



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ



Департман за ветеринарску медицину

Анђела Красић

РЕНДГЕНОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
ОСТЕОСАРКОМА ПАСА

Дипломски рад

Нови Сад, 2026.



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ



Департман за ветеринарску медицину

Кандидат:

Анђела Красић

Ментор:

**проф. др Аннамарија
Галфи Вукомановић**

РЕНДГЕНОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
ОСТЕОСАРКОМА ПАСА

Дипломски рад

Нови Сад, 2026.

КОМИСИЈА ЗА ОЦЕНУ И ОДБРАНУ ДИПЛОМСКОГ РАДА

др Аннамариа Галфи Вукомановић, ванредни професор, ментор

за ужу научну област Болести животиња и хигијена анималних производа

Пољопривредни факултет, Нови Сад
Департман за ветеринарску медицину

Др Ивана Давидов, редовни професор, председник комисије

за ужу научну област Патологија

Пољопривредни факултет, Нови Сад
Департман за ветеринарску медицину

Др Ненад Стојанац, редовни професор, члан комисије

за ужу научну област Судска и управна ветеринарска медицина

Пољопривредни факултет, Нови Сад
Департман за ветеринарску медицину

САЖЕТАК

Остеосарком представља најчешћи примарни малигни тумор костију код паса и одликује се агресивним биолошким понашањем, локалном инвазивношћу и високим метастатским потенцијалом. Рендгенографија има значајну улогу у почетном откривању и процени коштаних промена, јер омогућава приказ локализације, распрострањености и карактера лезије. Циљ овог рада био је да се анализирају рендгенолошке карактеристике остеосаркома код паса, као и његова заступљеност у односу на расу, пол, старост и анатомску локализацију.

Истраживање је засновано на анализи ветеринарске документације и доступних рендгенских снимака 56 паса код којих је евидентирана дијагноза остеосаркома. Испитивану групу чинило је 30 женки (53,57%) и 26 мужјака (46,43%). Просечна старост паса износила је 7,69 година, а највећи број паса припадао је старосној групи од шест до десет година. Мешанци су представљали најбројнију групу, док су међу расним псима најзаступљенији били ротвајлери, златни ретривери и немачки овчари. Остеосарком је код 48 паса (85,71%) био локализован на апендикуларном, а код осам паса (14,29%) на аксијалном скелету. Пси са аксијалном локализацијом били су у просеку старији од паса са апендикуларним остеосаркомом. Код апендикуларног облика предњи и задњи екстремитети били су приближно подједнако заступљени, са благом већом учесталостју промена на предњим екстремитетима, док су међу најчешће захваћеним костима били фемур, радијус, тибија и хумерус.

Анализа доступних оригиналних рендгенских снимака показала је присуство промена карактеристичних за агресивне коштане лезије, укључујући нарушавање трабекуларне структуре, остеолитичке и остеопролиферативне промене, деструкцију кортекса и промене околних меких ткива. У испитиваној групи најзаступљенији био је остеолитички тип остеосаркома, утврђен код 31 пса (55,36%), док су мешовити и остеопролиферативни тип били заступљени код 18 (32,14%), односно седам паса (12,50%). Добијени резултати указују на значај систематске процене старости, расе, анатомске локализације и рендгенолошких карактеристика лезије код паса са сумњом на остеосарком, при чему рендгенографија представља важан део дијагностичке процене коштаних промена.

Кључне речи: остеосарком, пас, рендгенографија, коштане лезије, апендикуларни скелет

ABSTRACT

Osteosarcoma is the most common primary malignant bone tumour in dogs and is characterised by aggressive biological behaviour, local invasiveness, and a high metastatic potential. Radiography plays an important role in the initial detection and assessment of bone lesions, allowing evaluation of their location, extent, and radiographic characteristics. The aim of this study was to analyse the radiographic characteristics of canine osteosarcoma and its distribution according to breed, sex, age, and anatomical location.

The study was based on the analysis of veterinary medical records and available radiographs of 56 dogs with a recorded diagnosis of osteosarcoma. The study population consisted of 30 females (53.57%) and 26 males (46.43%). The mean age of the dogs was 7.69 years, with the largest proportion of dogs being between six and ten years of age. Mixed-breed dogs represented the largest group, while Rottweilers, Golden Retrievers, and German Shepherd Dogs were the most frequently represented purebred dogs. Osteosarcoma was located in the appendicular skeleton in 48 dogs (85.71%) and in the axial skeleton in eight dogs (14.29%). Dogs with axial osteosarcoma were, on average, older than dogs with appendicular osteosarcoma. Among dogs with appendicular osteosarcoma, the forelimbs and hindlimbs were affected with a similar frequency, with a slight predominance of forelimb involvement. The femur, radius, tibia, and humerus were among the most commonly affected bones.

Analysis of the available original radiographs revealed changes characteristic of aggressive bone lesions, including disruption of the normal trabecular pattern, osteolytic and osteoproliferative changes, cortical destruction, and alterations of the surrounding soft tissues. In the study group, the osteolytic type of osteosarcoma was the most prevalent, identified in 31 dogs (55.36%), while the mixed and osteoproliferative types were present in 18 (32.14%) and seven dogs (12.50%), respectively. The results of this study indicate the importance of a systematic assessment of age, breed, anatomical location, and radiographic characteristics of the lesion in dogs suspected of having osteosarcoma, with radiography representing an important component of the diagnostic evaluation of bone lesions.

Keywords: osteosarcoma, dog, radiography, bone lesions, appendicular skeleton

САДРЖАЈ

1.0	УВОД	1
2.0	ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	3
2.1.	ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ РЕНДГЕНСКЕ ДИЈАГНОСТИКЕ	3
2.2.	ГРАЂА ДРУГИХ КОСТИЈУ ПАСА	4
2.3.	ОСТЕОСАРКОМ ПАСА	5
2.3.1.	Дефиниција и биолошке карактеристике	5
2.3.2.	Етиологија и патогенеза	6
2.3.3.	Епидемиологија и фактори ризика	7
2.3.4.	Анатомска дистрибуција остеосаркома	9
2.3.5.	Хистолошка класификација остеосаркома	10
2.3.6.	Клиничка слика остеосаркома	12
2.3.7.	Метастатско понашање и прогноза	13
2.4.	ДИЈАГНОСТИКА ОСТЕОСАРКОМА ПАСА	14
2.4.1.	Клинички преглед	14
2.4.2.	Рендгенолошка дијагностика	15
2.4.2.1.	Локализација коштане лезије	16
2.4.2.2.	Остеолитичке промене	17
2.4.2.3.	Остеопролиферативне промене	18
2.4.2.4.	Кортикална деструкција	19
2.4.2.5.	Периостална реакција	20
2.4.2.6.	Локално ширење и компликације	22
2.4.2.7.	Рендгенолошки типови остеосаркома	24
2.4.2.8.	Атипични и неспецифични рендгенолошки налази	27
2.4.3.	Диференцијална дијагноза	29

2.4.4. Компјутеризована томографија	31
2.4.5. Магнетна резонанца	31
2.4.6. Цитолошка и хистопатолошка дијагностика.....	32
2.4.7. Дијагностика метастаза и стадирање болести	32
2.5. ТЕРАПИЈА ОСТЕОСАРКОМА ПАСА.....	33
2.5.1. Хируршко лечење	33
2.5.2. Хемиотерапија	33
2.5.3. Радиотерапија и палијативно лечење.....	34
3.0. ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА	35
3.1. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	35
3.2. ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА	35
4.0. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ.....	36
5.0. РЕЗУЛТАТИ	40
6.0. ДИСКУСИЈА	51
7.0. ЗАКЉУЧЦИ.....	54
8.0. ЛИТЕРАТУРА.....	56

1.0 УВОД

Остеосарком представља најчешћи примарни малигни тумор костију код паса и чини приближно 80-85% малигних неоплазми скелетног порекла. Карактерише га изразито агресивно биолошко понашање, локална инвазивност и висок метастатски потенцијал, при чему су плућа најчешће место настанка метастаза. Основна хистолошка карактеристика остеосаркома је стварање остеоида од стране неопластичних ћелија. Растом тумора долази до деструкције архитектуре кости, захватања кортикалног и медуларног дела, као и могућег ширења у околна мека ткива. Остеосарком се најчешће дијагностикује код средовечних и старијих паса великих и циновских раса, мада се може јавити код паса различитог узраста и величине. Већа телесна маса и дужина екстремитета представљају значајне факторе ризика, док су међу предиспонираним расама описани ротвајлер, немачка дога, бернардинац, доберман, немачки овчар и златни ретривер. Приближно три четвртине остеосаркома локализовано је на апендикуларном скелету, при чему се најчешће захватају метафизе дугих костију, а предњи екстремитети су чешће захваћени од задњих. Остеосарком се може јавити и на аксијалном скелету.

