

Radiološke metode prikaza ekspanzivnih procesa osteomuskularnog sustava

Ćulap, Sandra

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:173589>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-07**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
MEDICINSKI FAKULTET**

Sandra Čulap

**RADIOLOŠKE METODE PRIKAZA
EKSPANZIVNIH PROCESA
OSTEOMUSKULARNOG SUSTAVA**

DIPLOMSKI RAD



Zagreb, 2024.

Ovaj diplomski rad izrađen je na Kliničkom zavodu za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Gordane Ivanac dr. med. i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2023./2024.

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Gordana Ivanac, dr. med

POPIS I OBJAŠNJENJE KRATICA

ABC- aneurizmalna koštana cista (engl. aneurysmal bone cyst, ABC)

AJCC- klasifikacija Američkog društva za rak (engl. American Joint Comitee on Cancer)

ASPLT- Atipični vretenasti/polimorfni lipomatozni tumor

BFH- benigni fibrozni histiocitom (engl. benign fibrous histiocytoma)

CT- kompjuterizirana tomografija

DLCBL- difuzni B-velikostanični limfom (engl. diffuse large B-cell lymphoma)

ECD- Erdheim Chesterova bolest (engl. Erdheim-Chester disease)

EHE- epiteloidni hemangioendoteliom (engl. epitheloid hemangioendothelioma)

FCM- fibrokartilaginozni mezenhimomi (engl. fibrocartilaginous mesenchymoma)

FGFR1- receptor za faktor rasta fibroblasta 1

HMO- multipli hereditarni osteochondromski sindrom (engl. multiple hereditary osteochondromas)

HU- Hounsfieldova jedinica

KHE- Kaposiformni hemangioendoteliom

LCH- Histiocitoza Langerhansovih stanica (engl. langerhans cell histiocytos)

MAPK- signalne kaskade mitogenom-aktiviranih protein kinaza (engl. Mitogen activated protein kinase, MAPK)

MAS- McCune-Albrightov sindrom

MDP- tehnecij-99-metilen difosfonat (engl. technium-99m methylene diphosphonate)

MPLPS- Miksoidni polimorfni liposarkom

MR- magnetska rezonancija

NOF- neosificirajući fibrom (engl. non-ossifying fibroma, NOF)

PDC- slabo deferencirani kordom (engl. poorly differentiated chordoma)

RDD- Rosai Dorfman bolest (engl. Rosai-Dorfman disease)

RTG- radiografija

TA- Tufted angioma

UZV- ultrazvuk

WHO- Svjetska zdravstvena organizacija (engl. World Health Organization)

SADRŽAJ

SAŽETAK	1
SUMMARY.....	2
1. TUMORI KOŠTANOG SUSTAVA	3
1.1 Hondrogeni tumori	5
1.1.1 Osteohondrom	5
1.1.2 Enhondrom.....	5
1.1.3 Hondromikosidni fibrom	6
1.1.4 Hondrondroblastom (Codmanov tumor)	6
1.1.5 Hondrosarkom	7
1.2 Osteogeni tumori.....	7
1.2.1 Osteomi	7
1.2.2 Osteoid osteom	7
1.2.3 Osteoblastom.....	8
1.2.4 Osteosarkom	8
1.3 Fibrogeni tumori	9
1.3.1 Dezoplastični fibromi.....	9
1.3.2 Fibrosarkomi.....	9
1.4 Vakularni tumori	9
1.4.1 Hemangiomi	9
1.4.2 Epiteloidni hemangiom.....	10
1.4.3 Epiteloidni hemangioendoteliom.....	10
1.4.4 Angiosarkom.....	10
1.5 Osteoklastični gigantocelularni tumori.....	10
1.5.1 Aneurizmalna koštana cista	10

1.5.2 Neosificirajući fibrom	11
1.5.3 Gigantocelularni tumori	11
1.6 Tumori notokordalnih stanica	12
1.6.1 Benigni tumori notokordalnih stanica	12
1.6.3 Dediferencirani kordomi	12
1.7 Ostali mezenhimalni tumori kosti	12
1.7.1 Osteofibrozna displazija	12
1.7.2 Fibrozna displazija.....	12
1.7.3 Jednostavna koštana	13
1.7.4 Hibernom	13
1.7.5 Fibrokartilaginozni mezenhimomi	13
1.7.6 Adamantinom	13
1.7 Hematopoetski tumori kosti	14
1.7.1 Primarni non-Hodgkinov limfom kosti	14
1.7.2 Mijelomi	14
1.7.3 Histiocitoza Langerhansovih stanica.....	14
1.8 Ewingow sarkom	14
2. TUMORI MEKIH TKIVA	15
2.1 Adipocitni tumori.....	16
2.1.2 Atipični vretenasti/Polimorfni lipomatozni tumor (.....	16
2.1.3 Miksoidni polimorfni liposarkom (MPLPS)	16
2.2 Fibroblastični i miofibroblastični tumori	16
2.2.1 Angiofibrom mekih tkiva	16
2.2.2 EWSR1-SMAD3-pozitivni fibroblastični tumor.....	16
2.2.3 Površinski CD34-pozitivan fibroblastični tumor	16

2.3 Vaskularni tumori	17
2.3.1 Anastomozirajući hemangiom	17
2.3.2 Tufted angiom (TA) i kaposiformni hemangioendoteliom (KHE)	17
2.4 Pericitični (perivaskularni) tumori	17
2.5 Tumori glatkih mišića	17
2.5.1 EBV-povezani tumor glatkih mišića	17
2.5.2 Upalni leiomiosarkom	18
2.6 Skeletni mišićni tumori	18
2.6.1 Rabdomiom	18
2.6.2 Embrionalni rabdomiosarkom	19
2.6.3 Alveolarni rabdomiosarkom	19
2.6.4 Vretenasti/sklerozni rabdomiosarkom	19
2.6.5 Epiteloidni rabdomiosarkom	19
2.6.6 Pleomorfni rabdomiosarkom	19
2.7 Gastrointestinalni stromalni tumor	20
2.8 Hrskavično-koštani tumori	20
2.8.1 Hondrom	20
2.8.2 Ekstraskoletni osteosarkom ili osteosarkom mekog tkiva	20
2.9 Tumori ovojnice perifernih živaca	20
2.9.1 Zloćudni melanotski tumor živčane ovojnice	20
2.10 Tumori nesigurne diferencijacije	21
2.10.1 NTRK-rearanžirana neoplazma vretenastih stanica	21
2.10.2 Neuralni tumor sličan lipofibromatozi	21
2.11 Nediferencirani sitnostanični sarkomi kostiju i mekih tkiva	21
2.11.1 Ewingov sarkom	21

3.	Određivanje stadija tumora kosti i tumora mekog tkiva	21
4.	Radiološka dijagnostika	24
4.1	Obična radiografija	24
4.2	Ultrazvuk	24
4.3	Scintigrafija	25
4.4	CT	25
4.5	MR.....	26
5.	ZAKLJUČAK.....	27
6.	ZAHVALE	28
7.	LITERATURA	29
8.	ŽIVOTOPIS	32

SAŽETAK

RADIOLOŠKE METODE PRIKAZA EKSPANZIVNIH PROCESA OSTEOMUSKULARNOG SUSTAVA

Sandra Čulap

Ekspanzivni procesi u osteomuskularnom sustavu odnose se na patološke promjene koje dovode do povećanja volumena ili prostornog pritiska unutar kostiju, mišića ili drugih struktura koje su povezane s mišićno-koštanim sustavom. Ovi procesi mogu biti benigni ili maligni te uključuju različite vrste tumora, ciste ili upalne promjene. Tumori također mogu biti primarni (nastaju unutar kosti/mekog tkiva) i sekundarni (metastatski).

U ovom diplomskom radu navesti ćemo klasifikaciju tumora kostiju i mekog tkiva i opisati neke njihove karakteristike. Nakon toga su opisane radiološke metode prikaza tumora osteomuskularnog sustava.

Radiološka evaluacija tumora osteomuskularnog sustava uključuje multimodalni pristup, prilikom čega svaki od modaliteta pruža jedinstvene dijagnostičke uvide. RTG je početna dijagnostička metoda procjene tumora osteomuskularnog sustava, a daljnji izbor radiološke metode određuje se na temelju RTG snimke, povijesti bolesti pacijenta, nalaza fizikalnog pregleda i lokacije lezije. Nakon obične radiografije slijede tehnike snimanja presjeka kao što su kompjutorizirana tomografija (CT) ili magnetska rezonancija (MR). Dodatno, scintigrafija nuklearne medicine, ultrazvuk i pozitronska emisijska tomografija (PET) mogu se koristiti zajedno s početnom evaluacijom ili nakon nje. MR je preferirana metoda za snimanje tumora mekih tkiva, dok se i CT i MR koriste za procjenu opsega tumora kostiju.

Ključne riječi: osteomuskularni sustav; tumori kosti; tumori mekog tkiva; RTG; CT; MR

SUMMARY

RADIOLOGICAL METHODS FOR IMAGING EXPANSIVE PROCESSES OF THE OSTEOMUSCULAR SYSTEM

Sandra Cúlap

Expansive processes in the musculoskeletal system refer to pathological changes that lead to an increase in volume or spatial pressure within bones, muscles, or other structures associated with the musculoskeletal system. These processes can be benign or malignant and include various types of tumors, cysts, or inflammatory changes. Tumors can also be primary (originating within bone/soft tissue) or secondary (metastatic).

In this thesis, we will present the classification of bone and soft tissue tumors and describe some of their characteristics. Following this, we will describe the radiological methods used to image tumors of the musculoskeletal system.

Radiological evaluation of musculoskeletal system tumors involves a multimodal approach, with each modality providing unique diagnostic insights. X-ray is the initial diagnostic method for assessing musculoskeletal system tumors, and the subsequent choice of radiological method is determined based on the X-ray image, the patient's medical history, physical examination findings, and the lesion's location. Following plain radiography, cross-sectional imaging techniques such as computed tomography (CT) or magnetic resonance imaging (MRI) are used. Additionally, nuclear medicine scintigraphy, ultrasound, and positron emission tomography (PET) can be utilized in conjunction with or following the initial evaluation. MRI is the preferred method for imaging soft tissue tumors, while both CT and MRI are used to assess the extent of bone tumors.

