskurven in Abhängigkeit von der Resektionsgrenze [Kaplan 1952, S. 473]

4.2 Funktionelle Ergebnisse

Funktionelle Ergebnisse konnten von 11 der insgesamt 43 Patienten erhoben werden. Der durchschnittlich erreichte Punktwert entspricht 11,55 Punkten (Median = 12 Punkte), was einem Prozentwert von 38,49% entspricht (Median = 40,0%). Das schlechteste Ergebnis lag bei 5 Punkten (16,70%), das Beste bei 18 Punkten (60,0%).

Teilt man das Patientenkollektiv nach Primär- und Sekundärtumoren auf, so kann man feststellen, dass die Patienten mit Primärtumoren (n = 8) durchschnittlich 10,38 Punkte bzw. 34,58% erreichen. Das Minimum lag bei 5 Punkten (16,70%), das Maximum bei 18 Punkten (60%).

Die Patienten mit Metastasen (n = 3) erreichten im Durchschnitt 14,67 Punkte bzw. 48,89%. Hier lag das Maximum bei 17 Punkten (56,70%) und das Minimum bei 11 Punkten (36,67%).

Tabelle 5: Funktionelle Ergebnisse der Patienten (Mittelwerte)

	Gesamtes Kollektiv Mittelwerte	Primärtumoren Mittelwerte	Metastasen Mittelwerte
Schmerz	3,09	2,63	4,33
Funktion	1,45	1,38	1,67
emotionale Akzeptanz	3,36	2,88	4,67
Hilfsmittel	0,82	0,75	1,0
Gehfähigkeit	2,0	2,0	2,0
Gangbild	0,91	0,88	1,0
Summe	11,55 Punkte (38,49%)	10,38 Punkte (34,58%)	14,67 Punkte (48,89%)

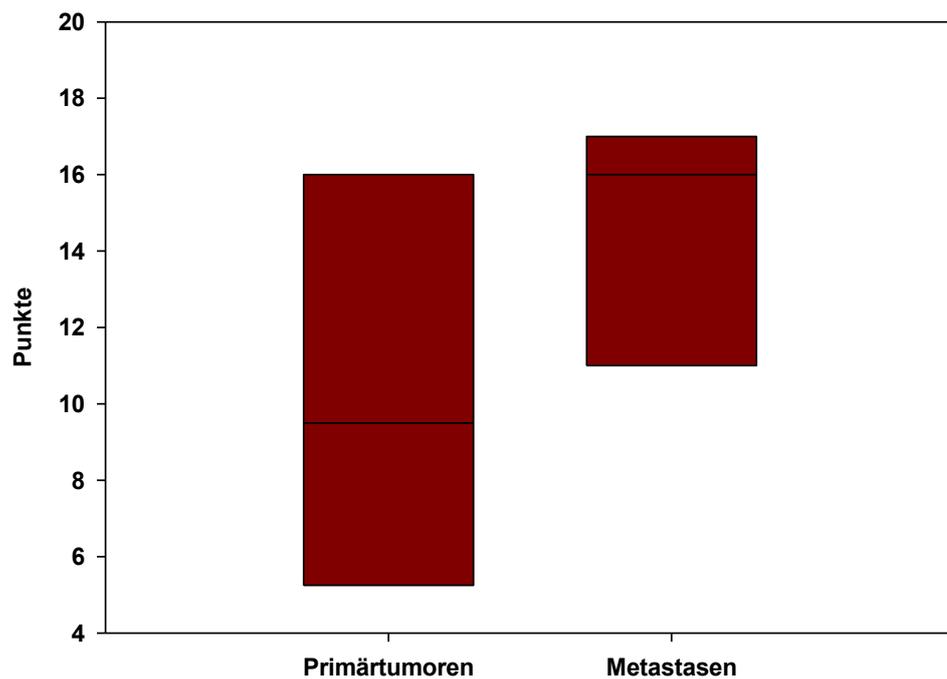


Abbildung 15: Funktionelle Ergebnisse im Vergleich zwischen Primärtumoren und Metastasen

Patienten bei denen peri- oder postoperativ keine Komplikationen auftraten ($n = 5$) erreichten eine durchschnittliche Punktzahl von 10,4 Punkten (34,67%), während die Patienten mit peri- oder postoperativen Komplikationen im Durchschnitt 12,5 Punkte (41,67%) erreichten. Zwischen den beiden Gruppen besteht kein statistisch signifikanter Unterschied ($p = 0,526$).

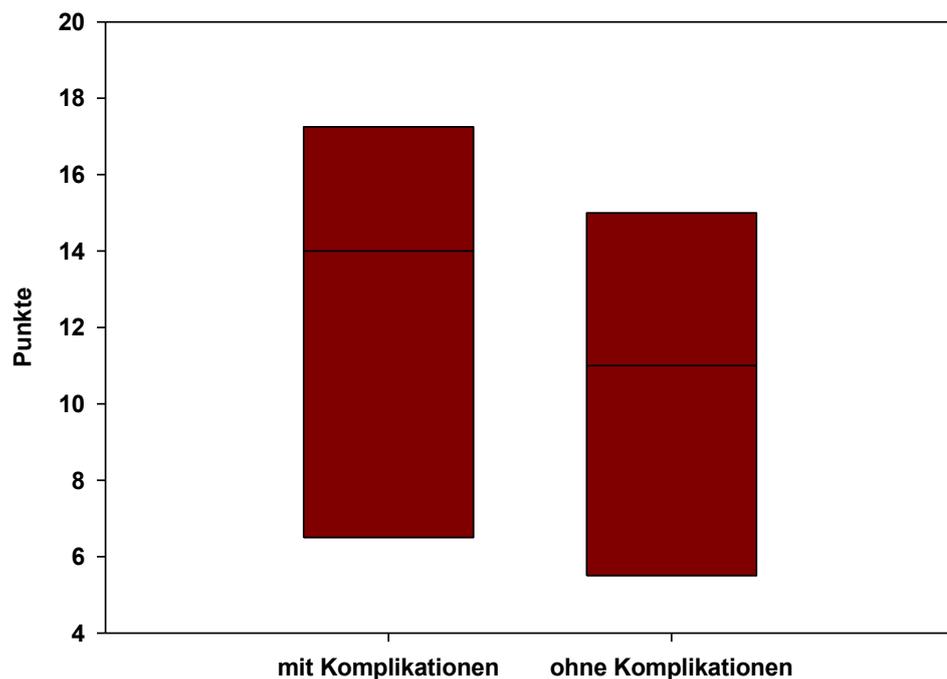


Abbildung 16: Funktionelle Ergebnisse im Vergleich zwischen Patienten mit und ohne peri- oder postoperative Komplikationen

Bewertet man die Ergebnisse nach dem ursprünglichen System, so erreichten 4 Patienten ein gutes (36,4%), 3 Patienten ein zufriedenstellendes (27,3%) und 4 Patienten ein schlechtes Ergebnis (36,4%).

4.3 Komplikationen

Bei insgesamt 18 der 43 Patienten traten peri- oder postoperative Komplikationen mit Einfluss auf das spätere Ergebnis auf. Dies entspricht 41,9%. Betrachtet man die Patienten mit Primärtumoren und Metastasen getrennt voneinander, hatten Erstere eine Komplikationsrate von 45,4% (n = 10) und Letztere eine Komplikationsrate von 38,1% (n = 8).

Die häufigste Komplikation war die Luxation (n = 8) mit 18,6%. Bei den Patienten mit Primärtumoren waren es 22,73% (n = 5) und bei den Patienten mit Metastasen 14,29% (n = 3). Am Zweithäufigsten, mit einem Anteil von 16,28% (n = 7), trat eine Parese auf. Diese trat bei Patienten mit Primärtumoren in 22,73% (n = 5) und bei Patienten mit Metastasen in 9,52% (n = 2) der Fälle auf. Danach kommen die tiefe Infektion mit 5 Fällen (11,63%; Primärtumoren n = 1 = 4,55%; Metastasen n = 4 = 19,05%), der Prothesenbruch mit 2 Fällen (4,65%; Primärtumoren n = 1 = 4,55%; Metastasen n = 1 = 4,76%), eine Lungenembolie mit einem Fall (2,33%; bei einem Patienten mit Primärtumor), eine Beinverkürzung >2cm in einem Fall (2,33%; bei einem Patienten mit Primärtumor) und einer Prothesenlockerung in einem Fall (2,33%; bei einer Patientin mit Metastase).