Клинички се апендикуларни остеосарком најчешће испољава хромошћу, болом и локалним отоком, а прогресивна деструкција кости може довести и до патолошког прелома. Иако у тренутку постављања дијагнозе код већине паса нису присутне радиографски видљиве метастазе, код великог броја оболелих претпоставља се постојање микрометастаза, што значајно утиче на прогнозу. У дијагностици остеосаркома посебно место заузима рендгенографија, као основна и најзаступљенија метода за откривање и процену агресивних коштаних лезија. Најчешће радиографске промене обухватају кортикалну и трабекуларну остеолизу, стварање нове кости, агресивну периосталну реакцију, Кодманов троугао и „*sunburst*“ образац. Радиографски изглед кости може бити претежно остеолитичан, остеопролиферативан или мешовит, а лезија најчешће има нејасне границе и

широку зону транзиције. Међутим, радиографски налаз није увек типичан, што потврђују истраживања. С обзиром на агресивност остеосаркома, његову учесталост међу примарним туморима костију и значај правовремене дијагностике, предмет овог рада је анализа рендгенолошких карактеристика остеосаркома код паса, уз испитивање његове појаве у односу на расу, пол, старост и анатомску локализацију на основу података прикупљених из клиничке праксе.

2.0 ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

2.1. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ РЕНДГЕНСКЕ ДИЈАГНОСТИКЕ

Рендгенске зраке открио је немачки физичар Вилхелм Конрад Рендген 8. новембра 1895. године, током испитивања катодних зрака. Убрзо након открића уочен је њихов велики значај за медицинску дијагностику, јер су омогућили приказ унутрашњих структура организма без хируршке интервенције. Један од првих познатих рендгенских снимака био је снимак шаке Рендгенове супруге. За ово откриће Рендген је 1901. године добио прву Нобелову награду за физику [1]. Убрзо после примене у хуманој медицини, рендгенска дијагностика почела је да се користи и у ветеринарској медицини. Посебан значај добила је у прегледу коштаног зглобног система, јер разлике у слабљењу рендгенских зрака омогућавају добар приказ минерализованих структура какве су и кости [2].

Развој технологије довео је до постепеног преласка са класичне радиографије са рендгенским филмом на дигиталну радиографију. Данас се користе системи компјутеризоване радиографије (CR) и директне дигиталне радиографије (DR), код којих се рендгенска слика бележи у дигиталном облику. Дигитализација је омогућила лакшу обраду, чување и пренос снимака, као и накнадно подешавање приказа слике [1]. И поред развоја савремених метода снимања, као што су компјутеризована томографија и магнетна резонанца, радиографија и даље има важну улогу у ветеринарској дијагностици. Код сумње на остеосарком представља основну методу почетне процене кости, којом се могу уочити остеолиза, стварање новог коштаног ткива, промене кортекса и различити облици периосталне реакције [3].

2.2. ГРАЂА ДУГИХ КОСТИЈУ ПАСА

Дуге кости представљају основне делове екстремитета и грађене су од дијафизе, две метафизе и две епифизе. Њихова специфична грађа обезбеђује велику механичку чврстину уз релативно малу масу кости. Познавање анатомске и микроскопске грађе дуге кости има посебан значај у проучавању остеосаркома, јер овај тумор најчешће настаје у метафизном подручју дугих костију [2,3].

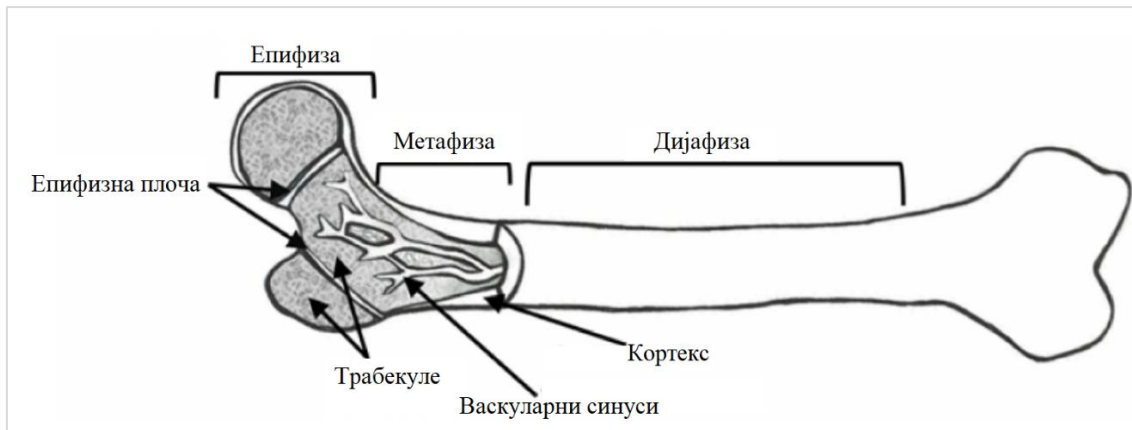
Епифиза представља проширени крајњи део дуге кости. Њену унутрашњост претежно чини спонгиозно коштаног ткиво, док је периферно прекривена танким слојем компактног коштаног ткива. Зглобне површине епифиза прекривене су зглобном хрскавицом, а простори између трабекула спонгиозне кости испуњени су коштаном сржи [2,4].

Метафиза се налази између дијафизе и епифизе и богата је спонгиозним коштаном ткивом. Код младих животиња у њеној непосредној близини налази се епифизна плоча, односно физа, преко које се одвија раст кости у дужину. По завршетку раста физа се затвара и епифиза се коштаном повезује са метафизом [2,4].

Дијафиза представља тело, односно средишњи издужени део дуге кости. Њен зид претежно гради дебео слој компактног коштаног ткива - кортекс, који окружује централно постављену медуларну шупљину. Кортекс представља чврсти спољашњи део кости и најизраженији је у пределу дијафизе. Изграђен је од компактног коштаног ткива и има улогу у обезбеђивању механичке отпорности кости [2,4].

Насупрот кортексу, у унутрашњости епифиза и метафиза преовлађује спонгиозна кост, коју чини тродимензионална мрежа коштаних трабекула. Њихов распоред није случајан, већ је прилагођен правцима механичких сила које делују на кост, чиме се постиже оптималан однос између чврстине и масе коштаног ткива [2,4].

Медуларна шупљина налази се унутар дијафизе и садржи коштану срж. Код младих животиња у њој је заступљена претежно црвена коштана срж, која има хематопоезску функцију, док се током одрастања њен део постепено замењује жутом коштаном сржи богатом масним ткивом. Коштана срж присутна је и у просторима између трабекула спонгиозне кости [2].



Слика 1. Шематски приказ грађе дуге кости [5]

Спољашњу површину кости, осим зглобних површина, прекрива периост, везивноткивна опна изграђена од спољашњег фиброзног и унутрашњег остеогеног слоја. Унутрашњи слој садржи остеопрогениторне ћелије и остеобласте и има важну улогу у расту кости у ширину, њеном ремоделовању и зарастању након повреде. Периост је за површину кости причвршћен колагеним, односно Шарпејевим влакнима [2,4]. Посебно је значајно да се већина остеосаркома апендикуларног скелета код паса развија у медуларној шупљини и у метафизном подручју дугих костију, док је примарно периостално порекло знатно ређе. Због тога су добро познавање грађе метафизе, кортекса, медуларне шупљине и спонгиозног коштаног ткива основа за разумевање радиографских промена које настају током развоја остеосаркома [3].

2.3. ОСТЕОСАРКОМ ПАСА

2.3.1. Дефиниција и биолошке карактеристике

Остеосарком је примарни малигни тумор кости мезенхимског порекла, чије неопластичне ћелије стварају остеоид или туморско коштано ткиво. Код паса остеосарком чини највећи део примарних малигнух тумора кости и због тога има велики значај у ветеринарској онкологији [6]. Остеосарком није морфолошки једнообразна неоплазија. Поред остеоида, у туморском ткиву могу бити присутне различите количине коштаног, хрскавичавог и фиброзног матрикса, што условљава

разлике у његовом микроскопском изгледу. Тачно порекло туморске ћелије није у потпуности утврђено, али се претпоставља да малигна трансформација може настати у мезенхимској матичној ћелији или у ћелији која је већ усмерена ка остеобластној диференцијацији [7]. Једна од најзначајнијих биолошких особина остеосаркома је изражена локална агресивност која се карактерише растом тумора и разарањем коштаног ткива, а процес се може проширити кроз кортекс и захватити околна мека ткива. У захваћеној кости могу истовремено бити присутни остеолиза и стварање новог коштаног ткива, док изражена деструкција кости понекад доводи и до патолошког прелома [8]. Занимљиво је да остеосарком код паса има бројне биолошке и молекуларне сличности са остеосаркомом код људи. Због спонтаног настанка, сличног биолошког понашања и присуства сродних молекуларних промена, пас се сматра значајним моделом у компаративној онкологији [9].