Keywords: osteomuscular system; bone tumors; soft tissue tumors; X-ray; CT; MRI

1. TUMORI KOŠTANOG SUSTAVA

Tumori kostiju su nakupine stanica koje benigno ili maligno alteriraju u kostima. S obzirom na stupanj malignosti tumore kostiju dijelimo na: benigne (dobročudne) i maligne (zloćudne). Tumore kostiju također možemo podijeliti na: primarne i metastatske. Primarni tumori izvorno nastaju u kostima, dok su sekundarni tumori zapravo metastatski, što znači da nastaju na nekom drugom mjestu u tijelu (na primjer, u plućima, prostati ili u dojci) nakon čega se šire u kosti. Za razliku od metastatskih tumora koji su uvijek maligni, primarni tumori mogu biti benigni i maligni (1). Primarni tumori kostiju su veoma rijetki te čine tek 0,2% svih tumora.

Prema najnovijoj klasifikaciji Svjetske zdravstvene organizacije iz 2020. godine, tumori kostiju mogu se klasificirati na temelju njihove sličnosti s normalnim tkivom odraslih u različite tipove kao što su: hondrogeni, osteogeni, fibrogeni, vaskularni, osteoklastični gigantocelularni, notokordalni, hematopoetski, kao i ostali mezenhimalni tumori kostiju. Prema stupnju malignosti tumore kostiju možemo podijeliti na tumore visokog, srednjeg (lokalno agresivni) i niskog stupnja malignosti (Tablica 1) (2).

Najveći broj tumora kostiju nastaje za vrijeme intenzivnog rasta koštanog tkiva koje se događa u mlađoj životnoj dobi. Svi tumori kostiju se prezentiraju na sličan način, tako što razaraju koštanu strukturu ili stvaraju novu koštanu tvorbu. Važno je lokalizirati tumorski proces i na osnovu toga pobliže odrediti njegovu građu. Najčešća lokalizacija tumora koji nastaju iz koštane srži su dijafize kostiju, dok se na epifizima kostiju najčešće razvijaju gigantocelularni tumor i hondroblastom. Tumori se najčešće lokaliziraju na mjestima najintenzivnijeg rasta, a to su metafize dugih cjevastih kostiju, pogotovo u području zgloba koljena. Tumori kostiju mogu biti ograničeni unutar koštane strukture, dok probijanje granice koštane strukture i širenje u meke dijelove ukazuje na zloćudnost (1).

Tablica 1. Klasifikacija koštanih tumora prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji.

Preuzeto iz: preuzeto iz: Choi JH, Ro JY, 2021

TABLE 1. The 2020 WHO Classification of Bone Tumors

Chondrogenic tumors	Osteoclastic giant cell-rich tumors
<i>Benign</i>	<i>Benign</i>
Subungual exostosis	Aneurysmal bone cyst
Bizarre parosteal osteochondromatous proliferation	Non-ossifying fibroma
Periosteal chondroma	<i>Intermediate (locally aggressive, rarely metastasizing)</i>
Enchondroma	Giant cell tumor of bone NOS
Osteochondroma	<i>Malignant</i>
Chondroblastoma NOS	Giant cell tumor of bone, malignant
Chondromyxoid fibroma	Notochordal tumors
Osteochondromyxoma	<i>Benign</i>
<i>Intermediate (locally aggressive)</i>	Benign notochordal cell tumor
Chondromatosis NOS	<i>Malignant</i>
Atypical cartilaginous tumor	Chordoma NOS
<i>Malignant</i>	Chondroid chordoma
Chondrosarcoma, grades 1	Poorly differentiated chordoma
Chondrosarcoma, grades 2	Dedifferentiated chordoma
Chondrosarcoma, grades 3	Other mesenchymal tumors of bone
Periosteal chondrosarcoma	<i>Benign</i>
Clear cell chondrosarcoma	Chondromesenchymal hamartoma of chest wall
Mesenchymal chondrosarcoma	Simple bone cyst
Dedifferentiated chondrosarcoma	Fibrous dysplasia
Osteogenic tumors	Osteofibrous dysplasia
<i>Benign</i>	Lipoma NOS
Osteoma NOS	Hibernoma
Osteoid osteoma NOS	<i>Intermediate (locally aggressive)</i>
<i>Intermediate (locally aggressive)</i>	Osteofibrous dysplasia-like adamantinoma
Osteoblastoma NOS	Mesenchymoma NOS
<i>Malignant</i>	<i>Malignant</i>
Low-grade central osteosarcoma	Adamantinoma of long bones
Osteosarcoma NOS	Dedifferentiated adamantinoma
Conventional osteosarcoma	Leiomyosarcoma NOS
Telangiectatic osteosarcoma	Pleomorphic sarcoma, undifferentiated
Small cell osteosarcoma	Bone metastases
Parosteal osteosarcoma	Hematopoietic neoplasms of bone
Periosteal osteosarcoma	Plasmacytoma of bone
High-grade surface osteosarcoma	Malignant lymphoma, non-Hodgkin, NOS
Secondary osteosarcoma	Hodgkin disease NOS
Fibrogenic tumors	Diffuse large B-cell lymphoma NOS
<i>Intermediate (locally aggressive)</i>	Follicular lymphoma NOS
Desmoplastic fibroma	Marginal zone B-cell lymphoma NOS
<i>Malignant</i>	T-cell lymphoma NOS
Fibrosarcoma NOS	Anaplastic large cell lymphoma NOS
Vascular tumors of bone	Malignant lymphoma, lymphoblastic, NOS
<i>Benign</i>	Burkitt lymphoma NOS
Hemangioma NOS	Langerhans cell histiocytosis NOS
<i>Intermediate (locally aggressive)</i>	Langerhans cell histiocytosis, disseminated
Epithelioid hemangioma	Erdheim-Chester disease
<i>Malignant</i>	Rosai-Dorfman disease
Epithelioid hemangioendothelioma NOS	
Angiosarcoma	

1.1 Hondrogeni tumori

Hondrogeni tumori su najčešći primarni tumori kostiju. Benigni hondrogeni tumori kostiju se većinom dijagnosticiraju slučajno prilikom radiološkog snimanja, dok maligni hondrogeni tumori čine čak 25% malignih tumora kostiju (3).

1.1.1 Osteohondrom je jedan od najčešćih benignih tumora kostiju. Čini 20-50% benignih tumora kostiju, te od njega najviše oboljevaju muške osobe mlađe od 20 godina. Osteohondromi se većinom javljaju u metafizi ili metadijafizi distalnog femura, u području koljenskog zgloba i proksimalnog humerusa (3). Može se javiti kao solitarna lezija u 90% ili u sklopu multiplog hereditarnog osteohondromskog sindroma (engl. multiple hereditary osteochondromas, HMO) u 10% slučajeva. HMO je najčešća genetska skeletna displazija sa autosomno dominantnim nasljeđivanjem, koja je povezana sa povećanim rizikom od maligne alteracije i s mutacijama gena EXT1 i EXT2 (3,4). Osteohondromi nastaju na vanjskoj površini kosti prekriveni hrskavicom koja raste, međutim za vrijeme adolescencije se često smanjuju radi osifikacije (3). Mogu biti sesilni ili pedunkularni. Osteohondromi su najčešće prekursorske lezije sekundarnih hondrosarkoma. Solitarni osteohondromi maligno alteriraju u 0.4-2% slučajeva, dok multipli alteriraju u 1-5% slučajeva (5).

Mogu se dijagnosticirati pomoću RTG (Slika 1), CT-a i MR (slika 2). CT se primjenjuje za prikaz kontinuiteta lezije i jasno identificira tipične kalcifikacije hrskavičnog pokrova. Debljina hrskavičnog pokrova se teško može odrediti pomoću CT-a, te se zbog toga najčešće primjenjuje magnetska rezonancija (MR). Nemineralizirani dijelovi hrskavičnog pokrova imaju srednji do niski intenzitet na T1 snimkama i vrlo visok intenzitet na T2 slikama. Debljina hrskavičnog pokrova od 1,5-2 cm sugerira na malignu alteraciju (5). Nakon intravenske primjene gadolinija, dolazi do naglašavanja benignih lezija u fibrovaskularnom tkivu koje pokriva hrskavični pokrov, dok hrskavični pokrov ne bi trebao biti naglašen (6).

1.1.2 Enhondrom

Enhondromi su drugi po učestalosti primarni tumori kosti kod odraslih i čine 12-14% svih benignih tumora kosti. Većinom su asimptomatski i zbog toga nije poznata njihova

stvarna prevalenija. Karakterizira ih to što se mogu pojaviti u bilo kojoj kosti koja nastaje iz hrskavice, te su zbog toga lokalizirani u središnjem dijelu dugih kosti, odnosno u šupljini koštane srži. U 40-65% slučajeva se javljaju u malim kostima šake (5).

Enhondrom u dugim kostima može stvarati karakterističan hrskavični matriks (eng. popcorn, arc-and-ring) koji se vidi na RTG, dok u rukama može poprimiti izgled oštro ograničene litičke lezije. Enhondrom, na T2 slikama MR-a, odašilje specifičan lobuliran hiperintenzivan signal (7). Također može stvarati i blage erozije s unutrašnje strane korteksa (engl. endosteal scalloping). Diferencijalno dijagnostički, enhondrom se teško razlikuje od hondrosarkoma. Za razlikovanje enhondroma i hondrosarkoma se može koristiti podatak o prisutnosti boli, periostalnoj reakciji i kortikalnoj destruktiji koji se javljaju kod hondrosarkoma. Enhondrom također može maligno alterirati, na što ukazuje pad mineralizacije. Česta je pojava enhondroma manjih od 4cm u koljenu ili ramenu te se oni ne moraju pratiti, osim ako nema erozija unutrašnje strane korteksa, kortikalnog stanjivanja ili promjene u veličini (8).