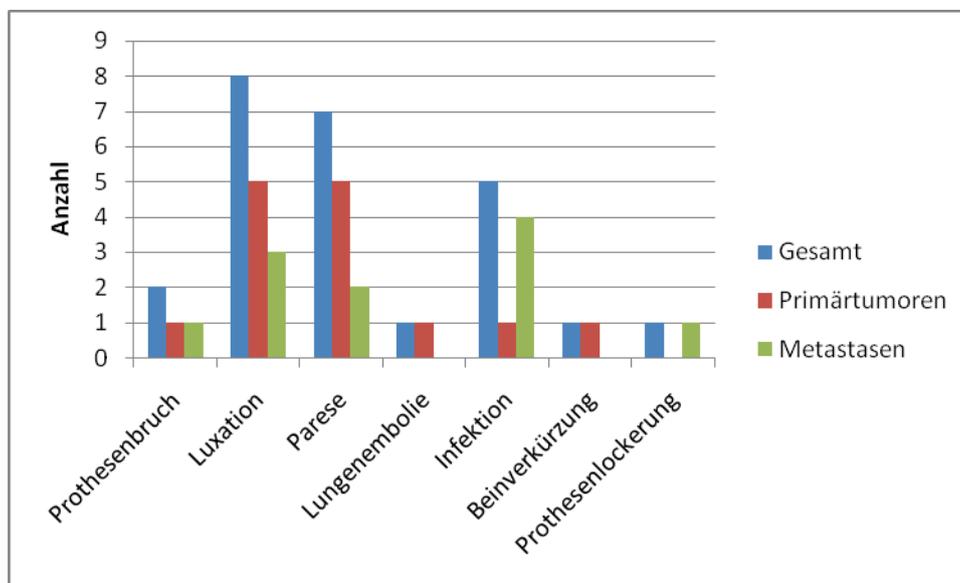


Abbildung 17: Verteilung der Komplikationen

4.4 Lokalrezidive

In insgesamt 5 Fällen traten Lokalrezidive auf (11,63%). 4 davon traten bei Patienten mit Primärtumoren auf (18,18%), ein Lokalrezidiv trat bei einem Patienten mit Metastase eines Nierenzellkarzinoms auf (4,76%).

Analysiert man die Anzahl der Lokalrezidive in Abhängigkeit von der Resektionsgrenze so stellt man fest, dass 4 Lokalrezidive bei intraläsionaler

Resektion (28,57%) und nur 1 Lokalrezidiv bei marginaler Resektion aufgetreten sind. Die Zeit bis zur Diagnosestellung des Lokalrezidivs betrug durchschnittlich 12,6 Monate (7-24 Monate).

4.5 Fernmetastasen der Primärtumoren

Bei 8 Patienten kam es im Verlauf zu einer Metastasierung des Primärtumors. Das entspricht 36,36%. Am häufigsten fanden sich Metastasen in der Lunge (n = 5; 22,73%), gefolgt von Skelettm metastasen in 2 Fällen (9,09%) und einer Metastasierung in die Leber (4,55%).

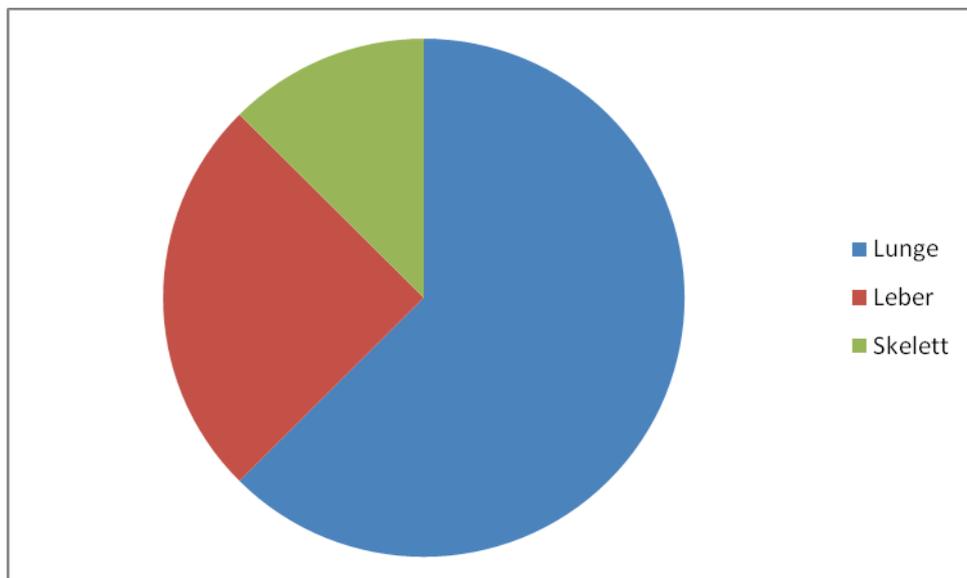


Abbildung 18: Verteilung der Metastasen bei Patienten mit Primärtumoren

4.6 Radiologische Ergebnisse

Bei den 11 Patienten, die funktionell evaluiert werden konnten, wurde bei der Nachuntersuchung ein konventionelles Röntgenbild angefertigt. Dabei zeigte sich in 8 Fällen ein regelrechter Sitz der Prothese (72,7%). In 2 Fällen wurde durch das Röntgenbild eine Lockerung der Prothese diagnostiziert (18,2%) und in einem Fall ein Prothesenbruch (9,09%).

Exemplarisch soll hier der Behandlungsverlauf einer Patientin vorgestellt werden. Die Patientin stellte sich erstmals im Dezember 2004 mit Schmerzen im Bereich der linken Hüfte vor. Außerdem war ein Tumor im Bereich des linken Hüftgelenks tastbar. Die Hauptmasse des Tumors befand sich im Bereich des linken Acetabulums. Der radiologische Befund ist in der folgenden Abbildung zu sehen. Man sieht eine ca. 4x5 cm große, septierte Osteolyse im Bereich des linken Acetabulums. Die Gelenkfläche erscheint intakt.



Abbildung 19: präoperativer Befund

Im weiteren Verlauf wurde eine Biopsie aus der Raumforderung entnommen. Bei der histologischen Aufarbeitung des Biopsats konnte festgestellt werden, dass es sich um eine Metastase des, bei der Patientin bereits bekannten, Nierenzellkarzinoms handelt.

Im August 2005 wurde das linke Acetabulum und der kaudale Anteil des Os Ileum reseziert und es wurde eine Beckenspezialprothese implantiert. Der weitere

postoperative Verlauf gestaltete sich komplikationslos. In der folgenden Beckenübersichtsaufnahme ist der postoperative Status erkennbar.