2.3.2. Етиологија и патогенеза

Етиологија остеосаркома код паса још увек није разјашњена. Сматра се да је настанак ове неоплазије мултифакторски и да у њему учествују генетски фактори, различити физички утицаји и промене у молекуларним механизмима који контролишу раст и деобу ћелија. Код већине паса са спонтано насталим остеосаркомом није могуће утврдити један конкретан узрок болести [10]. Као један од могућих фактора разматрана је учестала микротраума костију, нарочито због чињенице да се остеосарком често развија у метафизама великих носећих костију код крупних паса. Претпостављено је да понављена механичка оштећења и репаративни процеси могу повећати пролиферацију ћелија у тим подручјима, а самим тим и могућност настанка мутација. Ипак, ова хипотеза није у потпуности потврђена, јер испитивања микроскопских оштећења кости нису показала јасну разлику између великих и малих раса паса [10].

Остеосарком је описан и на местима претходних прелома, хроничног остеомијелитиса и уграђених ортопедских имплантата, међутим, сама повезаност са имплантатом не доказује да је он непосредни узрок настанка тумора. Још један доказ да физички фактори могу учествовати у настанку остеосаркома представља јонизујуће зрачење. Код паса су описани остеосаркоми након експерименталног

излагања радионуклидима, као и ретки случајеви развоја тумора након терапијског зрачења [10].

У етиопатогенези посебно се истичу генетски фактори. Предиспозиција појединих раса и појава болести у сродних животиња указују на наследну компоненту ризика. Међутим, код већине раса се не ради о једној мутацији која директно изазива тумор, већ се претпоставља сложена интеракција већег броја генетских варијанти. Поред наследне предиспозиције, у самим туморским ћелијама настају бројне стечене генетске и хромозомске аберације које омогућавају развој и прогресију неоплазије [10].

Међу најзначајнијим молекуларним променама код остеосаркома паса издвајају се поремећаји TP53 и RB1 тумор-супресорских путева. Ови механизми у здравим ћелијама учествују у контроли ћелијског циклуса, репарацији оштећене ДНК и спречавању неконтролисане пролиферације. Њиховим нарушавањем ћелије са генетским оштећењима могу наставити да се деле и постепено стичу додатне особине неопходне за малигни раст. Код остеосаркома паса описане су и промене гена PTEN, као и поремећаји различитих сигналних путева који регулишу раст, преживљавање, покретљивост и инвазивност туморских ћелија [7]. Патогенеза остеосаркома се из тог разлога не може свести на један јединствени молекуларни механизам [10]. Даљом прогресијом тумора неопластичне ћелије стичу способност инвазије околних структура и продирања у крвне судове. Остеосарком се због тога шири претежно хематогено, што омогућава настанак удаљених метастаза [9].

2.3.3. Епидемиологија и фактори ризика

Остеосарком се може јавити код паса различитих раса и старосних категорија, али његова заступљеност није једнака у свим деловима популације. Међу најзначајнијим факторима који се повезују са повећаним ризиком издвајају се раса, телесна величина, старост и генетска предиспозиција, док је утицај пола мање дефинисан [11].

Расна предиспозиција је једно од најизраженијих епидемиолошких обележја остеосаркома код паса. Међу предиспонираним расама су пре свега велике и гигантске расе, међу којима су ротвајлер, немачка дога, ирски вучји хрт и хрт, док се повећан ризик описује и код других крупних раса. Новије анализе показале су

нарочито висок ризик код шкотског јеленског хрта, леонбергера, немачке доге и ротвајлера. Ипак, резултате различитих студија треба тумачити у контексту испитиване популације, јер се учесталост појединих раса, начин постављања дијагнозе и избор контролне групе могу значајно разликовати. Због тога сама бројност оболелих паса одређене расе не мора нужно да одражава и стварни расно специфични ризик [11,12]. Расна предиспозиција је у великој мери повезана и са величином животиње и конформацијом. Као што је раније наведено, остеосарком се знатно чешће јавља код паса велике телесне масе и код раса са дугим екстремитетима, док је код малих и хондродистрофичних раса ризик значајно мањи. У једној великој студији пси телесне масе веће од 40 kg имали су много већу вероватноћу за развој остеосаркома у поређењу са псима лакшим од 10 kg, док су хондродистрофичне расе имале изразито нижи ризик. Поред апсолутне телесне масе, значај може имати и величина пса унутар саме расе, јер је показано да животиње теже од просека своје расе имају повећану вероватноћу за појаву остеосаркома. Ова повезаност се не може објаснити само механичким оптерећењем кости, већ одражава сложену везу између генетике раста, величине скелета и биологије коштаног ткива [11,12]. Остеосарком је првенствено болест одраслих и старијих паса. Ризик расте са старошћу, што одговара постепеном накупљању генетских и ћелијских оштећења током живота. Ипак, старосна дистрибуција није потпуно једноставна. Поред појаве код старијих паса, мања је инциденца појављивања код младих животиња, приближно између друге и треће године живота. Код ове групе се претпоставља већи значај наследне предиспозиције и фактора повезаних са растом костију [10,11].

Утицај пола није тако јасно утврђен као утицај расе, старости и телесне величине. Раније је описана већа заступљеност оболелих мужјака, али новије анализе указују да та разлика бар делимично може бити последица њихове веће просечне телесне масе. Када се телесна маса узме у обзир као посебан фактор, повезаност мушког пола са повећаним ризиком може нестати, па се пол не може сматрати доследним независним фактором ризика [11].

2.3.4. Анатомска дистрибуција остеосаркома

Према месту примарног настанка, остеосарком код паса може се поделити на апендикуларни, аксијални и екстраскелетни. Апендикуларни остеосарком захвата кости екстремитета и представља далеко најчешћи облик болести, док се аксијални облик јавља на костима главе и трупа. Екстраскелетни остеосарком је знатно ређи и развија се у неким ткивима, без примарног настанка у коштаном ткиву. Приближно три четвртине случајева припада апендикуларном облику, док аксијални остеосарком чини једну четвртину случајева. Екстраскелетна локализација описује се само код малог броја оболелих животиња [9,10].

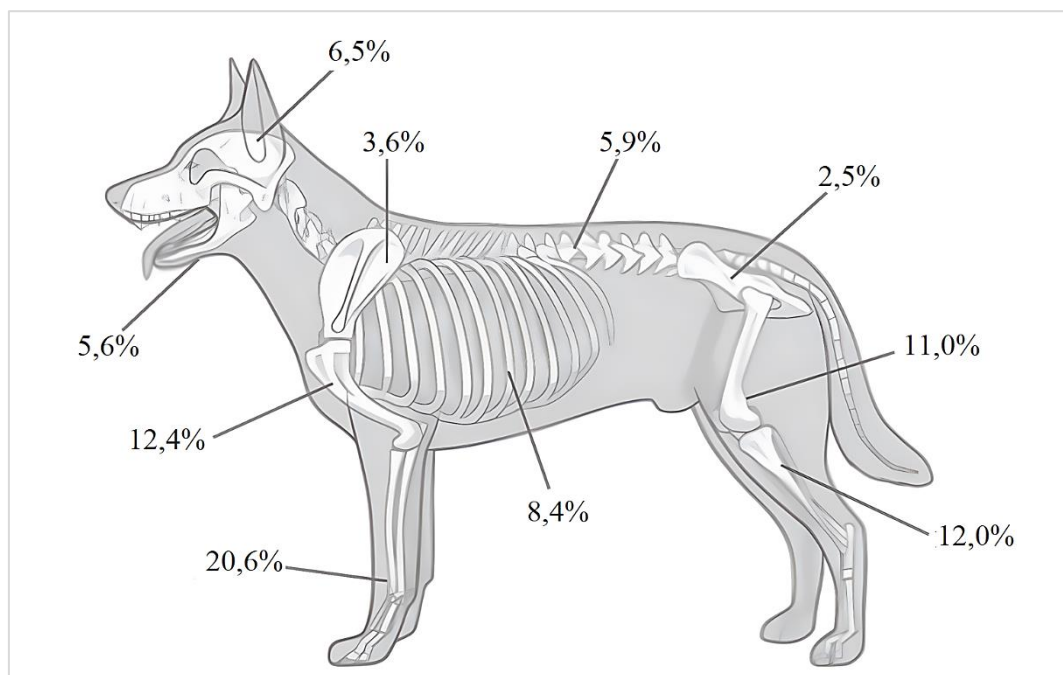
Приликом анализе анатомске дистрибуције важно је унапред дефинисати начин поделе скелета, јер класификација појединих костију није потпуно уједначена у свим истраживањима. У овом раду аксијални скелет обухвата краниофацијалне кости, кичмене пршљенове, сакрум и стернум, док се у апендикуларни скелет сврставају дуге и кратке кости екстремитета, као и лопатица, цревна и седна кост [6].

