

REHABILITACIJA PO ŠIROKI RESEKCIJI MALIGNIH KOSTNIH TUMORJEV Z OHRANITVIJO SPODNJIH UDOV *REHABILITATION AFTER WIDE LIMB- SPARING RESECTION OF MALIGNANT BONE TUMOURS IN THE LOWER LIMBS*

doc. dr. Blaž Mavčič, dr. med.

Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ortopedska klinika

Izvleček

V večini primerov malignih kostnih tumorjev na spodnjih udih je danes mogoča široka resekcija tumorja z ohranitvijo uda. Po široki resekciji je potrebna ustrezna rekonstrukcija, ki lahko vključuje endoproteze sklepov, avtologne ali homologne kostne presadke, mišične reznje in kožne presadke. Zaradi zahtevnih načinov rekonstrukcije in raznolikosti celjenja mehkih tkiv je treba rehabilitacijo skrbno načrtovati že v zgodnjem pooperativnem obdobju. Potek rehabilitacije je odvisen od lokacije tumorja, obsežnosti resekcije, starosti pacienta in njegovega splošnega stanja ob morebitnem dodatnem onkološkem zdravljenju (kemoterapija, radioterapija). Zaradi resekcije mišičnih narastišč ob odstranitvi proksimalne stegenice (narastišče abduktorjev na veliki trohanter) in proksimalne golenice (narastišče ligamenta pogačice na tuberositas tibije) je treba odložiti začetek aktivnih vaj za šest tednov. Nasprotno je po odstranitvi distalne stegenice mogoče začeti z aktivnimi vajami in intenzivnim pasivnim razgibavanjem že prvi teden po operaciji, če je narastišče ligamenta pogačice ohranjeno. Stopnja obremenjevanja operiranega spodnjega uda je odvisna od načina rekonstrukcije (cementne ali brez cementne endoproteze, presadki kosti) in od pridobivanja moči v mišičnih skupinah, ki zagotavljajo stabilnost posameznega sklepa pri hoji.

Ključne besede:

maligni kostni tumorji, tumorske endoproteze sklepov, rehabilitacija

Abstract

In most cases of malignant bone tumours of the lower limb, it is nowadays possible to perform limb-sparing wide tumour resection. After the wide resection, reconstruction may include joint endoprosthesis, autologous or homologous bone grafts, muscle flaps and skin grafts. Due to complex reconstruction methods and the diversity of soft tissue healing, rehabilitation should be carefully planned from the early postoperative period onward. Rehabilitation procedures depend on the tumour location, the extent of resection, patient age and general condition related to adjuvant oncological treatment (chemotherapy, radiotherapy). Reconstruction of muscle insertions at proximal femur resection (insertion of abductors on the great trochanter) or proximal tibia resection (patellar ligament insertion on tuberositas tibiae) requires postponement of active exercises for 6 weeks. In contrast, after distal femur resection active exercises and intensive passive stretching may be initiated in the first week after surgery, provided that the patellar ligament insertion is preserved. Weight-bearing of the operated lower limb depends on the reconstruction type (cemented or cementless endoprosthesis fixation, bone graft) and muscle strengthening of the muscle groups that provide gait stability.

Key words:

malignant bone tumours, tumour endoprostheses of joints, rehabilitation

Prispelo/Received: 9. 10. 2013

Sprejeto/Accepted: 25. 2. 2014

E-naslov za dopisovanje/E-mail for correspondence:

blaz.mavcic@kclj.si

UVOD

Do 70. let 20. stoletja so primarne maligne kostne tumorje spodnjih udov zdravili pretežno z amputacijami. Uvedba novih metod slikovne diagnostike, napredek v citologiji in histologiji ter uporaba učinkovitejše kemoterapije so v zadnjih desetletjih prispevali k temu, da je danes v 90 odstotkih primerov mogoča široka resekcija takih tumorjev z ohranitvijo spodnjih udov (1, 2). Po široki resekciji kosti, sklepov, ligamentov in mišic je potrebna ustrezna rekonstrukcija, ki lahko vključuje vstavev endoproteze sklepa, avtolognih ali homolognih kostnih presadkov ter presaditev mišičnih režnjev in kožnih presadkov (3). Zaradi zahtevnih načinov rekonstrukcije, pridruženih oblik onkološkega zdravljenja (kemoterapija, radioterapija) in raznolikost celjenja mehkih tkiv na spodnjih udih je treba rehabilitacijo skrbno načrtovati že v zgodnjem pooperativnem obdobju (4). Namen tega prispevka je predstaviti različne vrste rehabilitacije, ki se lahko uporabijo pri pacientih po široki resekciji malignih kostnih tumorjev z ohranitvijo spodnjih okončin. Glavni poudarek bo na razlikah v postopkih rehabilitacije glede na anatomske predel resecirane tumorja.