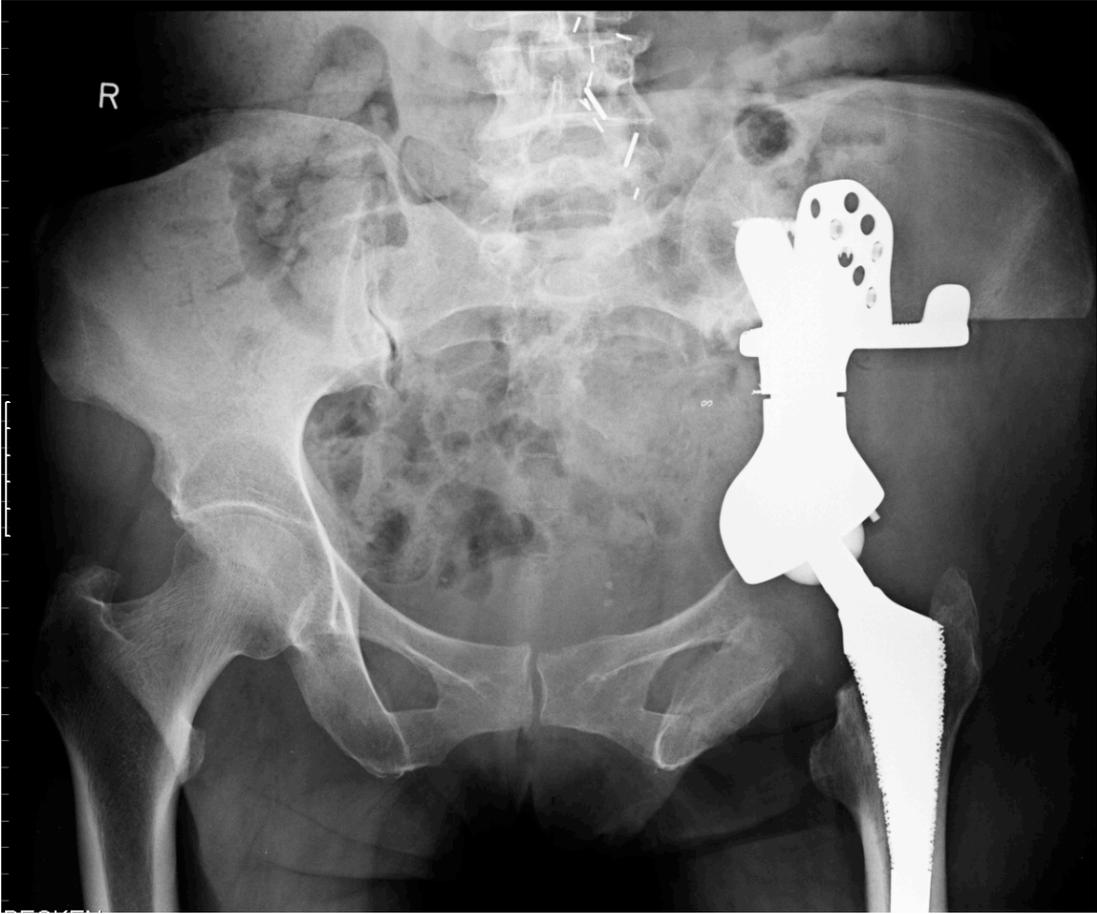


Abbildung 20: Beckenübersicht postoperativ

5. Diskussion

Das Ziel dieser Studie ist es, das funktionelle Ergebnis, die Komplikationen und das Überleben der Patienten nach Resektion eines malignen Tumors des Beckens und Rekonstruktion mit einer Beckenteilprothese zu evaluieren.

5.1 Überleben

24 von 43 operierten Patienten waren zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits verstorben. Die mittlere Überlebenszeit für alle unsere Patienten betrug 53 Monate (4,4 Jahre), rangierend von 1,0 Monat bis 227 Monaten bzw. 18,92 Jahren. Die Patienten, bei denen ein Primärtumor reseziert wurde, überlebten im Durchschnitt 62,8 Monate (5,2 Jahre), wobei die Patienten, bei denen eine Metastase reseziert wurde, durchschnittlich 42,7 Monate (3,6 Jahre) nach der Operation überlebten.

Diese Ergebnisse sind in etwa vergleichbar mit denen von Bruns et al., deren Patienten eine mittlere Überlebenszeit von 5,1 Jahren hatten (2 Wochen bis 13,5 Jahre) [Bruns 1997, S.27].

Von unseren Patienten waren nach einem Jahr noch 83,7% am Leben (P: 81,8%; M: 85,7%), nach 2 Jahren noch 67,4% (P: 63,3%; M: 71,4%) und nach 5 Jahren waren es noch 37,2% (P: 40,9%; M: 33,3%).

Die Angaben über die Überlebensraten nach der Operation variieren in der Literatur teilweise stark. Bei Harrington et al. lebten 2 Jahre nach der Operation noch 52% von insgesamt 58 untersuchten Patienten, während beispielsweise Marco et al. nach 2 Jahren nur von einer Überlebensrate von 13% von 55 Patienten berichten [Harrington 1981, S.658; Marco 2000, S.645]. Nach Marco et al. ist dies auf das unterschiedliche Patientenkollektiv und die unterschiedliche Indikationsstellung für eine OP zurückzuführen [Marco 2000, S.645]. So orientierten sich Harrington et al. bei der Indikationsstellung an der An- bzw. Abwesenheit von Metastasen und der Lebenserwartung, wohingegen Marco et al. eine Operation vom Ausmaß der

Infiltration des Acetabulums und der Schmerzen beim Gehen abhängig machten (Harrington 1981, S.658; Marco 2000, S.645]. Jeys et al. beobachteten 28 Patienten nach der Implantation einer Beckenendoprothese für 15 Jahre. Bei ihren Patienten ergab sich nach 10 Jahren sogar eine Überlebensrate von 59,9% [Jeys 2008, S.1267].

Einen entscheidenden Einfluss auf das Überleben der Patienten haben die Resektionsgrenzen. In unserem Patientengut hatten Patienten bei denen der Tumor mit intraläsionaler Resektionsgrenze entfernt wurde eine 5-Jahres-Überlebensrate von 23,1%, wohingegen von den Patienten mit marginal resezierten Tumoren nach 5 Jahren noch 42,9% und von den Patienten mit weiten Resektionsgrenzen noch 44,4% lebten.

Zu ähnlichen Ergebnisse kamen Wirbel et al., bei denen alle Patienten, deren Resektionsgrenzen intraläsional verliefen, nach 5 Jahren bereits tot waren. Bei den Patienten mit weiten Resektionsgrenzen war die 5-Jahres-Überlebensrate 76% und bei denen mit marginalen Resektionsgrenzen 46%. Die Art der Operation hatte keinen Einfluss auf das Outcome, wohl aber das Tumorstadium und die Resektionsgrenzen [Wirbel 2001, S.195]. Prinzipiell ist zu formulieren, dass eine R1- und R2- Resektion bei primär malignen Knochentumoren vermieden werden sollte [Tunn 2007, S.758]. Im Falle von Knochenmetastasen des Beckens kann eine postoperative Strahlentherapie nach einer R1-Resektion zu einer lokalen Tumorkontrolle führen.

Die Ergebnisse von anderen Autoren zeigen auch, dass das Überleben in hohem Grade vom Tumorstadium abhängig ist. Da sich in unserem Kollektiv nur ein Patient mit einem niedrig-malignen Tumor befindet macht ein Vergleich mit den hoch-malignen Tumoren keinen Sinn. Andere Autoren berichten, dass niedrig-maligne Tumoren eine bessere Prognose haben [Wirbel 2001, S.195; Ozaki 1997, S.335; Aboulafia 1995, S.3364]. Patienten mit niedrig-malignen Tumoren hatten ein 5-Jahres-Überleben von 86%, während von den Patienten mit hoch-malignen Tumoren nur 42 % die ersten 5 Jahre nach Operation überlebten.

Diese Überlebensraten sind nicht niedriger als nach externer Hemipelvektomie. Ham et al. stellten in ihrer Studie einen Vergleich zwischen externer und interner

Hemipelvektomie an und kamen zu dem Ergebnis, dass die Überlebensraten nach innerer Hemipelvektomie signifikant besser waren, als die nach externer Hemipelvektomie [Ham 1997, S.544]. Zu dem gleichen Ergebnis kamen auch Huth et al [Huth 1988, S.1123].

5.2 Funktionelle Ergebnisse

Das Funktionelle Ergebnis lag bei unseren Patienten im Durchschnitt bei 11,55 Punkten (38,5%). Auch andere Autoren kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Ozaki et al. hatten bei 8 untersuchten Patienten ein durchschnittliches Ergebnis von 11,0 Punkten (36,7%) und Bruns et al. hatten bei 6 evaluierten Patienten ein Ergebnis von 17,6 Punkten (58,7%) [Ozaki 2002, S.203; Bruns 1997, S.29]. Bei Abudu et al. war der durchschnittliche Enneking Score 21 Punkte (70%) [Abudu 1997, S.776]. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Wirbel et al. mit einem Durchschnitt von 18,6 Punkten (62%) und Aljassir mit einem Durchschnitt von 15,2 Punkten (50,8%) [Wirbel 1999, S.351; Aljassir 2005 S. 38].

Bezüglich der emotionalen Akzeptanz erreichten unsere Patienten im Durchschnitt 3,36 Punkte. Ein Punktwert von 3 bedeutet zufrieden. 8 von 11 Patienten (72,7%) erreichten ein Ergebnis von 3 oder mehr Punkten. Daraus kann man schließen, dass die Mehrzahl unserer Patienten mit dem Ergebnis der Rekonstruktion zufrieden war.

Ein weiteres Kriterium für die Einschätzung des Behandlungserfolges, in Bezug auf die Lebensqualität der Patienten, ist der Schmerz. Hier lag der durchschnittliche Punktwert bei 3,09 Punkten. 3 Punkte entsprechen leichten Schmerzen, die durch die Einnahme von Nichtsteroidalen-Antirheumatika (NSAR) therapierbar sind. 72,7% unserer Patienten haben nur leichte oder gar keine Schmerzen. Bei mehr als zwei Drittel unserer Patienten beeinträchtigen die Schmerzen also nicht die Lebensqualität.