Најизраженија предилекција постоји код апендикуларног остеосаркома, који се најчешће развија у метафизама дугих костију. Предњи екстремитети захваћени су приближно два пута чешће од задњих, а као два класична предилекциона места издвајају се дистални радијус и проксимални хумерус. На задњим екстремитетима често су захваћени дистални фемур, проксимална тибија и дистална тибија. Ова расподела је довољно карактеристична да локализација промене, посматрана заједно са њеним радиографским изгледом, може представљати важан елемент у постављању сумње на остеосарком [9,10,13].

Предилекционо место није ограничено само на одређене кости, већ и на одређене њихове делове. Код радијуса је посебно изражена склоност ка дисталној метафизи, док се остеосарком хумеруса најчешће развија у проксималној метафизи. Код фемура и тибије такође постоје разлике у учесталости захватања проксималног и дисталног дела кости. Насупрот томе, тумори у близини лакатног зглоба су ретки, као и остеосаркоми који настају дистално од карпалног и тарзалног зглоба. Оваква расподела у литератури се доводи у везу са карактеристикама раста дугих костију и механичким оптерећењем појединих делова скелета, мада тачна основа ових предилекционих места није у потпуности разјашњена [13].

На анатомску расподелу може утицати и величина пса. Код великих и гигантских раса изразито доминирају апендикуларне локализације, док се код малих паса релативно чешће јављају тумори аксијалног скелета [10]. Аксијални остеосарком је ређи и има разноврснију анатомску дистрибуцију. Може захватити краниофацијалне кости, мандибулу, кичмени стуб, ребра, стернум и друге кости аксијалног скелета, у зависности од примењене анатомске класификације [14].

Екстраскелетни остеосарком представља редак облик у којем неопластичне ћелије стварају остеоид и коштани матрикс у ткиву које није кост. Описан је у поткожном и мамарном ткиву, слезини, јетри, бубрезима, гастроинтестиналном тракту и различитим другим органима и меким ткивима [10].

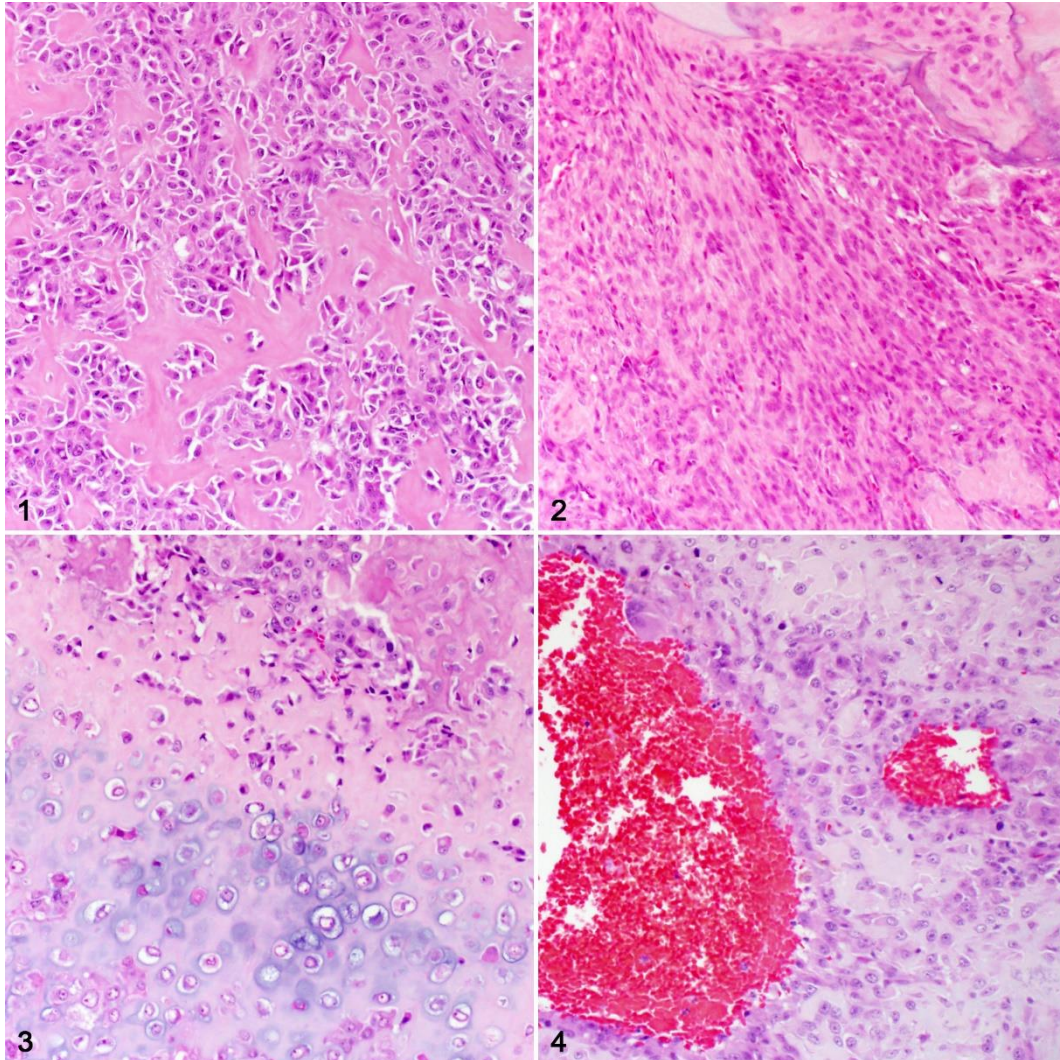


Слика 2. Заступљеност остеосаркома код паса према анатомској локализацији, према подацима из литературе [15]

2.3.5. Хистолошка класификација остеосаркома

Хистолошка класификација остеосаркома заснива се пре свега на морфологији неопластичних ћелија и врсти матрикса који преовлађује у тумору. Основни хистолошки типови су остеобластични, хондробластични и фибробластични остеосарком, док се као посебне варијанте описују и телангиектатични, слабо диференцирани и остеосарком богат диновским ћелијама. Код остеобластичног типа доминира продукција остеоида и туморског коштаног

матрикса, код хондробластичног је израженије стварање хрскавичавог матрикса, док код фибробластичног преовлађују вретенасте неопластичне ћелије и фиброзни матрикс. Телангиектатични тип карактеришу простори испуњени крвљу, раздвојени септама које садрже малигне ћелије и остеоид [6,13].



Слика 3. Хистолошки подтипови остеосаркома паса: 1- остеобластични; 2- фибробластични; 3- хондробластични; 4- телангиектатични. Бојење хематоксилином и еозином [16]

Иако се остеосаркоми сврставају у наведене типове, појединачни тумор често није хистолошки потпуно јединствен. У истој неоплазми могу бити присутне различите компоненте, па се тумор класификује према доминантном хистолошком обрасцу, док се у случају када ниједан образац јасно не преовлађује може означити као мешовити, односно комбиновани тип [13]. Без обзира на хистолошки подтип, основни критеријум за дијагнозу остеосаркома остаје доказивање малигних

мезенхимских ћелија које непосредно стварају остеоид или туморско коштано ткиво [13].

2.3.6. Клиничка слика остеосаркома

Клиничка слика остеосаркома зависи од анатомске локализације неоплазије и степена узрапредовалости болести. Код остеосаркома костију екстремитета најчешћи клинички знак је хромост, која је у почетку обично повремена и са ослањањем на оболели екстремитет. Временом постаје израженија и трајна, а у појединим случајевима може јој претходити мања траума. Због привременог побољшања након мировања или примене аналгетика, почетни симптоми се могу погрешно приписати повреди меких ткива или другом ортопедском обољењу [3]. Напредовањем болести јављају се локални бол и оток у пределу захваћене кости, најчешће у метафизној регији. Оток може бити различите конзистенције, од мекшег до чврстог, а туморска маса је најчешће болна приликом палпације. Код промена смештених у регијама прекривеним развијеном мускулатуром, као што је проксимални део хумеруса, локални оток може бити слабо уочљив и тешко палпабилан. Интензитет бола није увек у сразмери са величином промене, али се са прогресијом тумора хромост углавном појачава [9]. Нагло настала, изразито болна хромост без ослањања на оболели екстремитет може указивати на патолошки прелом. Он настаје услед нарушавања структуре и механичке чврстоће кости захваћене туморским процесом, а може се јавити спонтано или након незнатне трауме. Патолошки преломи нису честа почетна манифестација остеосаркома и забележени су код мање од 3% оболелих паса [3].