1.1.3 Hondromikoidni fibrom je rijetki benigni tumor nalik NOF-ovima, koji zahvaća metafizu kosti, s čestim širenjem prema epifizi (4). Čini manje od 1% svih primarnih tumora kostiju. Histološki se hondromikoidni fibrom sastoji od mješavine hrskavičnog, mikroidnog i fibroznog tkiva (3). Najčešće se javlja kod djece i adolescenata, te se klinički može prezentirati kao bolno oteknuće (4). Na RTG-u se mogu vidjeti sklerotični rubovi, dok je na T2 slikama MR-a hiperintenzivan (9).

1.1.4 Hondroblastom (Codmanov tumor) je rijetka benigna neoplazma koja zahvaća mlade ljude oko 15-te godine. Najčešće je lokaliziran u epifizama humerusa, femura ili tibije. Histološki je građen od nezrelih hrskavičnih stanica koje luče prostaglandine. Za razliku od ostalih tumora kostiju, hondroblastomi nastaju u epifizi i apofizi. Klinički se mogu prezentirati kao lokalna bol uzrokovana stvaranjem prostaglandina (3,4). Hondroblastomi mogu kalcificirati u 40-60% slučajeva, te se dobro vide na CT-u, a malo slabije na RTG-u. Za razliku od ostalih hondrogenih tumora koji su na T2 slikama hiperintenzivni, hondroblastom je specifičan po tome što je hipointenzivan na T2 slikama (8,9).

1.1.5 Hondrosarkom je, po učestalosti, treći primarni maligni tumor kostiju (20-27%). Većinom se javlja kod starijih ljudi (50% ljudi >50 godina) i obično je lokaliziran u zdjelici, femuru, proksimalnom humerusu i rebrima. Histološki je građen od tumorskih hondrocita i miksoidnog i/ili hrskavičnog matriksa. S obzirom na patohistološki stupanj malignosti može se podijeliti na 3 stadija: niski (stadij 1), srednji (stadij 2) i visoki (stadij 3). Za procjenu kliničkog tijeka bolesti i prognoze koriste se: patohistološki stupanj malignosti, brzina rasta, metastaze i zahvaćanje mekog tkiva. Lošiju prognozu imaju tumori u zdjelici, rebrima i skapuli mladih ljudi. Hondrosarkom se može javiti u 3 varijante-periostalni, mezenhimalni i svjetlostanični (3,4). Skoro uvijek su simptomatski, često s kasnim metastazama u pluća (3). Hondrosarkom može nastati u kostima (primarni) ili kao posljedica maligne transformacije enhondroma, osteohondroma ili u Pagetovoj bolesti (sekundarni). Konvencionalni (intramedularni) hondrosarkom je najčešći podtip hondrosarkoma koji se očituje kao ekspanzivna prožimajuća lezija koja može sintetizirati hrskavični matriks (8). Na RTG-u i CT-u se javlja kao litička lezija s kalcifikatima. S rastom tumor uzrokuje zadebljanje periosta i invaziju mekog tkiva (5). Za razlikovanje od enhondroma i od osteohondroma se koristi MR. Za razlikovanje od osteohondroma koristi se debiljna hrkavičnog vrha osteohondroma- kada je hrskavični vrh deblji od 2 cm veća je vjerovatnost da se radi o hondrosarkomu (8).

1.2 Osteogeni tumori

1.2.1 Osteomi su rijetki spororastući osteoblastični tumori. Većinom se javljaju na korteksu lubanje ili frontalnih/etmoidnih sinusa. Najčešći su orbitalni osteomi koji se javljaju kod ljudi u drugom i trećem desetljeću života. Na CT-u se vide kao gusta, sklerotična i hiperdenzna masa (4,9).

1.2.2 Osteoid osteom je benigni osteoblastični tumor koji obično nastaje u korteksu dugih kostiju. Karakterizira ga stvaranje nidusa osteoidnog tkiva koji je okružen reaktivnom sklerotičnom kosti. Većinom zahvaća mlade muškarce, a karakterizira ga tupa, konstantna, intenzivna noćna bol koja se smanjuje s upotrebom salicilata. Na RTG-u i CT-u osteoid osteom se može vidjeti kao okrugli ili ovalni, dobro definirani, hipodenzni nidus okružen sklerotičnim tkivom. U 50% slučajeva nidus kalcificira te na

CT-u poprima oblik "bull's-eye" (10). Za razliku od CT-a, na MR-u se osteoid osteom slabije vidi. Na T1 slikama nidus je hipointenzivan, a na T2 slikama reaktivni edem srži može prekriti leziju (9).

1.2.3 Osteoblastom je benigni osteoblastični tumor koji čini oko 1% primarnih tumora kostiju. U 30-40% slučajeva se javlja u stražnjem dijelu kralježnice i sakrumu (11). Morfološki, histološki i genetski je sličan osteoid osteomu jer dijele FOS i FOSB promjene, međutim razlikuju se na temelju kliničke slike i većeg potencijala za rast i većih dimenzija (≥ 2 cm). Karakterizira ga bol koja, za razliku od osteoid osteoma, nije noćna i ne prolazi korištenjem salicilata (2). Na slikovnom prikazu osteoblastom može biti vidljiv kao radiolucentna, okrugla do ovalna lezija s dobro definiranim rubovima i reaktivnom sklerozom. Osnovna metoda za dijagnostiku osteoblastoma je obična radiografija (11). Osteoblastom uzrokuje klasični radiološki nalaz ekspanzivne litičke lezije u posteriornim dijelovima kralježnice (8,9).

1.2.4 Osteosarkom je najčešći primarni maligni tumor kosti (oko 20%) koji se obično nalazi u metafizi dugih kostiju ekstremiteta (12). Karakterizira ga bimodalna distribucija po dobi. Primarni osteosarkom se javlja prije 25. godine, dok se sekundarni (kao posljedica radijacije i Pagetove bolesti) javlja nakon 50. godine (13). Klinički se prezentira kao lokalizirana bol, oteknuće i povremena disfunkcija zgloba (12). Najčešća vrsta osteosarkoma je intramedularni, konvencionalni osteosarkom koji zahvaća kosti koljena (metafize femura ili tibije) te se s obzirom na histološke karakteristike može podijeliti na osteoblastični, hondroblastični i fibroblastični. Konvencionalni osteosarkomi sa lošijom prognozom su- teleangiektatični, sitnostanični, multifokalni i nediferencirani pleomorfni sarkom. U kontrastu s konvencionalnim sarkomom koji je intramedularni, postoje još dva jukstakortikalna tipa (parostalni i periostalni) (13).

Parostalni osteosarkom je najbenigniji od svih sarkoma te najčešće oboljevaju ljudi u trećem i četvrtom desetljeću života. Nastaje u vanjskom periostu, obično ne probija korteks, te se uglavnom nalazi u posteriornom dijelu distalne femoralne metafize (nalik na engl. cauliflower). Za razliku od parostalnog osteosarkoma, periostalni osteosarkom nastaje u unutrašnjem periostu gdje uzrokuje kortikalno zadebljanje, agresivnu

periostalnu reakciju i lagano se širi u meka tkiva. Većinom se javlja u dijafizama femura ili tibije kod pacijenata mlađih od 20 godina (8,14). Prilikom dijagnostike osteosarkoma prva metoda izbora je RTG, nakon koje se izvode CT pomoću kojeg su vidljive metastaze (najčešće u pluća) i MR pomoću kojeg se može vidjeti zahvaćanje neurovaskularnih struktura i prisutnost skip lezija (12). Osteosarkomi na radiološkim nalazima uzrokuju kortikalnu destrukciju, sintezu osteoidnog matriksa, agresivnu periostalna reakcija i širenje u meka tkiva. Također, u ranim fazama mogu izgledati kao blaga koštana skleroza. Osteosarkomi na MR-u odašilju hipointenzivni i hiperintenzivne signale na T1 i T2 snimkama s invazijom okolnog mekog tkiva i neurovaskularnih struktura (8,14).

1.3 Fibrogeni tumori

1.3.1 Dezoplastični fibromi su veoma rijetki tumori, lokalno agresivni benigni tumori kostiju građeni od vretenastih stanica bogatih kolagenom. Prezentiraju se kao bol i oticanje zahvaćenog područja. Na RTG-u su vidljivi kao trabekulirana, lucentna, ekspanzivna lezija s lobuliranim rubovima. Također se može vidjeti stanjenje i probijanje korteksa s oticanjem mekog tkiva (15).

1.3.2 Fibrosarkomi su maligne neoplazme građene od fibroblasta s varijabilnim stvaranjem kolagena i fascikularnom raspodjelom nalik na riblju kost (2,16).

1.4 Vakularni tumori

Vaskularni tumori su ekstremno rijetki tumori koji čine 1-2% neoplazmi kostiju (17).

1.4.1 Hemangiomi su najčešći benigni vaskularni tumori kosti. Obično se mogu pronaći u lubanji i kostima kralježnice. Hemangiomi su uglavnom asimptomatski te se većinom otkrivaju slučajnim radiološkim nalazima. Zbog masti unutar tumora i manjka koštanog tkiva, na MR-u odašilju specifičan signal visokog intenziteta na T1 i T2 slikama (17). Na RTG-u i CT-u se vide samtane strijacije (engl. corduroy)- zadebljane koštane trabekule kao odgovor na koštanu resorpciju uzrokovanu krvnim žilama. Također se u transverzalnoj liniji može vidjeti točkasta struktura (engl. polka-dot) (9).

1.4.2 Epiteloidni hemangiom je lokalno agresivni tumor koji rijetko metastazira. Sastoji se od stanica epiteloidne morfologije i endotelne diferencijacije. Javljaju se između trećeg i šestog desetljeća života. Većinom se manifestiraju kao bolne mase, međutim mogu biti i incidentalomi. Javlja se u dugim tubularnim kostima, kratkim tubularnim kostima donjih ekstremiteta, kralješcima i ravnim kostima. U oko 25% slučajeva mogu biti multifokalni. Radiografski se mogu vidjeti kao dobro ograničene litičke lezije koje zahvaćaju metafizu ili dijafizu kostiju s širenjem u susjedno meko tkivo bez destrukcije korteksa (17).