Auch hierfür finden sich vergleichbare Werte in der Literatur. Insgesamt 19 Patienten (80%), die von Aljassir et al. mit einer Sattelprothese therapiert wurden, haben nur leichte oder gar keine Schmerzen mehr [Aljassir 2005, S. 39].

Aus den genannten Daten kann geschlossen werden, dass die Versorgung von Tumorpatienten mit Endoprothesen im Bereich des Beckens bezogen auf Funktion, emotionale Akzeptanz und Beeinflussung der Lebensqualität durch Schmerzen, durchaus zufriedenstellende Ergebnisse bringt.

5.3 Komplikationen

Die Komplikationsrate ist bei unseren Patienten mit 41,9% hoch. Bei den Patienten mit Primärtumoren liegt sie mit 45,4% etwas höher als bei den Patienten mit Metastasen mit 38,1%. Möglicherweise liegt die Ursache hierfür in der längeren Überlebenszeit der Patienten mit Primärtumoren gegenüber denen mit Metastasen. Je länger die Patienten leben, desto mehr Zeit bleibt für die Entwicklung von Komplikationen.

Vergleicht man unsere Ergebnisse mit denen anderer Autoren, so lässt sich feststellen, dass z.B. auch Jaiswal et al., die bei 98 Patienten mit Tumoren in der periacetabulären Region eine Rekonstruktion mit Prothesen durchführten, mit einer Komplikationsrate von 58,1% ebenfalls eine hohe Komplikationsrate hatten [Jaiswal 2008, S.1224].

Bei Jaiswal et al. trat im Unterschied zu unseren Patienten als häufigste Komplikation in 30% der Fälle eine Infektion auf, in unserer Gruppe war die häufigste Komplikation mit 18,6% die Luxation. Betrachtet man bei Jaiswal et al. jedoch auch nur die tiefen Infektionen, die mit einem operativen Eingriff therapiert werden mussten, so stellt man fest, dass hier die Rate von 18% bei Jaiswal et al. unserer Rate von 11,6% ähnlich ist. Etwas höher liegt die Infektionsrate in den Studien von Aljassir et al. (37%), Tunn et al. (41,7%) und Jeys et al. (25%) [Aljassir 2005, S.39; Tunn 2007, S.757; Jeys 2008, S. 1269].

Auch die Häufigkeit der Dislokation der Prothese, die bei Jaiswal et al. 20% beträgt, ist mit unserer Rate von 18,6% vergleichbar. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Tunn et al. mit einer Luxationsrate von 16,7%. Etwas höher lagen die Luxationsraten bei Ozaki et al. (25%) und bei Wirbel et al. (35,3%). Eine sehr geringe Luxationsrate

findet sich in dem Patientenkollektiv von Jeys et al. Hier kam es nur bei 3 von 28 Patienten zu einer Dislokation der Prothese (11%) [Jeys 2008, S. 1269].

Bei Beckenendoprothesen der ersten Generation traten höhere Lockerungsraten auf. Hier wurde der Beckenring primär mit der Endoprothese verschlossen. Durch den Schluss des Beckenrings wurde die kompensatorische Flexibilität der Symphyse bzw. des Iliosakralgelenks aufgehoben. Die stetige Belastung der Endoprothese, mit resultierenden Mikrotraumata, führte zu nachfolgender Lockerung der Verankerung in der Symphyse oder des Iliosakralgelenks. Tendenziell sind die Lockerungsraten ohne einen Schluss des Beckenrings geringer. Bei längeren Standzeiten der Endoprothesen ist zu erwarten, dass die Lockerungsraten weiter steigen werden.

Die zweithäufigste Komplikation bei uns waren neurologische Defizite des Nervus ischiadicus oder Nervus femoralis mit der Folge einer postoperativen Parese in 16,3% der Fälle. Bei anderen Autoren liegen die Raten an neurologischen Defiziten zwischen 6,5% und 33,3% [Wirbel 2001, S.203; Tunn 2007, S.757; Jaiswal 2008, S.1224]. Ein Grund für die teilweise relativ hohen Raten an neurologischen Defiziten ist, dass eine große Anzahl der Tumoren in direkter Nähe des Plexus lumbalis und Plexus lumbosacralis lagen. Ein weiterer Grund könnte darin zu suchen sein, dass bei der Resektion erst in zweiter Linie auf die zu erwartende Funktion Rücksicht genommen wird.

5.4 Lokalrezidivrate

Die Lokalrezidivrate lag bei unseren Patienten bei insgesamt 11,6%. Die meisten davon traten bei Patienten mit Primärtumoren auf, die in 18,2% der Fälle ein lokales Rezidiv entwickelten. Bei den Patienten mit Knochenmetastasen zeigte sich nur einmal ein Lokalrezidiv, was 4,8% entspricht. Insgesamt wurden 31,8% der primären Beckentumoren mit intraläsionaler Resektionsgrenze entfernt, gegenüber 33,3% der Metastasen. Mit marginaler Resektionsgrenze wurden 59,1% der Primärtumoren, gegenüber 38,1% bei den Metastasen, entfernt. Es zeigt sich also, dass mehr Lokalrezidive bei den Primärtumoren entstanden sind. Der Grund für die höhere Rate

an marginalen Resektionen bei den Primärtumoren ist die Größe der Tumoren. Die Primärtumoren waren in unserem Patientenkollektiv im Durchschnitt deutlich größer als die Metastasen. Die komplexe Anatomie im Becken führte hier dazu dass keine weite Resektion vorgenommen werden konnte. Ein weiterer Grund für die höhere Inzidenz an Lokalrezidiven liegt wahrscheinlich darin, dass die Patienten, die an einem Primärtumor litten, länger lebten als die Patienten mit metastatischen Malignomen des Beckens und somit mehr Zeit für die Entwicklung von Lokalrezidiven blieb.

28,6% der Lokalrezidive traten nach einer intraläsionalen Resektion auf und nur 4,8% nach einer marginalen Resektion. Bei weiter Resektionsgrenze trat in unserem Patientenkollektiv kein Lokalrezidiv auf. Es zeigt sich also, dass die ausschlaggebende Rolle für die Entstehung von Lokalrezidiven die Resektionsgrenze darstellt. Auch andere Autoren bestätigen dies. Bei Wirbel et al. traten bei insgesamt 18,3% der Patienten Lokalrezidive auf, und zwar in 28,5% bei Patienten mit marginalen Resektionsgrenzen und nur in 9,3% bei Patienten mit weiten Resektionsgrenzen [Wirbel 2001, S.204]. Diese Ergebnisse konnten auch Jaiswal et al. bestätigen, bei denen die Lokalrezidivrate mit insgesamt 31% höher liegt als bei unserem Patientengut. 67% dieser Lokalrezidive traten nach intraläsionaler Resektion auf, verglichen mit nur 25% nach Einhalten einer marginalen oder weiten Resektionsgrenze [Jaiswal 2008, S.1225].

Auch Aljassir et al. kamen zu der gleichen Schlussfolgerung. Bei insgesamt 6 ihrer Patienten (22,2 %) entwickelte sich ein Lokalrezidiv. Davon erfolgte bei 4 der 6 Patienten eine intraläsionale Resektion [Aljassir 2005, S. 38].

Tunn et al. berichteten über eine Lokalrezidivrate von 20,8% bei ihren Patienten [Tunn 2007, S.757]. Bei Ozaki et al. lag diese mit 33% etwas höher [Ozaki 2002, S.205].

5.5 Limitationen dieser Arbeit

Eine Limitation dieser Arbeit ist die geringe Zahl der nachuntersuchten Patienten. Durch die hohe Anzahl der verstorbenen Patienten in unserem Kollektiv, sowie die Tatsache, dass einige Patienten für Nachuntersuchungen nicht zugänglich waren, konnten nur 11 von 43 Patienten nachuntersucht werden. Für eine optimale Auswertung der funktionellen Ergebnisse wäre es sicher wünschenswert alle Patienten nachzuuntersuchen.

Die funktionellen Behandlungsergebnisse sind wegen der Inhomogenität des Patientenkollektivs, der verschiedenen Indikationen zu den einzelnen Operationsverfahren, sowie die verschiedene Erfassung und Interpretation nur schwer mit den Angaben anderer Autoren vergleichbar.