Промене на лопатици, ребрима или карлици могу се испољити локалним отоком, болом и хромошћу. Остеосарком мандибуле и максиле може изазвати отежано узимање хране и гутање, деформацију лица, као и бол приликом отварања уста. Код тумора који захватају носну шупљину и параназалне синусе могу се јавити носни исcedак и промена облика лица, док су код остеосаркома кичменог стуба могући бол у захваћеној регији, хиперестезија и различити неуролошки поремећаји. Остеосарком ребара се најчешће открива као палпабилне, различито болне масе, док се респираторни поремећаји јављају ређе, чак и када постоји изражена интраторакална компонента тумора [10].

Системски клинички знаци најчешће нису присутни у раној фази болести. Чак и код постојања метастаза у плућима, респираторни симптоми се ретко испољавају. Метастазе у другим костима могу проузроковати бол и хромост, док се код узрапредовале болести могу јавити смањен апетит, губитак телесне масе, малаксалост и летаргија. Због неспецифичних почетних симптома, код паса крупних и гигантских раса са необјашњивом, упорном или повратном хромошћу, нарочито када је бол локализован у пределу метафизе дуге кости, потребно је благовремено спровести радиографски преглед [3].

2.3.7. Метастатско понашање и прогноза

Остеосарком има изражен метастатски потенцијал, нарочито код тумора апендикуларног скелета. Метастазирање се одвија претежно хематогеним путем, а плућа су најчешће место метастаза, док се секундарна жаришта могу јавити и у другим костима, висцералним органима, поткожном ткиву и кожи. Метастазе у регионалним лимфним чворовима су ретке [9]. Процењује се да око 90% паса са апендикуларним остеосаркомом у тренутку дијагнозе већ има микрометастазе, иако оне најчешће нису видљиве радиографски. Због тога одсуство плућних метастаза на рендгенограму не искључује метастатску болест, а ни компјутеризована томографија не може поуздано искључити микрометастазе [3].

Висок метастатски потенцијал значајно утиче на исход болести, па уклањање примарног тумора најчешће није довољно за дуготрајну контролу [9]. Неповољни прогностички фактори обухватају присуство метастаза, повишену активност алкалне фосфатазе, локализацију тумора у проксималном делу хумеруса, већу туморску масу, ширење у мека ткива и захваћеност регионалних лимфних чворова [3].

Виши хистолошки градус може бити повезан са већом склоношћу ка метастазирању, али та повезаност није доследно потврђена у свим истраживањима, па се градус не може користити као једини прогностички показатељ [16,17]. Код остеосаркома аксијалног скелета прогноза зависи и од могућности локалне контроле тумора, јер близина виталних структура може отежати постизање адекватних хируршких маргина и повећати ризик од локалног рецидива [14].

2.4. ДИЈАГНОСТИКА ОСТЕОСАРКОМА ПАСА

Дијагностика остеосаркома паса заснива се на повезивању анамнестичких података, клиничког прегледа, радиографских налаза и резултата испитивања ћелијских или ткивних узорака. Поред утврђивања природе коштане лезије, дијагностички поступак обухвата процену локалне проширености тумора и присуства метастаза. Добијени налази представљају основу за избор терапије и процену прогнозе [9].

2.4.1. Клинички преглед

Клиничко испитивање започиње прикупљањем података о раси, полу, старости и телесној маси пса, након чега се узима анамнеза. Од власника се добијају подаци о почетку и трајању хромости, њеном напредовању, могућој повреди и претходном лечењу. Значајно је утврдити и да ли се интензитет хромости мења након физичке активности, мировања или примене лекова, јер ови подаци усмеравају даљи преглед [18].

Општим клиничким прегледом процењују се држање и телесна кондиција животиње, вредности тријаса и стање доступних лимфних чворова. Ортопедски преглед започиње адспекцијом у мировању и при кретању. Животиња се посматра спреда, отпозади и са обе бочне стране, при чему се процењују симетрија екстремитета, расподела телесне масе, присуство отока и атрофије мускулатуре. Посматрањем хода утврђују се захваћени екстремитет, интензитет хромости и степен ослањања на подлогу. Након адспекције следи палпација, која омогућава прецизније одређивање локализације бола. Прегледом се обухватају кости, зглобови и околна мека ткива, уз поређење налаза са супротним екстремитетом. Процењују се болна осетљивост, оток, задебљања и покретљивост зглобова. При палпацији других костију важно је разликовати бол који потиче из кости од реакције на притисак околне мускулатуре. Према потреби, преглед се допуњује неуролошким испитивањем, јер неуролошки поремећаји такође могу нарушити употребу екстремитета [18]. Код паса са необјашњеном, упорном или поновљеном хромошћу, нарочито великих и циновских раса, остеосарком треба разматрати као један од могућих узрока. Налаз локализоване болности и отока захтева даље испитивање, а

привремено побољшање након примене аналгетика не искључује постојање тумора. Клинички налаз служи за постављање сумње и усмеравање раног радиографског прегледа захваћене регије [3].

2.4.2. Рендгенолошка дијагностика

Рендгенографија има основну улогу у откривању и процени остеосаркома код паса. Рендгенограм пружа увид у промене које нарушавају уобичајену грађу кости и омогућава сагледавање њихове локализације, распрострањености и морфолошких карактеристика. Пажљивим прегледом снимка процењује се изглед захваћене кости, али и њен однос према околним структурама. Ови подаци, повезани са анамнезом и клиничким налазом, помажу у процени агресивности коштаног процеса и усмеравају даљи поступак дијагностике [3].

Изглед рендгенограма заснива се на различитој апсорпцији рендгенских зрака у ткивима. Разликују се сенка ваздушастог ткива, сенка масног ткива, мекоткивна и коштана сенка. Коштано ткиво даје интензивнију сенку од меких ткива, што омогућава препознавање коштаних контура и њихово разграничење од околине. При описивању патолошких промена, интензитет сенке упоређује се са изгледом патолошки неизмењеног ткива. Његово смањење означава се као расветљење и одговара слабијој апсорпцији рендгенских зрака у измењеном подручју. Насупрот томе, засенчење представља повећање интензитета сенке услед јаче апсорпције зрака у односу на одговарајуће неизмењено ткиво [19].

Рендгенска слика настаје пројектовањем анатомских структура које се налазе на путу рендгенског снопа. Њихово преклапање, односно суперпозиција, може отежати препознавање промена и прикрити део лезије. Зато снимци у најмање две међусобно управне пројекције имају посебан значај. Њиховим поређењем добија се потпунији приказ захваћене регије и лакше се процењују положај и границе уочених промена [20]. При мерењу лезије треба имати у виду да је њен приказ на рендгенском снимку увећан, па измерене димензије не морају одговарати стварним. Зато се при процени дужине захваћеног дела кости мерења могу кориговати према фактору увећања [21].

При тумачењу рендгенограма уочене промене посматрају се заједно. Процењују се медуларни део кости, очуваност кортекса и присуство

новоформираног коштаног ткива. Нејасно ограничена медуларна деструкција може бити праћена оштећењем кортекса и спикларном или неорганизованом остеопродукцијом. Ови знаци нису увек подједнако изражени, па је важно сагледати њихов распоред и међусобни однос [22].

2.4.2.1. Локализација коштане лезије

Одређивање локализације обухвата идентификацију захваћене кости, положаја лезије унутар кости и њене распрострањености. Код других костију описује се однос промена према епифизи, метафизи и дијафизи, као и њихова проксимална и дистална граница. Поред тога, процењује се да ли промене преовлађују у медуларном делу, кортикалном слоју или на површини кости. Овакво описивање омогућава прецизније сагледавање лезије од самог навођења назива захваћене кости [23]. Остеосарком паса најчешће је локализован у метафизарним регијама других костију. На предњим екстремитетима посебно су значајни дистални део радијуса и проксимални део хумеруса, док су на задњим екстремитетима карактеристичне локализације дистални део фемура и проксимални и дистални део тибије. Познавање овог распореда олакшава препознавање сумњивог налаза, али локализација увек мора бити повезана са морфолошким карактеристикама лезије [22]. При описивању положаја лезије потребно је разликовати њено претпостављено полазиште од укупног подручја захваћеног променама. Лезија која најизраженије захвата метафизну регију може се пружати и у суседне делове кости. Радиографска анализа остеосаркома показала је да промене унутар предилекционих регија немају увек истоветан положај, већ могу различито захватати метафизу, суседну дијафизу и епифизу. Због тога опис налаза треба заснивати на стварно уоченој распрострањености, без свођења сваке лезије на уобичајено метафизарно полазиште [22].