FUNKCIONALNE TEŽAVE PO ŠIROKIH RESEKCIJAH NA SPODNJIH UDIH

Razlike med amputacijami in širokimi resekcijami malignih kostnih tumorjev

Zaradi boljših možnosti slikovne diagnostike (MRI), zgodnejšega odkrivanja kostnih tumorjev in učinkovitejšega onkološkega zdravljenja (kemoterapija, radioterapija) je postalo preživetje pacientov po širokih resekcijah malignih kostnih tumorjev z ohranitvijo spodnjih udov enako uspešno kot po radikalnih amputacijah (1, 2). Še vedno pa je treba pri vsakem posameznem pacientu pretehtati koristi in tveganja odločitve za eno ali drugo obliko kirurškega zdravljenja. Prednosti resekcije z ohranitvijo spodnjih udov so neokrnjena telesna shema, boljša psihološka samopodoba in manjša poraba energije pri hoji (5). Slabosti ohranitvene resekcije v primerjavi z amputacijo pa obsegajo daljše trajanje operativnega posega, več pooperativnih bolečin, večje tveganje za okužbo ali mehanske zaplete in pogosto potrebo po večkratnih operacijah (4, 5).

Rekonstrukcije delov kosti in sklepov

Odstranjen del kosti ali sklepa zahteva rekonstrukcijo: z vstavitvijo endoproteze, z metodami osteosinteze (intramedularni žebliji, plošče, vijaki), s polnitvijo s kostnim cementom ali s presaditvijo avtolognega/homolognega presadka kosti. Ker sta pri vsakem posameznem pacientu lokacija in obseg resekcije specifična, se tudi metode rekonstrukcije in posledično rehabilitacije med posameznimi pacienti razli-

kujejo. Rekonstrukcija odstranjenih delov kosti ali sklepov ni potrebna, kadar kosti oziroma sklepi ne nosijo teže ali biomehanskih obremenitev. V takih primerih se defekt tkiva prekrije s sosednjimi mehкими tkivi (npr. po resekcijah krila črevnice, krila lopatice ključnice, mečnice) (3–5).

Okvare mišic, vezivnega tkiva in kože

Ob odstranitvi tumorja je treba plašč zdravega tkiva z neposredno priležnimi mišicami vsaj delno resecirati, kar povzroči slabšo mišično moč in včasih delno denervacijo sosednjih mišic zaradi resekcij živčnih vej (4). Rekonstrukcija delov kosti in sklepov s kovinskimi vsadki zahteva zadostno pokritost vsadka s fascijo ali mišico, sicer grozi tveganje za globoko okužbo, zlasti v proksimalni golenici (6). V primeru obsežnih defektov fascije ali mišičnega pokrova je treba kovinske vsadke prekriti z vezanimi režnji sosednjih mišic (npr. medialna glava m. gastrocnemiusa v proksimalni golenici) (6). Dolge kožne brazgotine so lahko vzrok za lokalno bolečino, disestezijske, zunajsklepno omejevanje obsega gibljivosti v sosednjih sklepih in oviranje venskega oziroma limfatičnega odtoka (7, 8).

Okvare žil in živcev

Kadar se maligni tumor vrašča v živčno-žilni snop, je treba med operacijo skupaj s tumorjem odstraniti tudi prizadeti del živca ali žile. Odstranjeno žilo je mogoče dobro premostiti z umetnimi ali venskimi presadki, medtem ko so rekonstrukcije s presadki živca manj uspešne. Do okvare lahko pride tudi zaradi mobilizacije živčno-žilnega snopa med operacijo, lokalnega pritiska ali zaradi brazgotinjenja po radioterapiji. Moten venski ali limfatični odtok povzroči kronično otekanje uda (7, 8).