5.6 Schlussfolgerung

Das primäre Ziel bei der Therapie maligner Tumoren im Bereich des Beckens ist die vollständige Tumorsektion und gleichzeitig eine möglichst gute Funktion der Extremität sowie eine möglichst hohe Lebensqualität für den Patienten sicherzustellen. Ein Extremitätenerhalt sollte in Erwägung gezogen werden, wenn dabei ausreichender Abstand der Resektionsgrenze zum Tumor erreicht werden kann oder wenn eine Amputation onkologisch kein besseres Ergebnis verspricht. Patienten mit singulären Knochenmetastasen, insbesondere des Nieren-, Mamma- und Schilddrüsenkarzinoms, können längerfristig von einer operativen Metastasentherapie im Bereich des Beckens auch funktionell profitieren.

Nach Diskussion unserer Ergebnisse und deren Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren lässt sich der Schluss ziehen, dass die Rekonstruktion der Hüfte durch Endoprothesen nach Resektion primärer oder sekundärer maligner Knochentumoren ein mittlerweile an Tumorzentren etabliertes Verfahren zum

Erreichen guter funktioneller Ergebnisse darstellt, welches meist zu einer guten subjektiven Zufriedenheit und einer Reduktion der Schmerzen führt.

Es lässt sich jedoch auch erkennen, dass es ein Verfahren mit einer hohen Rate an postoperativen Komplikationen ist. Dies bestätigen auch die Ergebnisse anderer Autoren. Die häufigste Komplikation und damit ein Nachteil der Rekonstruktion mit Prothesen ist die Luxation. Um diese Komplikation zu vermeiden, ist eine suffiziente Refixation der Muskulatur, insbesondere der Abduktoren, eine wichtige Voraussetzung. Die schwerste Komplikation ist sicher die tiefe Infektion, denn diese kann trotz großzügiger und wiederholter chirurgischer und systemischer Therapieoptionen in der sekundären externen Hemipelvektomie enden. Bei unseren Patienten war eine sekundäre Hemipelvektomie in 2 Fällen aufgrund einer tiefen Infektion der Prothesen notwendig. Dieses Ereignis stellt für den Patienten nach einer oftmals langandauernden und aufwendigen Behandlung den größten Rückschlag dar.

Die Vorteile der Rekonstruktion mit Endoprothesen liegen in der Möglichkeit der früheren Teil- bzw. Vollbelastung und die dadurch verkürzte Rehabilitationsphase, sowie in der niedrigeren Infektionsrate [Bickels 2000, S.227; Fox 2002, S.110; Kabukcuoglu 1999, S.12].

Die Gründe für die unterschiedlich hohen Lokalrezidivraten in der Literatur lassen sich nur schwer erörtern. Die Resektionsgrenzen korrelieren mit dem Auftreten an Lokalrezidiven und dem Überleben der Patienten. Deshalb ist das Einhalten weiter Resektionsgrenzen die wichtigste Voraussetzung zum Erreichen niedriger Raten an Lokalrezidiven. Wahrscheinlich gibt es einige weitere Faktoren die auf die Höhe der Lokalrezidivrate Einfluss haben. Dazu zählen möglicherweise die Strenge der Indikationsstellung und die Art der Biopsie, sowie der Einsatz und die Effektivität adjuvanter und neoadjuvanter Chemotherapien.

5.7 Ausblick

Hier möchte ich einen kurzen Ausblick geben, wie sowohl die onkologischen, als auch die funktionellen Ergebnisse bei der Therapie von primären malignen Knochentumoren und Metastasen noch weiter verbessert werden könnten.

Für ein extremitätenerhaltendes operatives Vorgehen ist die exakte präoperative Festlegung der Tumorgrenzen mit Hilfe moderner Schnittbildverfahren von herausragender Bedeutung [Burgkart 1998, S.58]. Durch die Weiterentwicklung der bestehenden Bildgebungsmethoden können die Tumorgrenzen exakter festgelegt werden. Dadurch kann präoperativ eine genauere Planung der Resektionsgrenzen erfolgen.

Seit der Einführung adjuvanter und neoadjuvanter Therapieverfahren haben sich die Überlebenschancen der Patienten entscheidend verbessert. Im Rahmen interdisziplinärer Therapiekonzepte könnten in Zukunft die Tumoren präoperativ verkleinert werden sodass ein Erreichen weiter Resektionsgrenzen vor allem bei großen Tumoren möglich wird. Hier können sicher noch Fortschritte durch die Entwicklung von sogenannten „targeted therapies“ erwartet werden.

6. Zusammenfassung

Verglichen mit anderen malignen Tumoren sind maligne Knochentumoren seltene Erkrankungen. Umso mehr bedarf deren Behandlung ein hohes Maß an Erfahrung, technischer Ausstattung und chirurgischem Know-how, weshalb sie spezialisierten Zentren vorbehalten bleiben sollte. Verbesserte diagnostische Möglichkeiten, v.a. bei der bildgebenden Diagnostik und der Biopsie, ermöglichen inzwischen eine frühe und exakte Diagnose. Zusammen mit effektiveren adjuvanten Methoden und fortgeschrittenen chirurgischen Möglichkeiten haben die Patienten heute Aussicht auf ein längeres Überleben und einen funktionell zufriedenstellenden Extremitätenerhalt. Jede Beckenrekonstruktion stellt eine individuelle Indikation, eine individuelle Operationstechnik, eine individuelle Rehabilitation und ein individuelles funktionelles Resultat dar.

Hierfür stehen verschiedene Methoden zur Verfügung die sich aus der Lokalisation des Tumors, der Tumorgroße, der Tumorart und der Prognose ableiten. Sie reichen von der alleinigen Resektion ohne Rekonstruktion über die Rekonstruktion mittels Allografts in Kombination mit einer Endoprothese, Beckenendoprothesen, der Reimplantation des autoklavierten Resektates bis hin zur biologischen Rekonstruktion, der Hüftverschiebeplastik.

Es wurden die Überlebenszeiten, die funktionellen Ergebnisse und das Auftreten von Komplikationen ausgewertet und mit denen anderer Autoren verglichen. Die Patienten mit Primärtumoren überleben im Durchschnitt länger als Patienten mit Metastasen. Aber auch die Resektionsgrenzen haben in beiden Gruppen großen Einfluss auf die Überlebensraten. Generell gilt, dass Patienten bei denen der Tumor mit weitem Resektionsrand entfernt wird, länger überleben, als diese mit marginalem oder sogar intraläsionalem Resektionsrand. Dies konnte in mehreren Studien gezeigt werden. Außerdem haben begleitende Therapieverfahren, wie Chemotherapie und Strahlentherapie, Einfluss auf das Überleben. Alle diese Faktoren haben auch einen Einfluss auf die Lokalrezidivrate. Je weiter der Resektionsrand, desto geringer ist in der gesamten Literatur auch die Rate an Lokalrezidiven.

Das funktionelle Outcome nach Resektion von Knochentumoren des Beckens und nachfolgender Rekonstruktion mittels Endoprothesen kann nicht einer Restitutio ad integrum entsprechen. Auch darüber sollten die Patienten vor der Therapie aufgeklärt werden, um überzogene Erwartungen und spätere Enttäuschungen zu vermeiden. Mit dem funktionellen Ergebnis waren unsere Patienten im Durchschnitt zufrieden. Vor allem konnten sehr vielen Patienten die Schmerzen genommen werden, wodurch die Lebensqualität deutlich ansteigt. Aber auch ihren Alltag konnten viele Patienten nach einer entsprechenden Rehabilitationsphase wieder selbst bewältigen. In unserem Patientenkollektiv konnten 5 der 11 nachuntersuchten Patienten nach einer entsprechenden Rehabilitation wieder beruflich tätig sein. Dadurch konnte die Lebensqualität für diese Patienten deutlich erhöht werden.

Die Rate an postoperativen Komplikationen ist hoch. Die häufigsten Komplikationen umfassen tiefe Infektionen, Prothesendislokationen und neurologische Defizite. Diese Komplikationen können einen großen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis für die Patienten haben. Auch in der Literatur findet man durchgehend hohe Komplikationsraten. Aus diesem Grund ist jede Indikationsstellung kritisch zu überprüfen und Alternativen, wie z.B. eine Hüftverschiebeplastik, sind zu erwägen. Kontraindikationen für die Anwendung von Beckenendoprothesen sind unter anderem Gefäß- und Nerveninfiltrationen, die eine funktionslose Extremität hinterlassen würden, fehlende Möglichkeiten der muskulären Rekonstruktion, eine voraussehbare R2-Resektion, eine Überlebenswahrscheinlichkeit von weniger als 12 Monaten, sowie eine fehlende Compliance des Patienten.