Код лезија у близини зглоба процењују се зглобна површина и суседна кост. Остеосарком обично не прелази директно преко зглобне површине, па значајне промене на крају једне кости могу постојати уз очуван изглед суседне кости. Ипак, могуће је ширење тумора преко периартикуларних површина. Очуваност зглоба стога не искључује малигну природу лезије, већ представља једну од карактеристика њене локалне распрострањености [24]. Радиографски видљива

граница лезије не мора се у потпуности поклапати са границом туморског ткива утврђеном хистолошким испитивањем [25].

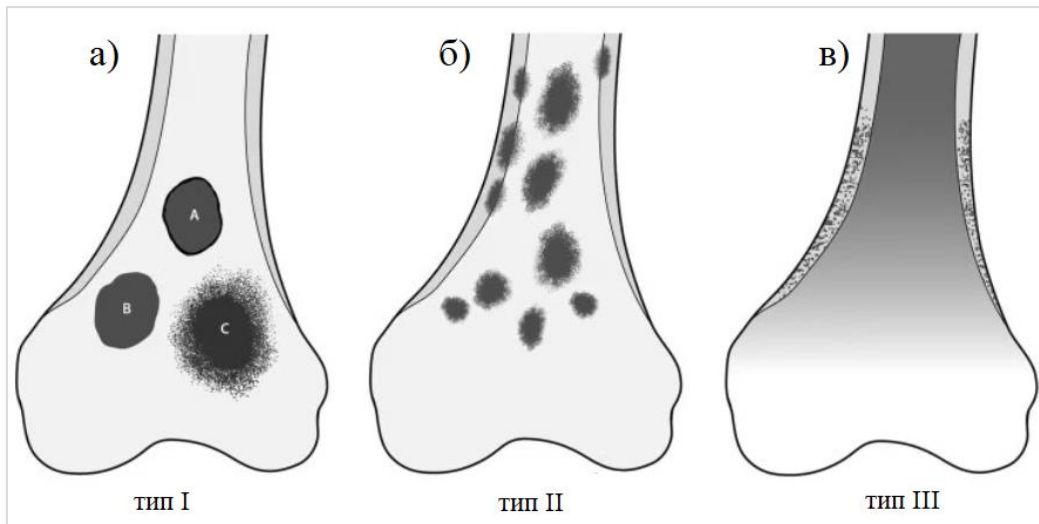
2.4.2.2. Остеолитичке промене

Остеолитичке промене представљају деструкцију коштаног ткива и на рендгенограму се испољавају губитком нормалне трабекуларне структуре и појавом подручја расветљења. Према изгледу, границама и распореду коштане деструкције, остеолита се може поделити на три основна обрасца: географски, moth-eaten и пермеативни. Ова подела користи се при процени агресивности коштаних лезија [23,26]. Код остеосаркома остеолитичке промене могу бити удружене са деструкцијом кортекса и истовременим стварањем нове кости, због чега се сваки образац процењује заједно са осталим рендгенолошким карактеристикама лезије [3].

Географска остеолита (енгл. *geographic osteolysis*) одликује се већим, релативно јасно ограниченим подручјем коштане деструкције (слика 4а). Код спорије напредујућих лезија граница према околној кости може бити оштра, прелазна зона уска, а дуж периферије присутан склеротични руб. Овај образац обично указује на мању агресивност у поређењу са дифузнијим облицима деструкције. Ипак, географски образац остеолите не треба тумачити изоловано, већ заједно са ширином прелазне зоне, стањем кортекса, периосталном реакцијом и осталим рендгенолошким карактеристикама лезије [23].

Остеолита са бројним неправилним жариштима, која се у енглеској литератури означава као moth-eaten, испољава се подручјима расветљења различите величине и недовољно јасних граница, при чему кост добија карактеристичан изглед „мољцима изједене кости“ (слика 4б) [23].

Пермеативна остеолита карактерише се великим бројем веома ситних, нејасно ограничених жаришта разарања (слика 4в). Појединачна расветљења могу бити тешко уочљива у медуларном делу због преклапања са трабекулама, док се у компактној кости могу јасније препознати. Захваћено подручје нема оштру границу, а прелаз према радиографски очуваној кости је широк. Овај образац представља изразито агресиван облик коштане деструкције [23].



Слика 4. Шематски приказ образаца остеолитичких промена: (а) географска остеолитичка промена, (б) остеолитичка промена типа „мољцима изједене кости“ и (в) пермеативна остеолитичка промена [27]

У Лодвик-Медвелој класификацији географска остеолитичка промена припада типу I, образац „мољцима изједене кости“ типу II, а пермеативна остеолитичка промена типу III. Географски тип се додатно дели на три подтипа: IA означава јасно ограничену лезију са склеротичним рубом, IB јасно ограничену лезију без склеротичног руба, док IC карактеришу нејасне границе и широка прелазна зона. Агресивност коштане лезије уопштено се повећава од типа IA ка типу III, али се ова класификација тумачи заједно са осталим рендгенолошким и клиничким налазима [26].

2.4.2.3. Остеопролиферативне промене

Остеопролиферативне промене обухватају стварање новог коштаног ткива, које након минерализације постаје видљиво као подручје повећаног засенчења. Код остеосаркома новоформирана кост може бити неопластичног порекла или представљати реактивно стварање кости у одговору на локални патолошки процес. Оба механизма могу доприносити изгледу исте лезије. Количина и распоред нове кости варирају, тако да радиографски налаз може садржати оскудне пролиферативне промене или обимну остеопролиферацију која знатно мења изглед захваћене регије [24]. Рендгенографски приказ зависи од минерализације новоформираног матрикса. Неминерализовани остеоид има радиографске карактеристике мекоткивне сенке и не може се непосредно препознати као коштана сенка. Због тога количина видљиве нове кости не представља непосредну меру

укупне количине остеоида у тумору. Ово ограничење је значајно при тумачењу лезија код којих су пролиферативне промене слабо изражене, упркос присуству тумора који ствара коштани матрикс [23].

Остеопрولیферативне промене унутар кости могу се испољити појавом склеротичних подручја и изменом трабекуларне структуре. Склероза може бити ограничена на поједине делове лезије или захватати шире подручје кости, уз истовремено присуство остеолитичких жаришта [22]. Склеротична подручја и суперпозиција новоформиране кости могу делимично прикрити медуларну остеолузу и отежати процену коштане деструкције. Повећан интензитет коштане сенке стога не указује нужно на очуваност коштане структуре. Остеопрولیферативне промене треба тумачити заједно са знацима остеолузе и општећења кортекса, како би се потпуније сагледали обим и природа лезије [22].

2.4.2.4. Кортикална деструкција

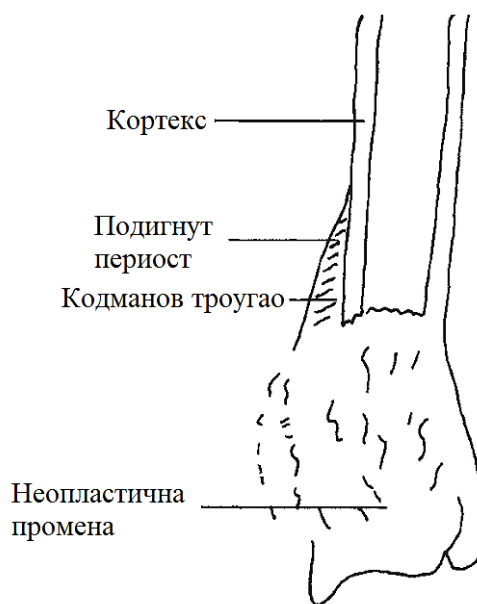
Кортикална деструкција представља један од рендгенолошких показатеља агресивности коштане лезије. При процени кортекса посматрају се његова дебљина, правилност унутрашње и спољашње контуре и очуваност континуитета. Код остеосаркома могу бити присутни истањење и ерозија кортикалног слоја, као и његов делимичан или потпун губитак у захваћеном делу кости [22,24]. Кортикалне промене не морају бити подједнако изражене на свим странама кости. Зато је потребно пратити контуре кортекса дуж целе лезије и упоредити њихов изглед у различитим пројекцијама. Очуваност једног сегмента не искључује присуство деструкције у другим деловима захваћене регије [22].