TUMORJI MEDENIČNEGA OBROČA

Medenico pokriva debela plast mišic, ki tumorjem preprečujejo širjenje proti trebušnim organom, žilam in živcem, zato ti pri operacijah ostanejo nepoškodovani (9). Pri manj obsežnih resekcijah je mogoče rekonstruirati acetabularni del medenice in ga povezati s femoralnim delom v obliki endoproteze. Acetabularna komponenta endoproteze je navadno postavljena višje od primarnega acetabuluma, femoralna komponenta endoproteze pa je podobna kolčni endoprotezi z večjim polmerom kolčne glavice zaradi preprečevanja izpahov (10, 11). V primeru obsežnih resekcij včasih rekonstrukcija medenice ni mogoča in stegenica ostane »prosto viseča« (se zabrazgotini v mehkih tkivih obmedeničnih mišic), brez čvrste opore, ali se pričvrsti na preostalo kostnino s sidrnimi šivi, mrežico iz polietilen tereftalata, ali negibljivo osteosintezo (artrodezo) (10). Pogosta je pooperativna razlika v dolžini spodnjih udov.

Rehabilitacija po resekciji dela medeničnega obroča (11, 12):

- Prve dni po operaciji se pacient uči mobilizacije v ležečem položaju, premikanja preostalih udov in trupa. Posedanje in vstajanje iz postelje se začne šele po 5 do 7 dneh.
- Dokler se mehka tkiva medeničnega obroča ne zabrazgotinijo (prvih 8 do 12 tednov po operaciji), se mora pacient izogibati aktivni in pasivni addukciji ter notranji rotaciji kolka, fleksijo naj izvaja le do 90°.
- V primeru rekonstrukcije brez endoproteze (brez čvrste opore, fiksacija z mrežico ali artrodezo) se izvaja le mobilizacija pacienta brez razgibavanja v kolku.
- Pacient uporablja hoduljo ali par bergel prvih 8 do 12 tednov z delnim razbremenjevanjem operirane noge. V primeru obsežnih resekcij in posledične slabše moči abduktorskih mišic sta značilni Duchennova hoja in pogosto trajna potreba po enostranski opori.

TUMORJI PROKSIMALNE STEGNEVICE

Predel proksimalne stegnenice je obilno prekrit z mehкими tkivi, glavne žile (a. femoralis) in živci (n. femoralis, n. ischiadicus) pa potekajo odmaknjeno od kosti in jih je pri večini kostnih tumorjev mogoče ohraniti nepoškodovane. V predelu kolka je pogosto treba odstraniti veliki trohanter z narastišči abduktorjev (m. gluteus medius, m. gluteus minimus) in mali trohanter z narastiščem tetive m. iliopsoas (3, 4). Rekonstrukcijo odstranjene proksimalne stegnenice omogočajo tumorske kolčne endoproteze, ki se distalno učvrstijo v preostanek stegnenice, proksimalno se v acetabulum dodatno vstavi umetna ponvica z velikim premerom zaradi zmanjšanja tveganja za izpah endoproteze. Nastane lahko pooperativna razlika v dolžini spodnjih udov (9).

Rehabilitacija po resekciji proksimalne stegnenice (13–15):

- Operiran spodnji ud zaradi skrajšanosti abduktorjev in zunanjih rotatorjev navadno sili v čezmerno zunanjo rotacijo, kar preprečujemo z antirotacijskim koritom ali posebno opornico.
- V prvem tednu po operaciji začnemo pasivno razgibavanje za povečevanje obsega gibljivosti v kolenu in kolku. Če je bil pri operaciji odstranjen veliki trohanter in je bilo narastišče gluteus mediusa pritrjeno na umetno snov (mrežica iz umetne mase, endoproteza), je treba aktivne gibe abduktorjev odložiti vsaj za šest tednov. Potrebni so previdnostni ukrepi za preprečevanje izpaha endoproteze. Pacient se mora izogibati aktivni in pasivni addukciji ter notranji rotaciji kolka, fleksijo naj izvaja le do 90°.
- Pacient uporablja hoduljo ali par bergel prvih 8 do 12 tednov z delnim razbremenjevanjem operirane noge. Glavna omejitev za obremenjevanje je moč abduktorjev oziroma stanje po pritrditvi abduktorjev na umetno mrežico. Po 8 do 12 tednih lahko pacient opusti bergle in uporablja enostransko oporo (palica, ena bergla) ali