1.4.3 Epiteloidni hemangioendoteliom (engl. epitheloid hemangioendothelioma, EHE) je vaskularni tumor niskog stupnja malignosti. U 20-30% slučajeva metastazira, sa smrtnošću u 15% slučajeva. Dvije glavne karakteristike epiteloidnih hemangioendotelioma su stvaranje većeg broja atipičnih endotelnih stanica nego što je potrebno i formiranje krvnih žila od retikulinskih vlakana. Češće se javlja kod muškaraca između 10. i 60. godine života. Može zahvatiti bilo koju kost, ali se najčešće javlja u kostima donjih ekstremiteta. Radiološki se epiteloidni hemangioendoteliom očituje kao litička lezija, koja može biti ili dobro definirana ili bez oštih granica s kortikalnom erozijom i invazijom mekog tkiva.

1.4.4 Angiosarkom je agresivni, vaskularni tumor, visokog stupnja malignosti, građen od atipičnih endotelnih stanica. Primarni angiosarkomi su veoma rijetki te čine oko 4% angiosarkoma i manje od 1% svih malignih tumora kostiju. Prezentiraju se kao kronična, tupi bol ili oteknuće mekog tkiva. U trećini slučajeva su multifokalni. Radiološki se angiosarkomi očituju kao agresivne osteolitičke lezije s kortikalnom destrukcijom i invazijom susjednog tkiva. Zbog učestale multifokalne prezentacije nerijetko se radiološki mogu zamijentiti za metastatske karcinome (17).

1.5 Osteoklastični gigantocelularni tumori

1.5.1 Aneurizmalna koštana cista (engl. aneurysmal bone cyst, ABC) je benigna, ekspanzivna, lokalno destruktivna, bolna koštana neoplazma koja je karakterizirana brojnim cistama ispunjenim krvlju koje su odvojene fibroznim septama. Fibrozne septe u sebi sadrže (mio)fibroblaste, osteoklastične gigantocelularne stanice i reaktivnu kost.

Mogu se javiti u svim dobnim skupinama, najčešće kod adolescenata i djece. Javlja se u metafizi dugih kostiju kao što su femur, tibija i humerus te u posteriornim dijelovima kralježaka (2,18). Može nastati primarno ili sekundarno kao posljedica povećanog venskog protoka krvi, traume ili promjene na USP6 genu. Na RTG nalazu se prikazuje kao ekscentrična prozirna lezija s ekspanzivnim remodeliranjem kostiju. Na CT-u je vidljiva kao dobro definirana litička lezija s okolnim rubom reaktivne kosti. Najbolja metoda za prikaz razina tekućina je MR. Na MR-u ciste pokazuju varijabilno niski intenzitet signala na T1 i T2 slikama, dok su na T1 slikama post-kontrastno vidljive septe (18).

1.5.2 Neosificirajući fibrom (engl. non-ossifying fibroma, NOF) je benigni, samoograničavajući, osteoklastični, gigantocelularni tumor kosti. To je najčešći tumor kostiju koji zahvaća 30-40% djece, sa spontanom regresijom nakon puberteta. Obično se javlja u metafizi dugih kostiju donjih ekstremiteta, posebno distalnog femura te proksimalne i distalne tibije. Histološki je građen od vretenastih stanica, gigantocelularnih stanica, depozita hemosiderina i pjenušavih makrofaga. U većini slučajeva je uzrokovan aktivacijom signalne kaskade mitogenom-aktiviranih protein kinaza (engl. mitogen-activated protein kinase, MAPK) koja nastaje kao posljedica mutacije KRAS i FGFR1 gena (2). Radiološki se vide kao velike, dobro definirane, ekspanzivne litičke lezije okružene sklerotičnim rubovima. Uglavnom su asimptomatski i javljaju se kod djece i adolescenata. NOF-ovi spontano zacijele do dobi od 20 do 30 godina te se za to vrijeme mogu scintigrafski vidjeti kao „vruće“ zone s pojačanom osteoplastičnom aktivnosti (8).

1.5.3 Gigantocelularni tumori su lokalno agresivni, rijetko metastazirajući tumori kostiju koji čine 4-5% primarnih tumora kostiju. Histološki su građeni od neoplastičnih mononuklearnih stromalnih stanica, osteoklastičnih gigantocelularnih stanica i makrofaga (19). U manje od 10% slučajeva mogu biti maligni. U 95% slučajeva se javljaju s H3.3A (HF3FA) mutacijom od kojih je 90% na G.3.3 p.Gly34Trp (g34W) (2). Obično se javljaju u epifizama dugih kostiju, pogotovo u distalnom femuru, proksimalnoj tibiji i distalnom humerusu mladih ljudi (20). Radiološki je veoma teško razlikovati benigni i maligni gigantocelularni tumor, zbog čega se u većini slučajeva provodi kiretaža ili široka

resekcija lezije (7). Najvažniji radiografski nalazi povezani sa gigantocelularnim tumorom su: lokacija tumora, litička priroda tumora i manjak odgovora domaćina. Na RTG-u su gigantocelularni tumori tipično ekspanzivne, osteolitičke, prozirne lezije sa sklerotičnim rubovima i bez periostalne reakcije (20). Postoje četiri klasična radiološka kriterija za identifikaciju gigantocelularnog tumora: javljaju se kod pacijenata sa zatvorenim pločama rasta, nastaju periferno, vidljivi su u epifizi (nastaju u metafizi, a zatim prelaze u epifizu) i uz površinu zgloba, te moraju imati jasno definiranu tranzicijsku zonu koja nije sklerotična (ne vrijedi u ravnim kostima) (8,9).

1.6 Tumori notokordalnih stanica

1.6.1 Benigni tumori notokordalnih stanica su benigne lezije koje zahvaćaju aksijalni skelet i građene su od stanica s notokordalnom diferencijacijom. Lezije su asimptomatske i veoma male, zbog čega često prolaze nezapažene prilikom radiološke obrade (21).

1.6.2 Slabo deferencirani kordomi (engl. poorly differentiated chordoma, PDC) su podvrste kordoma karakterizirane gubitkom SMARCB1 ekspresije. Obično se mogu pronaći u aksijalnom skeletu djece i mladih, s ženskom predominacijom (2,4).

1.6.3 Dediferencirani kordomi su maligne neoplazme građene od notokordalnih stanica. Karakterizira ih istovremeno prisustvo 2 komponenta: komponenta benignog tumora notokordalnih stanica i komponenta sarkoma visokog stupnja malignosti (22). Obično se javljaju u aksijalnom skeletu, sfeno-okcipitalnoj regiji, tijelu C2 ili sakrokocigealnom dijelu. Radiološki su vidljivi kao litičke lezije s iregularnim rubovima i kalcifikatima koji nastaju kao posljedica nekroze. Na T2 slikama na MR-u mogu odašiljati heterogen, lobuliran i hiperintenzivan signal (8).

1.7 Ostali mezenhimalni tumori kosti

1.7.1 Osteofibrozna displazija je rijetka vrsta fibrozne displazije. Obično se javlja u tibiji djece. Nema Gsa aktivacijske mutacije te postoje trisomije 7,8,12, što ju razlikuje od fibrozne displazije (23).

1.7.2 Fibrozna displazija je benigna koštana lezija karakterizirana zamjenom koštanog tkiva s proliferirajućim osteofibroznim tkivom. Može zahvaćati jednu ili više kosti.

Zamjena koštanog tkiva s osteofibroznim može uzrokovati komplikacije kao što su patološka fraktura kosti i kompresija susjednog mekog tkiva i neurovaskularnih struktura. U rijetkim slučajevima (<1%) može maligno alterirati (kao posljedica radioterapije). Može se pojaviti kao dio McCune-Albright-ovog sindroma (MAS). MAS je fibrozna displazija (uglavom unilaterana) karakterizirana zahvaćanjem više kostiju te pojavom mrlja boje kave (café au lait) kao i endokrine disfunkcije (prerani pubertet) (24). Fibrozna displazija može poprimiti izgled smrvljenog stakla u rebrima ili dugim kostima, dok je u zdjeličnim kostima najčešće cistična, a na bazi lubanje ekspanzivna, uz oponašanje Pagetove bolesti na na MR-u (7).

1.7.3 Jednostavna koštana cista je solitarna benigna cista ispunjena tekućinom. Može zahvatiti bilo koju kost, ali se uglavnom javlja na metafizi dugih kostiju djece (proksimalni femur i proksimalni humerus) i adolescenata (ileum i kalkaneus). Većinom ostaje asimptomatska, sve dok ne dođe do patološke frakture (25). Na RTG je vidljiva kao oštro ograničena, metafizealna, epifizealna, centalna cistička, ekspanzivna i litička lezija, koja ne probija korteks i ne uzrokuje periostalnu reakciju. U slučaju frakture javlja se patognomičan radiološki znak „palog fragmenta“ (engl. „the fallen fragment“) radi odlamanja dijela korteksa koji zatim upadne u cistu (25).

1.7.4 Hibernom je veoma rijetka benigna asimptomatska neoplazma koja nastaje od smeđih adipocita masnog tkiva na površini ili unutar kosti. Obično se javlja u aksijalnom skeletu starijih ljudi, s ženskom predominacijom.

1.7.5 Fibroartilaginozni mezenhimomi (engl. fibrocartilaginous mesenchymoma, FCM) su veoma rijetke, lokalno agresivne neoplazme nalik na hrskavičnu ploču rasta. Obično se javljaju kod djece i mladih u metafizama dugih tubularnih kostiju, bočnoj i preponskoj kosti, kralješcima, rebrima i metatarzalnoj kosti (2).

1.7.6 Adamantinom je rijetki, bifazični tumor niskog stupnja malignosti. Karakterizira ga postojanje varijabilne količine epitelne komponente okrežene osteofibroznom stromom (26). Najčešće se javlja u metafizi ili dijafizi tibije kod ljudi između prvog i trećeg desetljeća života, te se prezentira kao bol u kosti ili oteknuće (2). Na RTG-u se vidi kao

ekscentrična, centralna, lobularna litička lezija sa sklerotičnim rubovima i karakterističnim izgledom sapunskih mjehurića (26).