При тумачењу налаза важно је разликовати експанзију кости са истањењем кортекса од кортикалне деструкције. Код експанзивних лезија кортикални слој може бити танак, али и даље континуиран, док се деструкција испољава губитком кортикалне структуре и појавом неправилних дефеката. Оба облика промена могу се јавити код остеосаркома, па присуство танког, очуваног кортикалног слоја само по себи није довољно за процену бенигне природе лезије [22].

2.4.2.5. Периостална реакција

Периостална реакција представља стварање нове кости као одговор периоста на патолошки процес. Њен радиографски изглед зависи од брзине развоја и интензитета процеса, као и од степена организације и минерализације новоформираног ткива. Спорије промене чешће су праћене континуираним и организованијим слојем нове кости, док агресивне лезије могу изазвати прекинуте, спикуларне и неправилне реакције. При описивању налаза процењују се распоред нове кости, њен однос према кортексу и континуитет периосталне реакције [20].

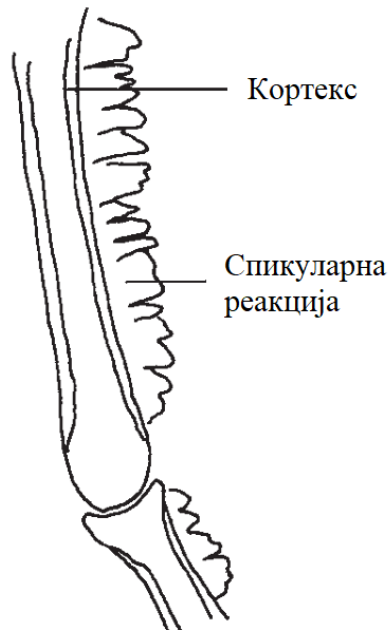
Кодманов троугао настаје услед подизања периоста са кортикалне површине и стварања нове кости испод њега, на периферији лезије. На рендгенограму се препознаје као троугласто подручје минерализације уз површину кости. Он може бити значајан показатељ активног коштаног процеса, али није специфичан за остеосарком, јер се може јавити и код остеомијелитиса [20,24].



Слика 5. Шематски приказ Кодмановог троугла [20]

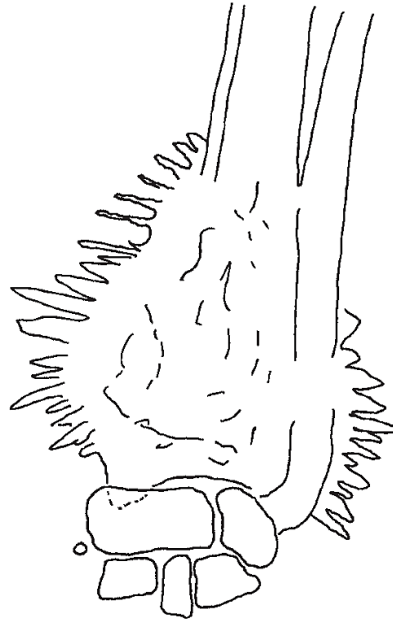
Спикуларна реакција карактерише се присуством танких, издужених коштаних спикула које се пружају од површине захваћене кости према околини. Њихов правац је најчешће приближно управан на кортикални слој, а међусобни распоред може бити паралелан или дивергентан. Радиографски се уочавају као бројне линеарне минерализоване структуре различите дужине. Овакав облик

новоформиране кости указује на агресиван процес и има посебан значај када је удружен са остеолизом и прекидима кортикалног континуитета [23].



Слика 6. Шематски приказ спикуларне реакције [20]

Реакција типа „сунчевих зрака” (*sunburst*) представља зракасти облик спикуларне реакције. Спикуле се пружају од лезије ка периферији и међусобно разилазе, стварајући препознатљив радиографски распоред. У савременим смерницама овај налаз се наводи међу карактеристичним знацима остеосаркома паса, заједно са трабекуларном и кортикалном лизом и неорганизованим стварањем нове кости. Изрази „спикуларна реакција” и *sunburst* зато не означавају потпуно одвојене појаве, већ општи образац и један његов облик [3,20].



Слика 7. Шематски приказ реакције типа „сунчевих зрака“ [20]

Поред описаних облика периосталне реакције, могу бити присутна и неправилна, неорганизована подручја новоформираног коштаног ткива. Ове промене не морају у целини представљати периосталну реакцију, јер део минерализованог ткива може потицати од туморског матрикса. Због тога се сва новоформирана коштана сенка изван нормалне контуре кости не може аутоматски тумачити као периостална реакција [22,23].

2.4.2.6. Локално ширење и компликације

Након деструкције кортекса, остеосарком се може проширити у околна мека ткива. Део туморске масе који се налази изван кости означава се као екстраосеална компонента. На рендгенограму се она испољава повећањем обима мекоткивне сенке, унутар које се могу уочити неправилно распоређена засенчења која одговарају минерализованом ткиву изван првобитне контуре кости [9,22]. Минерализовани делови тумора лакше се визуелизују на рендгенограму, док неминерализовани остеоид даје сенку сличног интензитета као околна мека ткива. Због тога видљива засенчења не морају одражавати целокупну распрострањеност туморске масе, а њихово одсуство не искључује присуство туморског ткива. При

описивању налаза процењују се величина и контуре мекоткивне сенке, као и присуство и распоред минерализованих подручја у њој [23].

Однос лезије према зглобу процењује се на основу изгледа субхондралне кости и контура зглобних површина. Остеосарком се може проширити из метафизе у епифизу, при чему субхондрална кост може остати очувана, па обимна лезија у близини зглоба не мора истовремено значити и захватање зглобне површине [3,8]. Ширењем кроз периартикуларна мека ткива тумор може захватити и суседну кост без непосредног преласка преко зглобне површине. Међутим, периостална реакција на суседној кости може бити и реактивне природе, због чега њено присуство само по себи није довољно за закључак о туморској инфилтрацији. У таквим случајевима потребно је проценити присуство остеоллизе, оштећења кортикалиса и однос суседне кости према мекоткивној маси [20,24].

Једна од значајнијих локалних компликација остеосаркома јесте патолошки прелом (слика 8). Туморска деструкција доводи до смањења механичке отпорности кости, па прелом може настати након незнатне трауме или без јасног трауматског догађаја. У појединим случајевима управо патолошки прелом представља први знак који доводи до откривања основне коштане лезије [3]. На рендгенограму се прелом уочава као прекид континуитета кости, уз присуство линијског расветљења које одговара фрактурној пукотини. Коштани фрагменти могу бити раздвојени и различито дислоцирани, а у околним меким ткивима може бити присутан оток. Када је дислокација фрагмената слабо изражена, линија прелома може бити тешко уочљива у једној пројекцији, због чега снимање у две међусобно управне пројекције омогућава поузданију процену прелома и положаја коштаних фрагмената [20,22].



Слика 8. Патолошки прелом хумеруса код пса са остеосаркомом [20]

2.4.2.7. Рендгенолошки типови остеосаркома

Према заступљености коштане деструкције и стварања новог коштаног ткива, рендгенолошки се разликују остеолитички, остеопролиферативни и мешовити тип остеосаркома. Ова подела описује преовлађујући изглед лезије, при чему између појединих типова постоје прелазни облици [22,24].

Остеолитички тип одликује се доминацијом коштане деструкције, уз оскудно стварање новог коштаног ткива или његово рендгенолошко одсуство. У захваћеном сегменту кости преовлађују подручја расветљења и долази до губитка трабекуларне структуре. Са напредовањем лезије могу се јавити истањење и прекид кортекса, док периостална реакција може бити слабо изражена у односу на степен деструкције. Зато рендгенограм понекад показује обимно оштећење кости без упадљиве продукције коштаног ткива која се обично повезује са остеосаркомом. Одсуство такве продукције не искључује овај тумор, нити означава очувану механичку отпорност захваћене кости [20].



Слика 9. Латеромедијални рендгенски снимак претежно остеолитичког остеосаркома проксималног дела хумеруса [24]

Код остеопрролиферативног типа, који се у литератури описује и као склеротични тип, јавља се засенчење кости услед стварања и минерализације новог коштаног ткива. Промене могу захватити медуларни део кости, кортекс и њену површину, а могу се пружати и у околна мека ткива. Изражена остеопрролиферација не искључује истовремено присуство остеоллизе, па се у оквиру исте лезије могу уочити деструкција кортекса и губитак нормалне трабекуларне структуре, делимично прикривени склерозом и новоформираним коштаном ткивом. Због тога је при процени овог типа потребно обратити пажњу и на мања подручја расветљења и прекиде контуре кортекса [20,22].