na krajše razdalje hodi brez opore. V primeru obsežnih resekcij in posledične slabše moči abduktorskih mišic sta značilni Duchennova hoja in pogosto trajna potreba po enostranski opori.

TUMORJI DISTALNE STEGNEVICE

Predel distalne stegnenice je najpogostejša lokacija primarnih malignih in benignih tumorjev v kosti (16). Pri malignih tumorjih je treba skoraj vedno resekirati m. vastus intermedius in narastišče obeh glav m. gastrocnemius, deloma so prizadete tudi m. vastus lateralis in medialis, m. rectus femoris in mišice zadnje stegenske lože (9). Navadno pri resekcijah distalne stegnenice narastišče ligamenta pogačice in celoten ekstenzorski aparat ostaneta nepoškodovana. Živci v okolici kolena navadno niso prizadeti in kritje defekta mehkih tkiv z vezanimi režnji ni potrebno (7, 8). Le v redkih primerih, ko tumor prodre v kolenski sklep in ga »kontaminira«, je potrebna ekstraartikularna resekcija kolena s celotno sinovialno membrano in artikularno površino pogačice vred (17). Resecirana distalna stegnenica se rekonstruira s tumorsko endoprotezo kolena, pri kateri je nujno nadomestiti nosilno ploskev golenice, občasno pa tudi sklepno površino pogačice. Tumorske endoproteze kolena so navadno »delno vpete« (angl. *semi-constrained*), kar pomeni, da sta femoralna in tibialna komponenta endoproteze povezani z rotacijskim mehanizmom, ki zagotavlja stabilnost v anteroposteriorni smeri in pri navoru varus-valgus (17, 18).

Rehabilitacija po resekciji distalne stegnenice (17, 18, 19):

- V prvih štirih do šestih tednih se pri hoji uporablja negibna ortoza za koleno zaradi večje stabilnosti v ekstenziji. Opornico pacient začne postopoma opuščati, ko primerno okrepi mišično moč mišice kvadriceps.
- Ker ekstenzorski aparat v kolenu navadno ni poškodovan, lahko že v nekaj dneh po operaciji začnemo pasivno razgibavanje kolena na kineteku in tudi aktivne vaje.
- Pacient že v nekaj dneh po operaciji začne krepiti mišice kvadriceps in mišice zadnje stegenske lože z izometrično statično kontrakcijo, aktivnimi asistiranimi vajami ter samostojnimi aktivnimi vajami v zaprti in odprti kinetični verigi.
- Svetuje se šesttedensko delno razbremenjevanje z uporabo dveh bergel, polaganjem noge na tla in obremenjevanjem do 1/3 telesne teže.

TUMORJI PROKSIMALNE GOLENICE

Proksimalna golenica je druga najpogostejša lokacija primarnih malignih in benignih tumorjev v kosti (16). Za ta anatomski predel so značilne težave z rekonstrukcijo ekstenzorskega aparata in slaba pokritost z mehкими tkivi. Delež okužb po rekonstrukcijah z endoprotezami proksimalne golenice znaša do 18 odstotkov (20), pri čemer potreba

po večkratnih revizijskih operacijah in menjavah vsadkov še dodatno poslabša razpoložljivost mehkih tkiv. Skoraj vedno je treba pri resekcijah proksimalne golenice žrtvovati narastišče ligamenta pogačice na golenici in ga pritrditi na umetno snov, bodisi na mrežico iz polietilen tereftalata ali neposredno na tibialno komponento endoproteze (4, 16). Vedno je treba resecirati narastišča mišic biceps femoris, popliteus in pes anserinus, delno so prizadeta tudi narastišča mišic sprednje in zadnje golenske lože (mišica tibialis anterior, mišica extensor digitorum longus, mišica extensor hallucis, mišica flexor digitorum longus in mišica flexor hallucis). Navadno je potrebno kritje z vezanim režnjem medialne oziroma lateralne glave mišice gastrocnemius, ki prekrije sprednji del endoproteze in služi tudi kot dodatno narastišče za preostanek ligamenta pogačice (4).