Zusammenfassend lässt sich in Übereinstimmung mit anderen Autoren feststellen, dass die Rekonstruktion des Beckens nach Resektion maligner Knochentumoren eine äußerst invasive, komplikationsträchtige Prozedur darstellt. Dennoch können mit ihr gute funktionelle Ergebnisse erreicht werden, mit denen die Patienten selbst zufrieden sind. Es ist eine große Herausforderung, durch zukünftige Verbesserungen sowohl die funktionellen Ergebnisse noch weiter zu verbessern, als auch die Komplikationsraten zu reduzieren.

7. Literaturverzeichnis

Aboulafia AJ, Malawer MM (1993): Surgical Management of Pelvic and Extremity Osteosarcoma. Cancer Suppl May 15 Vol 71 (10): 3359-3366

Aboulafia AJ, Buch R, Mathews J, Li W, Malawer MM (1995): Reconstruction using the saddle prosthesis following excision of primary and metastatic periacetabular tumors. ClinOrthop (314): 203-213

Abudu A, Grimer RJ, Cannon SR, Carter SR, Sneath RS (1997): Reconstruction of the hemipelvis after the excision of malignant tumors. J Bone Joint Surg (79): 773-779

Aljassir F, Beadel GP, Turcott RE, Griffin AM, Bell RS, Wunder JS, Isler MH (2005): Outcome after Pelvic Sarcoma Resection Reconstructed with Saddle Prosthesis. ClinOrthopRelat Res 438: 36-41

Assenmacher S, Voggenreiter G, Schütte HJ, Nast-Kolb D (1999): Maligne Knochentumoren. Unfallchirurg 102: 716-732

Baur A, Wörtler K, Helmberger T, Dresel S, Reiser M (2004): Knochentumoren – Weichteilsarkome. Empfehlungen zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge. Tumorzentrum München

Becker W (1987): Knochentumoren, Kapitel 9. In: Witt A.V, Rettig H, Schlegel K.F, Hackenbroich, Hupfauer W. (Hrsg), Orthopädie in Praxis und Klinik, 2. Aufl, Bd. VII Spezielle Orthopädie, Teil 1: Hüftgelenk und untere Extremität. Thieme Stuttgart New York

Bell RS, Davis AM, Wunder JS, Buconjic T, McGoveran B, Gross AE (1997): Allograft Reconstruction of the Acetabulum after Resection of Stage-IIIB Sarcoma. JBone Joint Surg 74-A: 1663-1673

Bickels J, Meller I, Henshaw RM, Malawer MM (2000): Reconstruction of hip stability after proximal and total femur resections. ClinOrthop 375: 218-230

Bielack S, Beck J, Gerrein V, Grümayer R, Hiddemann W, Jobke A, Jürgens H, Kornhuber G, Kotz R, Kusnierz-Glaz C, Ritschl P, Ritter J, Russe W, Salzer-Kuntschik M, Schellong G, Schmoll HJ, Steinhoff A, Winkelmann W, Winkler K: (1989): Neoadjuvante Chemotherapie des Osteosarkoms. KlinPädiatr. (201): 275-284

Bielack S, Kempf-Bielack B, Branscheid D, Hundold A (2003): Relapsed osteosarcoma: An analysis of 576 Cooperative Osteosarcoma Study Group (COSS) patients. Proc Am SocClinOncol 22: 822

Bruns J, Luessenhop SL, Dahmen G (1997): Internal Hemipelvectomy and endoprosthesis pelvic replacement: longterm follow-up results. Arch Orthop Trauma Surg (116): 27-31

Burgkart R (1998): Tumorgrenze – Korrelation CT/MRT/Histologie. In Limb Salvage. Hipp E (ed.). Zuckschwerdt: 58

Burri C, Claes L, Gerngross H, Mathys R (1979): Total internal hemipelvectomy. Arch OrthopTraumatSurg (94): 219-226

Carter SR, Eastwood DM, Grimer RJ, Sneath RS (1990): Hindquarter Amputation for Tumors of the Musculoskeletal System. J Bone Joint Surg 72-B: 490-493

Cooperative Osteosarkomstudie COSS-96, Therapieprotokoll der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie S 1

Dahlin DC, Unni K (1986): Bonetumors. General aspects and data on 8.542 cases. Charles C. Thomas, Springfield S 322-336

Delattre O, Zucman J, Melot T, Garau XS, Zucker JM, Lenoir GM, Ambros PF, Sheer D, Turc-Carel C, Triche TJ (1994): The Ewing family of tumors – a subgroup of smallround-cell tumors defined by specific chimeric transcripts. *N Engl J Med* 331: 294–299

Enneking WF, Dunham WK (1978): Resection and Reconstruction for Primary Neoplasms Involving the Innominate Bone. *J Bone Joint Surg* 60-A: 731-746

Enneking WF, Spanier SS, Goodman MA(1980): A System for the surgical staging of musculoskeletal sarcoma. *ClinOrthopRelat Res.* (153): 106-120

Enneking WF (1983): Reconstruction and Rehabilitation. In: *Muskuloskeletal Tumor Surgery, Vol I* Churchill Livingstone, New York, London, Edinburgh, Melbourne 215-286

Enneking WF (1984): Staging of Muskuloskeletal Neoplasms. In: *Current Concepts of Diagnosis and Treatment of Bone and Soft Tissue Tumors.* Springer Berlin Heidelberg, S 1-21

Enneking WF (1986): A system of staging musculoskeletal neoplasms. *ClinOrthopRel Res* 204: 9–24

Enneking WF (1993): A System for the Functional Evaluation of Reconstructive Procedures after Surgical Treatment of Tumors of the Muskuloskeletal System. *Clin OrthopRel Res* (266): 241-246

Erikson U, Hjelmstedt A (1976): Limb-saving radical resection of chondrosarcoma of the pelvis. Case report. *J-Bone Joint Surg* 58-A: 568

Fahey M, Spanier SS, Vander Griend RA (1992): Osteosarcoma of the Pelvis. *J Bone Joint Surg* 74-A (3): 321-330

Fornasier VL (1984): Classification of Bone Tumors. In: Current Concepts of Diagnosis and Treatment of Bone and Soft Tissue Tumors. Springer Berlin, Heidelberg, New York

Fox EJ, Hau MA, Gebhardt MC, Hornicek FJ, Tomford WW, Mankin HJ (2002): Long-term followup of proximal femoral allografts. ClinOrthop 397: 106-113

Freyschmidt J, Ostertag H, Jundt G (1998): Knochentumoren. Klinik-Radiologie-Histologie.2. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York

Gradinger R, Rechl H (1988): Rückzugsmöglichkeiten und Sonderkonstruktionen. In .Zementlose Hüftgelenksendoprothetik. Demeter, Gräfelfing.

Gradinger R, Hipp E (1989): A custom-made adaptable pelvic prosthesis. In .New developments for limb salvage in musculoskeletal tumors. Yamamuro T (ed.), Kyocera orthopaedics symposium. Springer Berlin, Heidelberg, New York. 475

Gradinger R, Rechl H, Scheyerer M, Hipp E (1989): Nicht-radikale Operationen von malignen Beckentumoren. Z Orthop (127): 420-423

Gradinger R, Rechl H, Ascherl R, Platz W, Hipp E (1993): Endoprothetischer Teilersatz des Beckens bei malignen Tumoren. Orthopäde 22: 167-173

Grimer RJ, Carter R, Tillmann M, Spooner D, Mangham DC, Kabukcuoglu Y (1999): Osteoma of the pelvis. J Bone Joint Surg 81-B (5): 796-802

Gutjahr P (1993): Krebs bei Kindern und Jugendlichen. Klinik und Praxis der Pädiatrischen Onkologie Deutscher Ärzte Verlag. Köln

Ham SJ, SchraffordtKoops H, Veth RP, van Horn JR, Eisma WH, Hoekstra HJ (1997): External and internal hemipelvectomy for sarcomas of the pelvic girdle: consequences of limb-salvage treatment. Eur J Oncol (23): 540-6

Hamdi M, Gebhart M, Recloux P (1996): Internal Hemipelvectomy. *Europ J Surg Oncol* (22): 158-161