1.7 Hematopoetski tumori kosti

1.7.1 Primarni non-Hodgkinov limfom kosti je tumor građen od malignih limfoidnih stanica koje mogu zahvaćati limfne čvorove ili se širiti ekstranodalno. Pacijenti se često prezentiraju s lokaliziranom boli u kostima, oteknućem mekog tkiva ili patološkim frakturama kosti. Najčešće nastaju u dugim kostima kao što su femur i tibija. Većinu limfoma kosti čine difuzni B-velikostanični limfomi (engl. diffuse large B-cell lymphoma, DLBCL) (27).

1.7.2 Mijelomi su maligni tumori kostiju koji se mogu javiti kao solitarna (solitarni plazmacitom) ili multifokalna lezija (multipli mijelom). U trenutku dijagnoze većina oboljelih ima diseminiranu bolest koja je povezana s lošim ishodom (2). Za dijagnostiku multiplog mijeloma koriste se nisko-dozni CT i MR (28). Prilikom radiološke dijagnostike mijelomi se prezentiraju kao difuzni, prožimajući procesi u kostima. Plazmacitomi u kralježnici na CT-u i MR-u većinom oponašaju izgled mozga (engl. mini brain) (8).

1.7.3 Histiocitoza Langerhansovih stanica (engl. langerhans cell histiocytosis, LCH) je klonalna neoplastična proliferacija mijeloidnih dendritičnih stanica koje imaju fenotip Langerhansovih stanica. Oko 60% oboljelih ima mutaciju BRAF V600E (2). Najčešći, a u isto vrijeme i najblaži oblik histiocitoze je eozinofilni granulom. Radiološki se eozinofilni granulom može prikazati kao litička ili sklerotična, dobro ili loše definirana lezija s sklerotičnim obrubom i periostalnom reakcijom. Periostalna reakcija u nekim slučajevima (u dugim kostima) može imitirati Ewingov sarkom. LCH može poprimiti izgled lebdećeg zuba (engl. floating tooth) u madibuli ili maksili radi resorpcije alveolarne kosti, dok u lubanji može biti vidljiva kao litička lezija sa ukošenim rubovima (8,9,14).

1.8 Ewingov sarkom

Ewingov sarkom je maligni koštani tumor malih plavih stanica koji može nastati kod djece i adolescenata. Jedan je od najagresivnijih tumora u pedijatrijskoj populaciji. Najčešće se javlja u dijafizama i metadijafizama. U 85-90% slučajeva se može javiti

translokacija EWSR1 gena. Većinom je simptomatski i prezentira se kao bol i oteknuće, ali se mogu javiti i sistemski simptomi kao što su vrućica, mijalgija i gubitak tjelesne težine. U oko 25% slučajeva metastazira, najčešće u druge kosti, pluća i pleuru (4). Radiološki zahvaća dijafizu i može se vidjeti kao agresivna lezija s prožimajućom ekspanzijom u kost, agresivnom periostalnom reakcijom nalik na lukovicu i širenjem u meka tkiva (15,17,18). Ewingov sarkom je na MR-u na T1 slikama hipointenzivan, a na T2 slikama hiperintenzivan. Na MR-u se također mogu vidjeti i skip lezije, dok na scintigrafiji Ewingov sarkom pokazuje visoku akumulaciju 99mTc-MDP (29).

2. TUMORI MEKIH TKIVA

Tumori mekih tkiva su relativno rijetki tumori koji su zahtjevni za dijagnosticiranje. Prema novoj klasifikaciji Svjetske zdravstvene organizacije iz 2020. godine tumori mekih tkiva se mogu podijeliti na: adipocitne, fibroblastične i miofibroblastične, fibrohistiocitne, vaskularne, pericitične (perivaskularne), tumore glatkih mišića, tumore skeletnih mišića, gastrointestinalne stromalne tumore (GIST), koštano-hrskavične, tumore ovojnice perifernih živaca, tumore nesigurne diferencijacije i nediferencirane sitnostanične sarkome kostiju i mekih tkiva (30).

Tablica 2. Klasifikacija tumora mekih tkiva prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji.

Preuzeto iz: Joon Hyuk Choi, MD, PhD and Jae Y. Ro, MD, PhD

Section/Chapter	Tumor Type
Adipocytic tumors	Atypical spindle cell/pleomorphic lipomatous tumor Myxoid pleomorphic liposarcoma
Fibroblastic/myofibroblastic tumors	Angiofibroma of soft tissue EWSR1-SMAD3-positive fibroblastic tumor (emerging) Superficial CD34-positive fibroblastic tumor
Vascular tumors	EHE with YAP1-TFE3
Smooth muscle tumors	Inflammatory leiomyosarcoma*
Tumors of uncertain differentiation	NTRK-rearranged spindle cell neoplasm (emerging)
Undifferentiated small round cell sarcomas of bone and soft tissue	CIC-rearranged sarcoma Sarcomas with BCOR genetic alterations Round cell sarcomas with EWSR1-non-ETS fusions

2.1 Adipocitni tumori

2.1.2 Atipični vretenasti/Polimorfni lipomatozni tumor (ASPLT) je benigni adipocitni tumor. ASPLT je karakteriziran nejasno definiranim rubovima tumora. Histološki je građen od različitog omjera blago do umjereno atipičnih vretenastih stanica, adipocita, lipoblasta, polimorfni stanica, multinuklearnih divovskih stanica i mijeksoidnog ili kolagenoznog izvanstaničnog matriksa. ASPLT može zahvatiti bilo koju dobnu skupinu, međutim najčešće se javlja kod muškaraca srednje životne dobi. Obično se pojavljuje na ruci, stopalu i bedru (30). Obično se prezentira kao relativno mala (<5 cm), pokretna, sporo rastuća, bezbolna masa. Na MR-u je vidljiv kao dobro definirana potkožna masa s mješavinom masnog i nemasnog tkiva. Nakon primjene kontrasta, vidljivo je intenzivno pojačanje nemasne komponente (31).

2.1.3 Miksoidni polimorfni liposarkom (MPLPS) je veoma rijedak, agresivan adipocitni tumor građen od mješavine konvencionalnog miksoidnog liposarkoma i polimorfnog liposarkoma. Obično se javlja kod djece i adolescenata.

2.2 Fibroblastični i miofibroblastični tumori

2.2.1 Angiofibrom mekih tkiva je benigni fibroblastični tumor koji se javlja kod žena u srednjoj životnoj dobi. Histološki je građen od uniformnih vretenastih stanica s obilnom fibromiksoidnom stromom i izraženom mrežom tankih, razgranatih krvnih žila. Najčešće zahvaća ekstremitete (uglavnom noge), velike zglobove ili područja uz velike zglobove poput koljena.

2.2.2 EWSR1-SMAD3-pozitivni fibroblastični tumor je benigni tumor koji zahvaća ljude u širokom rasponu godina, od 1-68 godine, pretežito žene. Javlja se u dermisu i potkožnom tkivu šaka i stopala. Tumor je dobio ime po tome što pokazuje fuziju eksona 7 EWSR1 (22q12.2) s eksonom 5 SMAD3 (15q22.33). Većinom je nejasne etiopatogeneze, međutim može biti povezan s kalcificirajućim aponeurotskim tumorom i lipofibromatozom.

2.2.3 Površinski CD34-pozitivan fibroblastični tumor je karakterističan niskogradusni tumor kože i potkožnog tkiva koji se prezentira kao sporo rastuća, bezbolna masa površinskih mekih tkiva donjih ekstremiteta. Obično se javlja kod odraslih srednje

životne dobi, pretežito kod muškaraca. Karakterizira ga fascikularna do pločasta proliferacija vretenastih stanica s obilnom, eozinofilnom, zrnatom do staklastom citoplazmom, izraženom nuklearnom pleomorfijom, niskim brojem mitozama i difuznom ekspresijom CD34 (30).

2.3 Vaskularni tumori

Vaskularni tumori su skupina neoplazmi s endotelnom diferencijacijom (32).

2.3.1 Anastomozirajući hemangiom je benigni vaskularni tumor s loše definiranim rubovima, koji se najčešće javlja u urogenitalnom traktu i retroperitonealnom mekom tkivu kod odraslih (30). Morfološki je građen od anastomozirajućih krvnih žila veličine kapilara i endotelnih stanica (32). Radiološki je veoma teško dijagnosticirati anastomozirajući hemangiom i razlikovati ga od drugih agresivnih neoplazmi kao što su angiosarkom i karcinom bubrežnih stanica zbog nespecifičnog nalaza (33).

2.3.2 Tufted angiom (TA) i kaposiformni hemangioendoteliom (KHE) imaju identične morfološke karakteristike, te se smatraju varijantama jedne vrste tumora koja može inducirati Kasabach-Merritt sindrom. KHE je rijetki, duboko smješteni vaskularni tumor koji se javlja kod djece. Histološki je građen od lobularnih infiltrata kapilara i vretenastih endotelnih stanica povezanih s limfnim žilama. TA je, za razliku od KHE, površnija lezija (30).

2.4 Pericitični (perivaskularni) tumori su karakterizirani perivaskularnim uzorkom rasta, prilikom čega oblik stanica može varirati od epiteloidnog do vretenastog. Većina lezija imaju benigni klinički tijek, dok je malignitet veoma rijedak (32).

2.5 Tumori glatkih mišića

2.5.1 EBV-povezani tumor glatkih mišića je, kao što i samo ime kaže, tumor glatkih mišićnih stanica nesigurnog malignog potencijala, povezan s EBV infekcijom i građen od presijecajućih snopova vretenastih stanica s obilnom eozinofilnom citoplazmom i izduženim jezgrama. Obično se javlja kod pacijenata prilikom imunosupresije, s većom prevalencijom kod žena. Većinom se može javiti u jednom od tri slučaja: imunodeficijencija uzrokovana HIV/AIDS infekcijom (veća mitotska aktivnost, nekroza i

intratumoralni T-limfocitni infiltrat), imunosupresivno liječenje nakon transplantacije organa i kongenitalni ili primarni imunodeficiencijski poremećaji. Uglavnom se javlja u visceralnim organima, mozgu, koži i mekim tkivima.