Rehabilitacija po resekciji proksimalne golenice (4, 21):

- V prvih šestih tednih ima pacient nameščeno negibno ortozo za koleno zaradi celjenja sklepne kapsule, vezanega režnja mišice gastrocnemius in narastišča ligamenta pogačice v iztegnjenem položaju kolena.
- V dveh tednih po operaciji pacient začne izometrično statično kontrakcijo za krepitev mišic v iztegnjenem položaju kolena, štiri tedne po operaciji pa tudi pasivno razgibavanje. Izhodiščen razpon gibljivosti je od 0 do 30 stopinj fleksije in se postopoma povečuje, ciljna končna gibljivost je od 0 do 90 stopinj fleksije.
- Asistirane aktivne vaje in dinamične aktivne vaje za ekstenzijo kolena se začnejo izvajati šele šest tednov po operaciji.
- Pacient uporablja hoduljo ali par bergel prvih šest tednov s pasivnim polaganjem operirane noge na tla. Glavna omejitev za obremenjevanje je moč mišice kvadriceps oziroma stanje po pritrditvi ligamenta pogačice na umetno mrežico. Po šestih tednih lahko pacient začne opuščati bergle in postopoma začne hoditi brez opore.
- Pri nekaterih pacientih kljub pasivno popolni ekstenziji ostaja trajen izpad aktivne ekstenzije zaradi okvare ekstenzornega aparata. V takih primerih je potrebna individualna presoja o zmožnosti za hojo brez opore oziroma o potrebi po trajnem nošenju štiritočkovne ortoze med hojo.

ŠIROKA RESEKCIJA MALIGNIH KOSTNIH TUMORJEV PRI OTROCIH

Tudi pri otrocih sta najpogostejši lokaciji malignih kostnih tumorjev na spodnjih udih distalna stegnenica in proksimalna golenica. V primeru odstranjenih rastišč stegnenice oziroma golenice je treba po odstranitvi tumorja upoštevati tudi izpad rasti v dolžino v primerjavi z zdravim nogo (9). To se lahko doseže z vstavitvijo »rastoče« endoproteze z vgrajenim elektromotorjem na baterijo, ki ga je mogoče krmiliti skozi kožo in podkožje z daljinskim brezžičnim upravljalnikom (23). Po končani skeletni zrelosti se »rastoča« endoproteza odstrani in se vstavi trajna endoproteza, ki po

dimenzijah ustreza odraslemu skeletu, je bolj robustna in odporna na dolgotrajne mehanske obremenitve. V primeru biološke rekonstrukcije defektov kosti (npr. s presadkom mečnice na žilnem peclju) se dolžina podaljšuje z večkratnimi posegi ali skrajšavo zdravega uda. Pri otrocih so zapleti po rekonstrukcijah pogostejši kot pri odraslih zaradi slabše fiksacije endoprotez (medularni kanal se z rastjo povečuje), večjih težav s pokritostjo mehkih tkiv in fibrozacije kože, tetiv ali mišic po večkratnih posegih (23).

Rehabilitacija po resekciji malignih kostnih tumorjev pri otrocih (4, 23, 24):

- Ob podaljševanju uda pride do napetosti v mehkih tkivih in kontraktur v sosednjih sklepih zaradi ekstraartikularnih vzrokov (fibrozacija kože, tetiv, mišic), zato se uda ne sme podaljšati za več kot 15 do 20 mm naenkrat.
- Ob večstopenjskem podaljševanju in vsakokratnem prehodnem funkcionalnem poslabšanju kontraktur so potrebni ciklični programi rehabilitacije. Rehabilitacija vključuje povečevanje obsega gibljivosti v prizadetih sklepih, krepitev mišic, nego brazgotine in mehkih tkiv ter učenje hoje z uporabo opore (bergle, hodulja).
- Veliko pacientov ima kljub podaljševanju ob koncu zdravljenja še vedno nekaj razlike v dolžini spodnjih udov in mora nositi ustrezen povišek na obuvalu krajše noge.
- Otroci imajo po širokih resekcijah kostnih tumorjev psihološke težave zaradi dolgotrajnega zdravljenja v bolnišnici, negotovosti glede izida zdravljenja maligne bolezni, učinkov kemoterapije, večkratnih operacij, spremembe telesnega videza, odsotnosti od šolskega pouka in sprejemanja drugačnosti v krogu sovrstnikov. Rehabilitacija mora nujno vključevati tudi psihološki vidik ter vzpostaviti vez zaupanja s pacientom in njegovimi svojci.