Harrington KD (1981): The management of acetabular insufficiency secondary to metastatic malignant disease. *J Bone Joint Surg* (63-A): 653-664

Harrington KD (1992): The use of hemipelvic allografts or autoclaved grafts for reconstruction after wide resections of malignant tumors of the pelvis. *J Bone Joint Surg* (74): 331-341

Hense HW, Ahrens S, Paulussen M, Lehnert M, Juergens H (1999): Descriptive epidemiology of Ewing's tumor--analysis of German patients from (E)CESS 1980-1997. *KlinPadiatr* 211(4): 271-5

Hernigou P, Delepine G, Goutallier D, Julieron A (1993): Massive Allograft sterilised by irradiation. *Clinical Results. J Bone Joint Surg Br* 75 (6): 904-13

Hillmann A, Ozaki T, Rube C, Hoffmann C, Schuck A, Blasius S, Haas A, Jürgens H, Winkelmann W (1997): Surgical complications after preoperative irradiation of Ewing's Sarcoma. *J Cancer Res ClinOncol* 123: 57-62

Hillmann A, Ozaki T, Rube C, Rödl R, Hein M, Hoffmann Ch, Blasius S, Jürgens H, Winkelmann W (1997): The impact of intraoperative brachytherapy on surgery of Ewing's sarcoma. *J Cancer Res ClinOncol* 123: 53-56

Hipp E, Plötz W, Burgkart R, Schelter R (1998): Limb Salvage. Hipp E (ed.). *Zuckschwerdt*: 6

Hoffmann C, Ahrens S, Dunst J, Hillmann A, Winkelmann W, Craft A, Göbel U, Rube C, Voute PA, Harms D, Jürgens H (1999): Pelvic Ewing Sarcoma:A Retrospective Analysis of 241 Cases.*Am Cancer Society* 869-877

Huth J.F, Jeffrey J, Pignatti G, Eilber FR (1988): Resection of Malignant Tumors of the Pelvic Girdle Without Extremity Amputation. ArchSurg (123):1121-1124

Huvos AG (1991): Osteogenicsarcoma. In: Huvos AG (Hrsg): Bonetumors. Saunders. Philadelphia London Toronto, S 85-177

Jaiswal P.K., Aston W.J.S., Grimer R.J., Abudu A., Carter S., Blunn G., Briggs T.W.R., Cannon S. (2008): Peri-acetabular resection and endoprosthetic reconstruction for tumors of the Acetabulum. J Bone Joint Surg (90): 1222-1227

Jeys LM, Kulkarni A, Grimer RJ, Carter SR, Tillman RM, Abudu A (2008): Endoprosthetic Reconstruction for the Treatment of Musculoskeletal Tumors of the Appendicular Skeleton and Pelvis. J Bone Joint Surg Am. (90): 1265-1271

Kabukcuoglu Y, Grimer RJ, Tillman RM, Carter SR (1999): Endoprosthetic replacement for primary malignant tumors of the proximal femur. ClinOrthop 358: 8-14

Kaplan E, Meier P (1952): Nonparametric estimation for incomplete observation. J Am Stat Assoc (52): 457-481

Langlais F, Lambotte JC, Thomazeau H (2001): Long-term result of hemipelvis reconstruction with allografts. ClinOrthop (388): 178-86

Lord CF, Gebhardt MC, Tomford WW, Mankin HJ (1988): Infection of Bone Allografts. J Bone Joint Surg 70-A:369-376

Mankin HJ, Lange TA, Spanier SS (2006): The Classic: The Hazards of Biopsy in Patients with Malignant Primary Bone and Soft-Tissue Tumors. ClinOrthopRelat Res (450): 4-10

Mann HB, Whitney DR (1947): On a test of whether one or two random variables is stochastically larger than the other. Annals of Mathematical Statistics (18): 50-60

Marco RA, Sheth DS, Boland PJ, Wunder JS, Siegel JA, Healey JH (2000): Functional and oncologic outcome of acetabular reconstruction for the treatment of metastatic disease. *J Bone Joint Surg Am* (82): 642-651

Meister M, Hölzel D (1999): Knochentumoren – Weichteilsarkome. Empfehlungen zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge. Tumorzentrum München

Mittelmeier W, Rechl H, Peters P, Plötz W, Gradinger R (1997): Erfahrungen mit Becken– Tumorendoprothesen. In: *Maligne Knochentumoren. Aktueller Stand der Diagnostik und Therapie.* Logos Berlin, S 131-139

Mutschler W, Burri C (1987): Die chirurgische Therapie von Beckentumoren. *Der Chirurg* 58: 724-731

Nagoya S, Usui M, Wada T, Yamashita T, Ishii S (2000): Reconstruction and limb salvage using a free vascularised fibular graft for periacetabular malignant bone tumors. *J Bone Joint Surg* 82-B (8): 1121-4

O'Connor MI, Sim FH (1989): Salvage of the limb in the treatment of malignant pelvic tumors. *J Bone Joint Surg* (71A): 481-494

O'Connor MI (1997): Malignant Pelvic Tumors: Limb-Sparing Resection and Reconstruction. *SeminSurgOncol* (13): 49-54

Ozaki T, Hillmann A, Wuisman P, Bettin D, Winkelmann W (1996): High complication rates with Pelvic allografts. *ActaOrthopScand* 67 (4): 333-338

Ozaki T, Hillmann A, Winkelmann W (1998): Treatment Outcome of Pelvic Sarcomas in Young Children: Orthopaedic and Oncologic Analysis. *J PediatrOrthop* 18: 350-355

Ozaki T, Hillmann A, Lindner N (1999): Chondrosarcoma of the Pelvis in: *Clin OrthopRel Res* (22): 226-239

Ozaki T, Hoffmann C, Hillmann A, Gosheger G, Lindner N, Winkelmann W (2002): Implantation of Hemipelvic Prosthesis After Resection of Sarcoma. Clin OrthopRel Res (398): 197-206

Paulussen M, Ahrens S, Braun-Munzinger G, Craft AW, Dockhorn-Dworniczak B, Dörffel W, Dunst J, Fröhlich B, Göbel U, Häussler M, Klingebiel T, Koscielniak E, Mittler U, Rube C, Winkelmann W, Voûte PA, Zoubek A, Jürgens H (1999): EICESS 92(European Intergroup Cooperative Ewing's Sarcoma Study)-Erste Ergebnisse. Klin. Pädiatr. 211: 276-283

Rechl H, Hof N, Gerdesmeier L (2001): Differentialdiagnostik von Knochen- und Weichteiltumoren in der MRT.Orthopäde (30): 528-539

Reichel H, Hein W (1997): Grundlagen extremitätenerhaltender Resektionen bei primär malignen Knochentumoren. In: Maligne Knochentumoren. Aktueller Stand der Diagnostik und Therapie. Logos Berlin, S 72-92

Roedl RW, Ozaki T, Hoffmann C, Bottner F, Lindner N, Winkelmann W (2000): Osteoarticularallograft in surgeryfor high-grade malignant tumors of bone. J BoneJoint SurgBr 82 (7): 1006-10

Rössler/Rüther (1997): Bösartige Tumoren des Skelettsystems. Orthopädie 17. Aufl, Urban & Schwarzenberg S 138-146

Salzer-Kuntschik M (1980): Pathologie der primär malignen Knochentumoren. In: Frommheld W, Gerhardt P (Hrsg), Klinisch-radiologisches Seminar, Bd 10, Knochentumoren. Thieme Stuttgart New York

Schajowicz F (1994): Tumors and Tumorlike Lesions of Bone. Springer Berlin, Heidelberg, New York,

Shih LY, Chen TS, Lo WH (1993): Limb Salvage Surgery for Locally Aggressive and Malignant Bone Tumors. *J SurgOncol* (53): 154-160

Skrzynski MC, Biermann JS, Montag A, Simon M (1996): Diagnostic accuracy and charge-savings of outpatient core needle biopsy compares with open biopsy of musculoskeletal tumors. *J Bone Joint Surg* (78A): 644-649

Tunn P.-U., Fehlberg S, Andreou D, Kettelhack C (2007): Stellenwert der Beckenendoprothetik in der operativen Therapie von Tumoren des knöchernen Beckens. *Z OrthopUnfall* (145): 753-759.