2.5.2 Upalni leiomiosarkom je rijedak maligni tumor odraslih između 35-40 godine koji pokazuje diferencijaciju glatkih mišića, izražen upalni infiltrat i skoro haploidizaciju. Javlja se u dubokom mekom tkivu kao niski gradus, najčešće u donjem udu, trupu i retroperitoneumu. Građen je od eozinofilnih vretenastih stanica, s tupim izduženim jezgrama, raspoređenim u snopove. U ovisnosti o stupnju histološkog gradusa mogu varirati nuklearna atipija, pleomorfizam i mitotska stopa. Također može biti prisutan difuzni upalni infiltrat stanica kojim mogu dominirati mali limfociti, plazma stanice, histiociti i agregati pjenušavih stanica (30).

2.6 Skeletni mišićni tumori

Prema WHO skeletni mišićni tumori se klasificiraju kao rabdomiom te embrionalni, alveolarni, vretenasti/sklerozni i pleomorfni rabdomiosarkom. Skeletni mišićni tumori kod djece predstavljaju najveću podskupinu tumora mekih tkiva. Najčešće se javljaju u glavi i vratu.

2.6.1 Rabdomiom je histološki karakteriziran kao dobro ograničena lezija bez invazije okolnog tkiva. Rabdomiomi se mogu klasificirati u tri skupine: odrasli, fetalni i genitalni rabdomiom. Odrasli rabdomiomi su karakterizirani proliferacijom velikih poligonalnih tumorskih stanica s malim okruglim vezikularnim jezgrama, obilnom duboko acidofilnom i finom granularnom citoplazmom koja može biti vakuolizirana ("spider cells"), te izraženim nukleolama s dobro definiranim staničnim granicama. Odrasli i fetalni rabdomiomi obično sporo rastu i najčešće se javljaju u glavi i vratu, dok genitalni rabdomiom potječe iz ženskog ili muškog genitalnog trakta. Rabdomiomi se u odrasloj dobi javljaju oko 60-te godine, s većom učestalošću kod muškaraca, dok se genitalni rabdomiomi češće javljaju kod mladih i u srednjoj životnoj dobi. U 25% slučajeva mogu biti kongenitalni.

2.6.2 Embrionalni rhabdomiosarkom je građen od primitivnih mezenhimalnih stanica u različitim fazama embriogeneze i pokazuje heterogeno nuklearno bojenje za miogenin. Primitivne mezenhimalne stanice imaju hiperhromatske okrugle do vretenaste jezgre i oskudnu do obilnu eozinofilnu citoplazmu, te proliferiraju u nepravilnim slojevima s miksiodnom i kolagenom stromom. Obično se javljaju kod djece mlađe od 5 godina, s manjim vrhuncem u adolescenciji. Češće se javljaju kod muškaraca u glavi, vratu i genitourinarnom sustavu.

2.6.3 Alveolarni rhabdomiosarkom pokazuje proliferaciju uniformnih primitivnih okruglih stanica s hiperhromatskim jezgrama i oskudnom do blagom eozinofilnom citoplazmom koje su raspoređene u alveolarnim uzorcima. Tumorske stanice na periferiji alveolarnih struktura oblažu fibrovaskularne septe. Obično se javljaju kod adolescenata i mladih odraslih osoba (u dobi od 10 do 25 godina). Najčešće nastaju u dubokim mekim tkivima ekstremiteta, glave i vrata, te paraspinalnim i perinealnim regijama.

2.6.4 Vretenasti/sklerozni rhabdomiosarkom je rijetki podtip rhabdomiosarkoma (3-10%) kojeg karakteriziraju vretenasto raspoređene stanice ili gusti hijaliniziran kolageni matriks. Može se javiti u bilo kojoj životnoj dobi. Kod odraslih se najčešće javlja u glavi i vratu, a kod djece u peritestikularnoj regiji, a zatim u glavi i vratu.

Vretenasti rhabdomiosarkom karakterizira stanična proliferacija vretenastih tumorskih stanica s hiperkromatskim jezgrama i blijedom eozinofilnom citoplazmom, koje čine uzorak riblje kosti. S druge strane, sklerozni rhabdomiosarkomi su karakterizirani izraženom hijalinizacijom ili sklerozom s tumorskim stanicama koje su raspoređene u vrpce, gnijezda, trabekularne ili mikroalveolarne uzorke.

2.6.5 Epiteloidni rhabdomiosarkom je rijetka vrsta rhabdomiosarkoma koja pokazuje proliferaciju epiteloidnih tumorskih stanica s velikim vezikularnim jezgrama, izraženim nukleolama i amfofilnom do eozinofilnom citoplazmom koja je raspoređena u slojevima. Češće se javlja kod muškaraca u rasponu od 6–78 godina. Obično se javlja u dubokom mekom tkivu ekstremiteta, glave i vrata te trupa.

2.6.6 Pleomorfni rhabdomiosarkom se često javlja kod odraslih, s vrhuncem incidencije u dobi od 60 do 70 godina. Obično nastaju u donjim ekstremitetima, glavi i vratu.

Histološki je pleomorfni rhabdomiosarkom građen od velikih, atipičnih i često multinuklearnih poligonalnih eozinofilnih tumorskih stanica koje su raspoređene nasumično ili u slojevima (34).

2.7 Gastrointestinalni stromalni tumor je najčešći mezenhimalni tumor gastrointestinalnog sustava (35).

2.8 Hrskavično-koštani tumori

2.8.1 Hondrom je veoma rijetki benigni tumor mekog tkiva. U 50% slučajeva javlja se promjena na FN1 genu (32).

2.8.2 Ekstraskoletni osteosarkom ili osteosarkom mekog tkiva je rijedak zloćudni tumor mekog tkiva (oko 1% sarkoma mekog tkiva) koji je karakteriziran proizvodnjom osteoida i koštanog matriksa od strane neoplastičnih stanica. Ekstrasekletni osteosarkom pokazuje kompleksne kromosomske aberacije. Dijagnoza se obično postavlja biopsijom iglom ili otvorenom biopsijom. Javlja se kod starijih pacijenata s metastazama na plućima (30,36). Na CT-u se mogu vidjeti meka tkiva neujednačene gustoće, cistića degeneracija i nekrotična područja, koja mogu biti praćena različitim stupnjevima kalcifikacije ili osifikacije. Na MR-u većinom imaju relativno jasne granice s potpunom ili nepotpunom kapsulom koja je građena od tumorskih stanica, vezivnog tkiva i različitih upalnih komponenti koje nastaju kao posljedica interakcije između tumora i okolnog tkiva. Na T2 slikama ekstraosealni osteosarkom može biti izointenzivan ili blago hiperintenzivan (36).

2.9 Tumori ovojnice perifernih živaca

2.9.1 Zloćudni melanotski tumor živčane ovojnice je agresivna neoplazma nastala melanocitnom diferencijacijom schwannovih stanica. Najčešće se javlja u sredini kralježničnih i autonomnih živaca kod ljudi srednje životne dobi. U 50% slučajeva može biti povezan s Carneyevim kompleksom. Mikroskopski je građen od vretenastih i epiteloidnih neoplastičnih stanica organiziranih u listove i kratke snopove (30).

2.10 Tumori nesigurne diferencijacije

2.10.1 NTRK-rearanžirana neoplazma vretenastih stanica najčešće se pojavljuje u površinskim ili dubokim mekim tkivima ekstremiteta kod djece i adolescenata.

Molekularna patogeneza tumora je najčešće povezana s rearanžmanom gena NTRK1.

2.10.2 Neuralni tumor sličan lipofibromatozi

2.11 Nediferencirani sitnostanični sarkomi kostiju i mekih tkiva

2.11.1 Ewingov sarkom je veoma agresivan tumor mezenhimalnih stanica koji se javlja kod djece i mladih (30).

3. Određivanje stadija tumora kosti i tumora mekog tkiva

Klasifikacije koje se koriste za određivanje stadija tumora su: Enneking, TNM i klasifikacija Američkog društva za rak (engl. American Joint Committee on Cancer, AJCC) (37).

Tablica 2. Enneking klasifikacija malignih koštanih tumora. Pruzeto iz: Pathologic Fractures, Sarah E. Rizzo, Shachar Kenan

Stage	Grade	Site	Metastasis
IA	Low Grade	T1-Intracompartamental	M0 (none)
IB	Low Grade	T2-Extracompartamental	M0 (none)
IIA	High Grade	T1-Intracompartamental	M0 (none)
IIB	High Grade	T2-Extracompartamental	M0 (none)
III	Metastatic	T1-Intracompartamental	M1 (regional or distant)
III	Metastatic	T2-Extracompartamental	M1 (regional or distant)

Tablica 3. AJCC klasifikacija malignih tumora kosti. Preuzeto iz: New TNM classification (AJCC eighth edition) of bone and soft tissue sarcomas: JCOG Bone and Soft Tissue Tumor Study Group (38)

Table 1. AJCC prognostic stage groups for bone sarcoma in the appendicular skeleton, trunk, skull and facial bones

Stage	Primary tumor (T)	Regional lymph node (N)	Distant metastasis (M)	Histologic grade (G)
IA	T1	N0	M0	G1 or GX
IB	T2 or T3	N0	M0	G1 or GX
IIA	T1	N0	M0	G2 or G3
IIB	T2	N0	M0	G2 or G3
III	T3	N0	M0	G2 or G3
IVA	Any T	N0	M1a	Any G
IVB	Any T	N1	Any M	Any G
	Any T	Any N	M1b	Any G

Tablica 4. TNM klasifikacija tumora kosti. Preuzeto iz: New TNM classification (AJCC eighth edition) of bone and soft tissue sarcomas: JCOG Bone and Soft Tissue Tumor Study Group

Definition of primary tumor (T)

T Category	T Criteria
TX	Primary tumor cannot be assessed
T0	No evidence of primary tumor
T1	Tumor ≤ 8 cm in greatest dimension
T2	Tumor > 8 cm in greatest dimension
T3	Discontinuous tumors in the primary bone site