ZAKLJUČEK

Potek rehabilitacije po široki resekciji malignih kostnih tumorjev z ohranitvijo spodnjih udov je odvisen od lokacije tumorja, obsežnosti resekcije glede na razširjenost tumorja v mehka tkiva, starosti pacienta in njegovega splošnega stanja ob morebitnem dodatnem onkološkem zdravljenju (kemoterapija, radioterapija). Pomemben dejavnik, ki zakasni začetek aktivnih vaj za šest tednov, je resekcija mišičnih narastišč ob odstranitvi proksimalne stegnenice (narastišče abduktorjev na veliki trohanter) in proksimalne golenice (narastišče ligamenta pogačice na tuberositas tibije). Nasprotno je po odstranitvi distalne stegnenice mogoče začeti aktivne vaje in intenzivno pasivno razgibavanje že prvi teden po operaciji, če je narastišče ligamenta pogačice ohranjeno. Začetek delnega in pozneje polnega obremenjevanja operiranega spodnjega uda je odvisen od načina rekonstrukcije (cementne ali brez cementne endoproteze, presadki kosti) in od pridobivanja moči v mišičnih skupinah, ki zagotavljajo stabilnost posameznega sklepa pri hoji. Po široki resekciji malignih kostnih tumorjev je pogosta razlika v dolžini spodnjih udov, pri resekcijah proksimalne stegnenice pa še Duchennova hoja

zaradi slabše moči abduktorskih mišic. Zaradi dolgotrajnega zdravljenja v bolnišnici, negotovosti glede izida zdravljenja maligne bolezni, učinkov kemoterapije, večkratnih operacij, spremembe telesnega videza in težav pri vključevanju v delovno in domače okolje mora rehabilitacija nujno vključevati tudi psihološki vidik ter vzpostaviti vez zaupanja s pacientom in njegovimi svojci.

Literatura:

- Lampert MH, Sugarbaker PH. Rehabilitation of patients with extremity sarcoma. V: Sugarbaker PH, Malawer MM. *Musculoskeletal surgery for cancer*. New York: Thieme. 1992: 55–73.
- Simon MA, Springfield D. *Surgery for bone and soft tissue tumors*. Philadelphia: Lippincott-Raven. 1998: 323–91.
- Toy PC, Heck RK. General principles of tumors. V: Canale ST, Beaty JH, eds. *Campbell's operative orthopaedics*. 12th ed. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2013. p. 788–858.
- Oren R, Zagury A, Katzir O, Kollender Y, Meller I. Principles and rehabilitation after limb-sparing surgery for cancer. V: Malawer M, Sugarbaker PH, eds. *Musculoskeletal cancer surgery: treatment of sarcomas and allied diseases*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 2001. p. 581–91.
- DiCaprio MR, Friedlaender GE. Malignant bone tumors: limb sparing versus amputation. *J Am Acad Orthop Surg* 2003; 11: 25–37.
- Yang R. Limb salvage operations for patients with malignant bone tumors in the extremities. *Tzu Chi Med J* 2005; 17: 389–96.
- Yang R. Endoprosthesis-related complications after limb-salvage operation of malignant bone tumors around the knee. *Biomed Eng Appl Basis Commun* 2004; 16: 133–42.
- Wodajo FM, Bickels J, Wittig J, Malawer M. Complex reconstruction in the management of extremity sarcomas. *Curr Opin Oncol* 2003; 15: 304–12.
- Heck RK. Malignant tumors of bone. V: Canale ST, Beaty JH, eds. *Campbell's operative orthopaedics*. 12th ed. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2013. p. 909–45.
- Gebert C, Wessling M, Gosheger G, Aach M, Streitbürger A, Henrichs MP, et al. Pelvic reconstruction with compound osteosynthesis following hemipelvectomy: a clinical study. *Bone Joint J* 2013; 95-B: 1410–6.
- Agarwal M, Nayak P. Limb salvage for osteosarcoma: current status with review of literature. V: Agarwal M, ed. *Osteosarcoma* [Internet]. Rijeka: InTech; 2012. Dostopno na <http://www.intechopen.com/books/osteosarcoma>
- UCL Institute of Orthopaedics and Musculoskeletal Science. Rehabilitation guidelines following hemipelvic replacement surgery. Middlesex: Royal National Orthopaedic Hospital NHS Trust. Dostopno na <http://www.rnoh.nhs.uk/clinical-services/rehabilitation-guidelines>
- Potter BK, Chow VE, Adams SC, Letson GD, Temple HT. Endoprosthetic proximal femur replacement: metastatic versus primary tumors. *Surg Oncol* 2009; 18: 343–9.
- UCL Institute of Orthopaedics and Musculoskeletal Science. Rehabilitation guidelines following proximal femoral replacement surgery. Middlesex: Royal National Orthopaedic Hospital NHS Trust. Dostopno na <http://www.rnoh.nhs.uk/clinical-services/rehabilitation-guidelines>
- Manoso MW, Frassica DA, Lietman SA, Frassica FJ. Proximal femoral replacement for metastatic bone disease. *Orthopedics* [Internet] 2007; 30: 1–5. Dostopno na <http://www.healio.com/orthopedics/journals/ORTHO/%7B16A8B0BC-DDAB-4DD1-BD0E-C8E898DDABBD%7D/Proximal-Femoral-Replacement-for-Metastatic-Bone-Disease?full=1>
- Benevenia J. Skeletal sarcomas. V: Schwartz HS, ed. *Orthopaedic knowledge update: musculoskeletal tumors 2*. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2007. p. 143–216.
- Hardes J, Henrichs MP, Gosheger G, Gebert C, Höll S, Dieckmann R, et al. Endoprosthetic replacement after extra-articular resection of bone and soft-tissue tumours around the knee. *Bone Joint J* 2013; 95-B: 1425–31.
- DeGroot H, Ellison B. Overview of limb salvage surgery (limb sparing surgery for bone tumors). Newton: bonetumor.org. Dostopno na <http://www.bonetumor.org/overview-limb-salvage-surgery-limb-sparing-surgery-bone-tumors>
- UCL Institute of Orthopaedics and Musculoskeletal Science. Rehabilitation guidelines following distal femoral replacement surgery. Middlesex: Royal National Orthopaedic Hospital NHS Trust. Dostopno na <http://www.rnoh.nhs.uk/clinical-services/rehabilitation-guidelines>
- Hardes J, von Eiff C, Streitbürger A, Balke M, Budny T, Henrichs MP, et al. Reduction of periprosthetic infection

with silver-coated megaprotheses in patients with bone sarcoma. *J Surg Oncol* 2010; 101: 389–95.

21. UCL Institute of Orthopaedics and Musculoskeletal Science. Rehabilitation guidelines following proximal tibial replacement surgery. Middlesex: Royal National Orthopaedic Hospital NHS Trust. Dostopno na <http://www.rnoh.nhs.uk/clinical-services/rehabilitation-guidelines>

22. Henderson ER, Pepper AM, Marulanda G, Binitie OT, Cheong D, Letson GD. Outcome of lower-limb

preservation with an expandable endoprosthesis after bone tumor resection in children. *J Bone Joint Surg Am* 2012; 94: 537–47.

23. Krepler P, Dominkus M, Toma CD, Kotz R. Die endoprothetische Versorgung an den Extremitäten bei Kindern nach Resektion primär maligner Knochentumoren. *Orthopäde* 2003; 32: 1013–9.

24. Black JF, Kishner S. Cancer and rehabilitation. Dostopno na <http://emedicine.medscape.com/article/320261-overview>