Uchida A, Myoui A, Araki N, Yoshikawa H, Ueda T, Aoki Y (1996): Prosthetic Reconstruction for Periacetabular Malignant Tumors. *ClinOrthop* 326: 238-245

Weber U (1988): Knochentumoren. In: Zilch, Weber (Hrsg) de Gruyter Lehrbuch Orthopädie

Windhager R, Karner J, Kutschera H.-P, Polterauer P, Salzer-Kuntschik M, Kotz R (1996): Limb Salvage in Periacetabular Sarcomas: review of 21 consecutive cases. *ClinOrthop* (331): 265-76

Winkelmann W (1995): Knochen- und Weichteiltumoren. In: Bauer R, Kerschbaum K, Poisel S (Hrsg), Orthopädische Operationslehre: Becken und untere Extremität, Bd. II/2 Thieme Stuttgart, New York 251-354

Winkler K, Bieling P, Bielack S (1992): Die Chemotherapie des Osteosarkoms. *Z Orthop* (130): 285-289

Wirbel RJ, Schulte M, Maier B, Mutschler WE (1999): Megaprosthetic replacement of the pelvis: function in 17 cases. *ActaOrthopScand* (70): 348-352

Wirbel RJ, Schulte M, Mutschler WE (2001): Surgical treatment of pelvic sarcomas: oncologic and functional outcome. *ClinOrthop* (390): 190-205

Yasko AW, Johnson AW (1995): Surgical Management of Primary Bone Sarcomas. Hematol/OncolClin North Am Vol 9 (4): 719-731

Yoshida Y, Osaka S, Mankin HJ (2000): Hemipelvic Allograft Reconstruction after Periacetabular Bone Tumor Resection. J OrthopSci 5:198-204

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Typen von Beckenteilresektionen [Enneking 1978, S. 736]	20
Abbildung 2. Modell einer Beckenteilprothese [Ozaki 2001, S. 198].....	25
Abbildung 3: Altersverteilung der Patienten	31
Abbildung 4: Altersverteilung bei Primärtumoren und Metastasen.....	32
Abbildung 5: Diagnosenverteilung der Primärtumoren	34
Abbildung 6: Diagnosenverteilung der Sekundärtumoren.....	34
Abbildung 7: Verteilung der Resektionsgrenzen	35
Abbildung 8: Verteilung der Resektionsränder bei Patienten mit Primär- und Sekundärtumoren.....	36
Abbildung 9: Tumorzvolumina der Primärtumoren und Metastasen	37
Abbildung 10: Verteilung der Tumorstadien bei den Primärtumoren.....	38
Abbildung 11: Verteilung der Todesursachen	39
Abbildung 12: Überlebenskurve des Gesamtkollektivs nach Kaplan-Meier [Kaplan 1952, S. 473].....	40
Abbildung 13: Überlebenskurven bei Patienten mit Primärtumoren und Metastasen im Vergleich [Kaplan 1952, S. 473].....	41
Abbildung 14: Überlebenskurven in Abhängigkeit von der Resektionsgrenze [Kaplan 1952, S. 473].....	42
Abbildung 15: Funktionelle Ergebnisse im Vergleich zwischen Primärtumoren und Metastasen.....	44
Abbildung 16: Funktionelle Ergebnisse im Vergleich zwischen Patienten mit und ohne peri- oder postoperative Komplikationen	45
Abbildung 17: Verteilung der Komplikationen	46
Abbildung 18: Verteilung der Metastasen bei Patienten mit Primärtumoren.....	47
Abbildung 19: präoperativer Befund	48
Abbildung 20: Beckenübersicht postoperativ	49

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grading von malignen Knochentumoren [Freyschmidt 1998, S. 8].....	15
Tabelle 2: Staging von malignen Knochentumoren [Enneking 1980, S. 112].....	16
Tabelle 3: Übersicht der Patienten	27
Tabelle 4: Diagnosen der Patienten	33
Tabelle 5: Funktionelle Ergebnisse der Patienten (Mittelwerte).....	43

10. Anhang

- Schmerz:
- Ausgeprägte Schmerzen mit ständiger Einnahme von Opioid-Analgetika entsprechen 0 Punkten.
 - Mittelstarke Schmerzen mit zeitweiliger Einnahme von Opioid-Analgetika entsprechen einem Punkt.
 - Leichte Schmerzen mit Einnahme von Nicht-steroidalen Antirheumatika (NSAR) entsprechen 3 Punkten
 - Keine Schmerzen entsprechen 5 Punkten

- Funktion:
- Der Wert für die Funktion wird durch die Einschränkung bei Freizeitaktivitäten und beruflichen Aktivitäten bestimmt. Die erforderlichen Daten sind der Beruf, den der Patient vor der Behandlung ausgeübt hat und der Grad der Berufsunfähigkeit, der durch die Einschränkung bedingt ist (keine, geringe, starke Einschränkung, komplette Berufsunfähigkeit).

Emotionale

- Akzeptanz:
- Dieser Wert ergibt sich aus der Reaktion des Patienten auf das funktionelle Ergebnis: Der Patient wird befragt, ob er die Therapie anderen Patienten empfehlen würde und ob er sie selbst auf alle Fälle, nur ungern oder auf keinen Fall wiederholen würde.

- Hilfsmittel:
- Falls ein Patient von zwei Gehstützen oder einem Rollstuhl abhängig ist, wird dies mit 0 Punkten bewertet.
 - Benötigt der Patient einen Stock oder eine Gehhilfe, bekommt er einen Punkt.
 - Hilfsmittel wie Gips/ Schiene oder Orthese werden mit 3 Punkten beurteilt.

- Benötigt ein Patient überhaupt keine Hilfsmittel, erhält er dafür 5 Punkte.

Gehfähigkeit: - Wenn dem Patienten unabhängiges Gehen nicht möglich ist, wird die Gehstrecke mit 0 Punkten bewertet, wenn ein Fortbewegen nur im Haus möglich ist mit einem Punkt.

- Ein Patient erhält 4 Punkte, wenn ihm das Laufen einer begrenzten Gehstrecke von 2km, oder das Laufen von weniger als einer Stunde keine Probleme bereitet. Eine unbegrenzte Gehstrecke wird demnach mit 5 Punkten bewertet.

Gangbild: - Das Gangbild wird als normal (5 Punkte), leicht kosmetisch auffällig und stark kosmetisch auffällig beschrieben. Bei starkem Hinken und nicht möglicher normaler Tätigkeit liegt eine starke Einschränkung vor, die mit 0 Punkte bewertet wird.

Evaluationsbogen						
Name:		Geburtsdatum:				
Geschlecht:		Datum der Nachuntersuchung:				
Diagnose:		Op-Datum:				
Lokalisation:		Stage:				
	5	4	3	2	1	0
Pain	no pain	intermediate	modest/ non disabling	intermediate	moderate/ intermittently disabling	severe/continously disabling
Function	no restriction	intermediate	recreational restriction	intermediate	partial occupational restriction	total occupational restriction
Emotional acceptance	enthused	intermediate	satisfied	intermediate	accepts	dislikes
Supports	none	intermediate	brace	intermediate	one cane or crutch	two canes or crutches
Walking Ability	unlimited	intermediate	limited	intermediate	inside only	not independently
Gait	normal	intermediate	minor cosmetic	intermediate	major cosmetic	major handicap
Summe:						
Prozent vom Maximum (30):						

11. Danksagung

Mein Dank gilt Prof. Dr. med. R. Gradinger, sowie Prof. Dr. med. R. v. Eisenhart-Rothe für die Übertragung des Themas Endoprothetischer Beckenteilersatz nach Resektion maligner Knochentumoren.

Meinem Betreuer, Dr. med. Hakan Pilge, möchte ich für seine stete Hilfsbereitschaft und die vielen fruchtbaren Gespräche und Anregungen danken.

Herrn Privatdozent Dr. med. Rainer Burgkart danke ich für die anspruchsvolle und interessante Promotionsthematik und seine konstruktive Kritik.

Außerdem möchte ich den Schwestern und Mitarbeitern der Poliklinik für Orthopädie der TU München für ihre Hilfe bei den Untersuchungen der Patienten danken.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mir mein Studium und die Vollendung meiner Promotion ermöglichten.

Ganz besonders danken möchte ich meinen Eltern, die mir das Studium erst ermöglicht und mich jederzeit unterstützt haben. Außerdem danke ich meiner Lebensgefährtin Stephanie Junger, die meiner Arbeit viel Verständnis und Geduld entgegenbrachte und mich stets positiv bestärkt und unterstützt hat.