Definition of regional lymph node (N)

N Category	N Criteria
NX	Regional lymph node cannot be assessed
N0	No regional lymph node metastasis
N1	Regional lymph nodes metastasis

Definition of distant metastasis (M)

M Category	M Criteria
M0	No distant metastasis
M1	Distant metastasis
M1a	Lung
M1b	Bone or other distant sites

Histologic Grade (G)

G	G Definition
GX	Grade cannot be assessed
G1	Well differentiated, low grade

Tablica 5. AJCC klasifikacija tumora mekih tkiva. Preuzeto iz: New TNM classification (AJCC eighth edition) of bone and soft tissue sarcomas: JCOG Bone and Soft Tissue Tumor Study Group

Table 2. AJCC prognostic stage groups for soft tissue sarcoma in the trunk and extremity

Stage	Primary tumor (T)	Regional lymph node (N)	Distant metastasis (M)	Histologic grade (G)
IA	T1	N0	M0	G1, GX
IB	T2, T3, T4	N0	M0	G1, GX
II	T1	N0	M0	G2, G3
IIIA	T2	N0	M0	G2, G3
IIIB	T3, T4	N0	M0	G2, G3
IV	Any T	N1	M0	Any G
	Any T	Any N	M1	Any G

Tablica 6. TNM klasifikacija tumora mekih tkiva. Preuzeto iz: New TNM classification (AJCC eighth edition) of bone and soft tissue sarcomas: JCOG Bone and Soft Tissue Tumor Study Group (38)

Definition of primary tumor (T)

T Category	T Criteria
TX	Primary tumor cannot be assessed
T0	No evidence of primary tumor
T1	Tumor 5 cm or less in greatest dimension
T2	Tumor more than 5 cm and ≤ 10 cm in greatest dimension
T3	Tumor more than 10 cm and ≤ 15 cm in greatest dimension
T4	Tumor more than 15 cm in greatest dimension

Definition of regional lymph node (N)

N Category	N Criteria
N0	No regional lymph node metastasis or unknown lymph node status
N1	Regional lymph node metastasis

Definition of distant metastasis (M)

M Category	M Criteria
M0	No distant metastasis
M1	Distant metastasis

Definition of grade (G): FNCLCC histologic grade

G	G Definition
GX	Grade cannot be assessed
G1	Total differentiation, mitotic count and necrosis score of 2 or 3
G2	Total differentiation, mitotic count and necrosis score of 4 or 5
G3	Total differentiation, mitotic count and necrosis score of 6, 7 or 8

4. Radiološka dijagnostika

4.1 Obična radiografija

Obična radiografija je nakon obavljenog kliničkog pregleda prvi izbor slikovne metode za početnu procjenu koštane lezije. Prednost obične radiografije je što se može izvoditi brzo, lako i uz niske troškove. Diferencijalna dijagnoza primarnih koštanih tumora temelji se na radiografskim obilježjima kao što su lokacija i veličina lezije, izgled matriksa, izgled rubova i periostalna reakcija. Također, u obzir se uzimaju dob, spol i klinički simptomi pacijenata. S obzirom na radiografski izgled, koštana lezija se može klasificirati kao benigna ili maligna. Radiografija također pomaže i u odabiru iduće metode snimanja, CT-a ili MR-a.

Radiografija je također indicirana i u obradi mekotkivnih masa. Posebno treba obratiti pozornost na izobličenje tkivnih ravnina, prozirna područja (koja mogu ukazivati na prisutnost masti), koštano remodeliranje i kalcifikaciju ili mineralizaciju mekih tkiva (na primjer, periferno mineralizirana masa koja nastaje nakon traume upućuje na miozitis osifikansa). Prisutnost masti može sugerirati na postojanje lipomatozne mase, dok prisutnost flebolita može upućivati na benignu vaskularnu leziju. Međutim, danas je radiografija zamijenjena MR-om u detaljnijoj procjeni mekotkivnih masa. Radiografija ne smanjuje potrebu za presjekovnom evaluacijom, nego se treba smatrati metodom koja je komplementarna MR-u i CT-u (39).

4.2 Ultrazvuk

Ultrazvuk se ne izvodi u kliničkoj praksi kao početna metoda snimanja, međutim može biti komplementarna dijagnostička metoda MR-u ili CT-u u početnoj procjeni mekotkivnih masa. Prednosti korištenja ultrazvuka su što je široko dostupan, prenosiv, jeftin i izvodi se bez ionizirajućeg zračenja. Ultrazvuk se koristi za inicijalnu procjenu mekotkivnih masa kod pacijenata koji imaju kontraindikacije za MR. Pomoću ultrazvuka se može potvrditi prisutnost mase, mogu se procijeniti njezine dinamičke značajke (sposobnost kompresije i vaskularnost) te se ona može okarakterizirati kao čvrsta ili cistična. Intervencija pod kontrolom UZV, kao što je minimalno invazivna tehnika za uvođenje igle tijekom biopsije u neko čvrsto tkivo, je jedna od najbitnijih primjena UZV-a. Zbog

nemogućnosti prodiranja zvučnih valova kroz kost, UZV ima malu ulogu u procjeni koštanih lezija (39).

4.3 Scintigrafija

Radionuklidna skeletna scintigrafija koristi tehnecij-99-metilen difosfonata (engl. technium-99m methylene diphosphonate, MDP) koji se veže za molekule hidroksiapatita i akumulira u područjima osteoblastične aktivnosti. Skeletna scintigrafija omogućava snimanje cijelog koštanog sustava tijela u jednoj slici te se često koristi za otkrivanje metastaza u koštanom sustavu (39).

4.4 CT

Kompjuterizirana tomografija, u odnosu na RTG, ima prednost visoke kontrastne rezolucije i presječne slike (s mogućom trodimenzionalnom rekonstrukcijom). Usko kolimirani rendgenski snop zraka prolazi kroz tijelo pod različitim kutovima, a zatim se mjeri slabljenje (atenuacija) rendgenskih zraka kroz različita tkiva ovisno o specifičnoj gustoći tkiva. Računalo zatim obrađuje podatke te stvara sliku koristeći različite nijanse sive boje. Jedinica atenuacije (gustoće) naziva se Hounsfieldova jedinica (HU). Određivanje različitih vrijednosti atenuacije omogućava razlikovanje masnih, čvrstih, cističnih i mineraliziranih lezija. Atenuacija masti je obično u rasponu od –130 do –70 HU, tekućine od 0 do +30 HU, mišići i mekotkivni tumori kreću se od +40 do +60 HU, dok ima atenuaciju veću od +1.000 HU. CT je značajan u procjeni lezija na mjestima složenije anatomije kao što su aksijalni skelet (kralježnica ili zdjelica) jer presječna slika može eliminirati preklapanje različitih anatomskih struktura. Cistične lezije na CT-u mogu biti dobro definirane, homogene mase s atenuacijom ovisno o sadržaju tekućine. Lezije koje sadrže kalcifikate imaju visoke vrijednosti atenuacije, zbog čega se lako otkrivaju, a arhitektura koštanih lezija (bilo formacija ili destrukcija) se može lako opisati. Također, lako je prepoznati lipome zbog niske gustoće masti, dok prisutnost diskretnih područja gustoće mekog tkiva unutar masnih lezija može upućivati na liposarkom. Međutim, CT otkriva mase koje mogu promijeniti normalnu anatomiju, ali ne potvrđuje specifičnu histološku dijagnozu. Danas je, u većini slučajeva, MR zamijenio potrebu za korištenjem CT-a kod sumnje na muskuloskeletne neoplazije (40).

4.5 MR

Evaluacija koštanih tumora pomoću MR omogućuje identificirati ekstraosealne komponente i lokalizaciju u kompartmanu koja pomaže u preoperativnoj pripremi. Većina koštanih lezija su na T1 snimkama hipointenzivni, a na T2 hiperintenzivni, što otežava postavljanje specifične histološke dijagnoze bez prisutnosti radiografije (39). MR se, za razliku od RTG-a, slabije koristi za određivanje malignosti tj. benignosti lezije. Benigne lezije se na MR-u mogu vidjeti kao dobro ograničene, uniformne i homogene lezije koje ne zahvaćaju neurovaskularne strukture i ne invadiraju kost. MR je korisniji za procjenu veličine lezije (9). MR je zamijenio CT kao preferirana radiološka metoda u evaluaciji mekotkivnih masa jer omogućuje detekciju, evaluaciju, procjenu, staging i praćenje mekotkivnih tumora. Prednosti MR-a su mogućnost postavljanja diferencijalne dijagnoze lezije, precizna lokalizacija i procjena neuromuskularnog i zglobnog zahvaćanja, vizualizacija cijelog kompartmana (može pokazati prisutnost metastatske limfadenopatije i skip lezija). Prilikom evaluacije mekotkivnih tumora trebao bi se primjenjivati kontrast, ako nije kontraindiciran, zato što primjena kontrasta omogućuje razlikovanje miksoidnog tkiva od tekućine. Miksomatozna stroma pokazuje blago pojačavanje signala, za razliku od cističnih područja ili nekroze koja ne pokazuju pojačanje. Upotreba gadolinija u snimanju koštanih tumora je korisna prilikom evaluacije ekstraosealnog širenja. Treba procijeniti lokaciju, veličinu i signalne značajke lezije. Sarkomi na MR-u odašilju heterogeni signal radi miješanog tkiva, nekroze ili krvarenja. Hipointenzivni signal na više sekvenci ukazuje na prisutnost fibroznog tkiva, dok prisutnost kalcifikata ili masti unutar lezije ukazuje na lipomatozu ili tumore žičanih ovojnica. Kortikalna kost na MR-u odašilje niski signal, zbog čega je CT prikladnija metoda dijagnostike kortikalnog zahvaćanja. Kod sarkoma je vidljiv hipointenzivni rub koji okružuje tumor jer maligni tumori ne infiltriraju normalno tkivo, nego ga odguruju sve do kasnih stadija razvoja. Sarkomi mekog tkiva rastu radialno, prilikom čega komprimiraju okolno vezivno tkivo i uzrokuju upalnu reakciju, zbog čega se formira "pseudokapsula". Prisutnost hiperintenzivnog T2 ili fluidnog signala koji nastaje kao posljedica povećanog sadržaja vode u tkivima (peritumoralni edem) je važna značajka koja se može vidjeti kod benignih i malignih tumora (39).

5. ZAKLJUČAK

Radiološka evaluacija tumora osteomuskularnog sustava uključuje multimodalni pristup, prilikom čega je RTG početna dijagnostička metoda procjene tumora osteomuskularnog sustava, dok se izbor daljnje radiološke pretrage određuje na temelju RTG snimke, povijesti bolesti pacijenta, nalaza fizikalnog pregleda i lokacije lezije. Nakon obične radiografije slijede tehnike snimanja presjeka kao što su kompjutorizirana tomografija (CT) ili magnetska rezonancija (MR). MR je preferirana metoda snimanja tumora mekih tkiva, dok se i CT i MR koriste za procjenu opsega tumora kostiju. Dodatno, scintigrafija nuklearne medicine, ultrazvuk i pozitronska emisijska tomografija mogu se koristiti zajedno s početnom evaluacijom ili nakon nje.

6. ZAHVALE

Zahvaljujem mentorici, izv. prof. dr. sc. Gordana Ivanac dr. med. na pomoći prilikom pisanja ovog diplomskog rada. Također se želim zahvaliti svojim roditeljima, sestri i prijateljima koji su mi pružali podršku tijekom svih godina studija.

7. LITERATURA

1. Agbaba M, Lovrenčić M. Radiologija. Zagreb: Medicinska naklada Zagreb; 1994.
2. Choi JH, Ro JY. The 2020 WHO Classification of Tumors of Bone: An Updated Review. *Advances in Anatomic Pathology*. 2021 May;28(3):119–38.
3. Engel H, Herget GW, Füllgraf H, Sutter R, Benndorf M, Bamberg F, et al. Chondrogenic Bone Tumors: The Importance of Imaging Characteristics. *Rofo*. 2021 Mar;193(03):262–75.
4. Wu JS, Hochman MG. Bone tumors: a practical guide to imaging. New York, NY: Springer; 2012. 414 p.
5. Gómez-León N, Galán-González I, Moreno-Casado MJ, Benavides-de-Quirós C, Muñoz-Hernández P, Fernández-Rico P, et al. Chondroid Tumors: Review of Salient Imaging Features and Update on the WHO Classification. *Current Problems in Diagnostic Radiology*. 2023 May;52(3):197–211.
6. Brien EW, Mirra JM, Kerr R. Benign and malignant cartilage tumors of bone and joint: their anatomic and theoretical basis with an emphasis on radiology, pathology and clinical biology. *Skeletal Radiology*. 1997 Jun 9;26(6):325–53.
7. Mandell J. Core radiology: a visual approach to diagnostic imaging. Cambridge: Cambridge Univ. Press; 2013. 887 p. (Cambridge medicine).
8. Klein JS, Brant WE, Helms CA, Vinson EN, editors. Brant and Helm's fundamentals of diagnostic radiology. Fifth edition. Philadelphia Baltimore New York London Buenos Aires Hong Kong Sydney Tokyo: Wolters Kluwer; 2019. 1722 p. (radiology).
9. Herring W. Learning radiology: recognizing the basics. 2. ed. Philadelphia: Elsevier; 2012. 318 p.
10. Tepelenis K, Skandalakis GP, Papathanakos G, Kefala MA, Kitsouli A, Barbouti A, et al. Osteoid Osteoma: An Updated Review of Epidemiology, Pathogenesis, Clinical Presentation, Radiological Features, and Treatment Option. *In Vivo*. 2021;35(4):1929–38.
11. Limaiem F, Byerly DW, Mabrouk A, Singh R. Osteoblastoma. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2024 Apr 30]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536954/>
12. Zhao X, Wu Q, Gong X, Liu J, Ma Y. Osteosarcoma: a review of current and future therapeutic approaches. *Biomed Eng Online*. 2021 Mar 2;20(1):24.
13. Arora RD, Shaikh H. Osteogenic Sarcoma. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2024 Apr 30]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563177/>

14. Davies AM, Sundaram M, James SLJ. Imaging of Bone Tumors and Tumor-Like Lesions: Techniques and Applications. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg Springer e-books; 2009. (Medical Radiology, Diagnostic imaging).
15. Evans S, Ramasamy A, Jeys L, Grimer R. Desmoplastic fibroma of bone: A rare bone tumour. *Journal of Bone Oncology*. 2014 Nov;3(3–4):77–9.
16. Davis DD, Shah SJ, Kane SM. Fibrosarcoma. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2024 Jun 3]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560759/>
17. Tortorelli I, Bellan E, Chiusole B, Murtas F, Ruggieri P, Pala E, et al. Primary vascular tumors of bone: A comprehensive literature review on classification, diagnosis and treatment. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*. 2024 Mar;195:104268.
18. Nasri E, Reith JD. Aneurysmal bone cyst: a review. *J Pathol Transl Med*. 2023 Mar;57(2):81–7.
19. Yakoub MA, Torrence D, Hwang S, Bartelstein M, Healey JH, Hameed M. Giant-cell-poor giant cell tumor of bone: report of two cases and literature review. *Skeletal Radiol*. 2023 Sep;52(9):1791–8.
20. Dufresne A, Derbel O, Cassier P, Vaz G, Decouvelaere AV, Blay JY. Giant-cell tumor of bone, anti-RANKL therapy. *Bonekey Rep*. 2012 Sep 5;1:149.
21. Martínez Gamarra C, Bernabéu Taboada D, Pozo Kreiling JJ, Tapia Viñé M. Benign notochordal cell tumors. *Radiologia (Engl Ed)*. 2018;60(2):167–70.
22. Ulici V, Hart J. Chordoma. *Arch Pathol Lab Med*. 2022 Mar 1;146(3):386–95.
23. Chapurlat R. Fibrous dysplasia of bone/McCune-Albright syndrome. *EJEA* [Internet]. 2017 May 3 [cited 2024 May 13]; Available from: <http://www.endocrine-abstracts.org/ea/0049/ea0049s22.3.htm>
24. Tafti D, Cecava ND. Fibrous Dysplasia. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2024 May 15]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532947/>
25. Subramanian S, Kemp AK, Viswanathan VK. Bone Cyst. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2024 May 15]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539849/>
26. Varvarousis DN, Skandalakis GP, Barbouti A, Papathanakos G, Filis P, Tepelenis K, et al. Adamantinoma: An Updated Review. *In Vivo*. 2021;35(6):3045–52.

27. Kitsoulis P, Vlychou M, Papoudou-Bai A, Karatzias G, Charchanti A, Agnantis NJ, et al. Primary lymphomas of bone. *Anticancer Res.* 2006;26(1A):325–37.
28. Mena E, Turkbey EB, Lindenberg L. Modern radiographic imaging in multiple myeloma, what is the minimum requirement? *Semin Oncol.* 2022 Feb;49(1):86–93.
29. Ozaki T. Diagnosis and treatment of Ewing sarcoma of the bone: a review article. *J Orthop Sci.* 2015 Mar;20(2):250–63.
30. Choi JH, Ro JY. The 2020 WHO Classification of Tumors of Soft Tissue: Selected Changes and New Entities. *Advances in Anatomic Pathology.* 2021 Jan;28(1):44–58.
31. Ohshima Y, Nishio J, Nakayama S, Koga K, Aoki M, Yamamoto T. Spindle Cell Lipoma and Pleomorphic Lipoma: An Update and Review. *CDP.* 2023 May 2;3(3):282–90.
32. Sbaraglia M, Bellan E, Dei Tos AP. The 2020 WHO Classification of Soft Tissue Tumours: news and perspectives. *Pathologica.* 2020 Nov;113(2):70–84.
33. Lappa E, Drakos E. Anastomosing Hemangioma: Short Review of a Benign Mimicker of Angiosarcoma. *Arch Pathol Lab Med.* 2020 Feb;144(2):240–4.
34. Kohashi K, Kinoshita I, Oda Y. Soft Tissue Special Issue: Skeletal Muscle Tumors: A Clinicopathological Review. *Head and Neck Pathol.* 2020 Mar;14(1):12–20.
35. Kelly CM, Gutierrez Sainz L, Chi P. The management of metastatic GIST: current standard and investigational therapeutics. *J Hematol Oncol.* 2021 Dec;14(1):2.
36. Wang XC, Zhang L, Lin JB, Huang XY, Liang JH, Zhong JP, et al. Imaging diagnosis and differential diagnosis of extraskeletal osteosarcoma. *BMC Cancer.* 2024 Jan 2;24(1):11.
37. Murphey MD, Kransdorf MJ. Staging and Classification of Primary Musculoskeletal Bone and Soft-Tissue Tumors According to the 2020 WHO Update, From the *AJR* Special Series on Cancer Staging. *American Journal of Roentgenology.* 2021 Nov;217(5):1038–52.
38. Tanaka K, Ozaki T. New Tnm Classification (ajcc Eighth Edition) of Bone and Soft Tissue Sarcomas: Jcog Bone and Soft Tissue Tumor Study Group. *Japanese Journal of Clinical Oncology.* 2019 Feb 1;49(2):103–7.
39. Raghavan M. Conventional Modalities and Novel, Emerging Imaging Techniques for Musculoskeletal Tumors. *Cancer Control.* 2017 Apr;24(2):161–71.
40. Sanders TG, Parsons TW. Radiographic imaging of musculoskeletal neoplasia. *Cancer Control.* 2001;8(3):221–31.

8. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 14. lipnja 1999. godine u Slavonskom Brodu. Osnovnu školu Vladimira Nazora i Opću gimnaziju Pere Zečevića završila sam u Odžaku, obje s odličnim uspjehom. Upisala sam Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2018./2019. Aktivno sam sudjelovala na nekoliko kongresa s prikazima kliničkih slučajeva. Aktivno se bavim odbojkom, te govorim njemački i engleski jezik.