Слика 10. Латеромедијални рендгенски снимак претежно остеопролиферативног остеосаркома проксималног дела хумеруса [24]

Мешовити тип обухвата истовремено присуство остеолитичких и остеопролиферативних промена и наводи се као најчешћи тип. Њихова заступљеност може се разликовати између појединих делова тумора, у једном делу може преовлађивати остеолиза, а у другом новоформирано коштано ткиво [20].



Слика 11. Латеромедијални рендгенски снимак мешовитог остеосаркома проксималног дела хумеруса [24]

Рендгенолошке типове треба разликовати од хистолошких подтипова остеосаркома. Иако се поједини називи подударају, рендгенограм не омогућава поуздано разликовање остеобластичног, хондробластичног и фибробластичног хистолошког подтипа. Њихови рендгенолошки налази се преклапају, док се хистолошка класификација заснива на микроскопским особинама ћелија и матрикса који он ствара [28].

2.4.2.8. Атипични и неспецифични рендгенолошки налази

Остеосарком не испољава увек комбинацију знакова која омогућава да се на њега одмах посумња. У истраживању које је обухватило 75 хистолошки потврђених остеосаркома код 74 пса, типичан рендгенолошки изглед забележен је код 61,3 % тумора. Код 21,3 % налази су били сугестивни, али недовољно специфични, док је 17,3 % сврстано у атипичне. У последњој групи промене су углавном указивале на неопластични процес, али се на основу њиховог изгледа није могла поуздано претпоставити дијагноза остеосаркома [22]. У раној фази налаз може бити знатно дискретнији. Описане су ограничене промене у медуларном делу кости, са остеолизом и мањим зонама склерозе, уз очуван кортекс и без видљиве продукције новог коштаног ткива. Код других паса периостална реакција била је релативно хомогена, без изразито неорганизованог изгледа. Такви налази отежавају препознавање природе лезије, нарочито када недостају други упадљиви знаци агресивног коштаног процеса [22].

Посебну дијагностичку тешкоћу представљају добро ограничене остеолитичке и експанзивне лезије. Уместо неправилне деструкције са широком прелазном зоном, може се уочити релативно јасно разграничено подручје остеоллизе које повећава обим захваћеног сегмента кости. Кортекс је тада истањен и местимично очуван, а периостална реакција оскудна или одсутна. Овакав изглед може подсећати на цистичну промену и оставити утисак споријег процеса. Атипичност може бити повезана и са локализацијом јер се поред метафиза других костију, остеосарком се може описати у дијафизи, епифизи и костима које су знатно ређе захваћене [22].

Илустративан је приказ случаја шестогодишњег родезијског риџбека код којег је остеосарком медијалног короноидног наставка улне првобитно протумачен

као његова фрагментација. На рендгенограмима лакта уочени су измењен облик и нејасна контура наставка, локализовано расветљење у нивоу главе радијуса и склероза улне. Налаз је усмеравао сумњу на обољење медијалног коронаидног наставка у склопу дисплазије лакта, иако су поједине промене одступале од очекиваног изгледа. После хируршког уклањања промењеног ткива, хистопатолошким прегледом установљен је хондробластични остеосарком. Овај случај показује да тумор на неуобичајеном месту може личити на много чешће ортопедско обољење [29].



Слика 12. Латеромедијална рендгенографија десног лакта пса са хондробластичним остеосаркомом медијалног коронаидног наставка улне [29]

Неспецифичан налаз не мора бити дискретан. Сличне промене јављају се код других малигних тумора кости, укључујући хондросарком и фибросарком, као и код остеомијелитиса. Рендгенолошка сличност остеосаркома и остеомијелитиса нарочито је описана код гљивичних инфекција [22,24]. У оваквим случајевима рендгенографија има важну улогу у утврђивању локализације и карактера промене, док се коначна дијагноза заснива на испитивању ткива. Радиографски налаз и резултат биопсије тумаче се заједно, јер и мали узорак може садржати претежно реактивно ткиво или део тумора који не приказује све његове особине [28].

2.4.3. Диференцијална дијагноза

Остеосарком не мора увек имати типичан рендгенолошки изглед. У појединим случајевима промене могу бити дискретне, са ограниченом остеоллизом, мањим зонама склерозе и очуваним кортексом, без изражене продукције новог коштаног ткива. Такви налази могу отежати препознавање агресивне природе лезије [22].

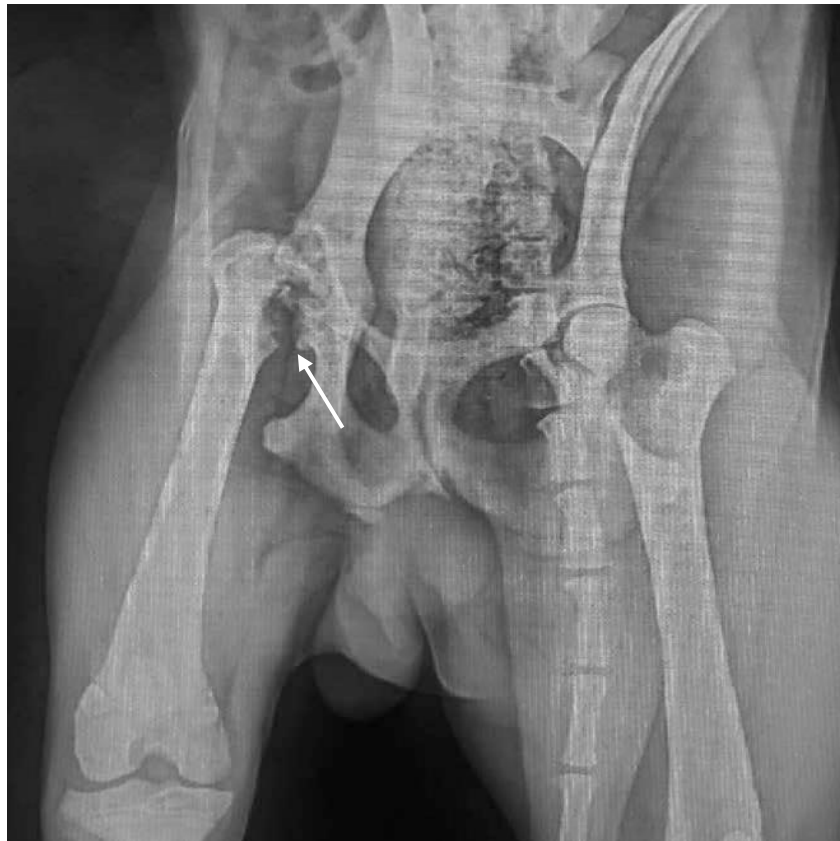
Атипични остеосарком може се испољити и као релативно добро ограничена остеолитичка или експанзивна лезија, са истањеним кортексом и оскудном или одсутном периосталном реакцијом. Овакав изглед може подсећати на цистичну или спорије растућу промену. Атипичности доприноси и неуобичајена локализација, јер се остеосарком, поред метафиза дугих костију, може јавити и у дијафизи, епифизи и ређе захваћеним костима [22].

Пример неуобичајеног налаза описан је код шестогодишњег родезијског рицбека са остеосаркомом медијалног коронаидног наставка улне, који је првобитно протумачен као његова фрагментација. Рендгенолошки налаз је подсећао на обољење медијалног коронаидног наставка, док је хистопатолошким прегледом утврђен хондробластични остеосарком [29].



Слика 13. Остеомијелитис дисталног радијуса у краниокаудалној пројекцији, са коштаном деструкцијом и периосталном реакцијом [20]

У диференцијалној дијагнози треба размотрити и остонекрозу, односно некрозу коштаног ткива и коштане сржи. У почетку рендгенолошке промене могу изостати. После одвајања некротичног дела од околне кости, он се може приказати као део кости интензивне сенке, окружен зоном расветљења [19]. Када је промена локализована у глави фемура, посебно треба имати у виду аваскуларну некрозу. Њен развојни облик, Лег-Калве-Пертесова болест, јавља се претежно код младих паса малих раса. На рендгенском снимку могу се уочити подручја расветљења у главе и врата фемура. Са напредовањем болести глава фемура може постати спљоштена, неправилна и фрагментисана. Због тога се при процени овакве промене, поред изгледа снимка, узимају у обзир старост и раса пса и налаз ортопедског прегледа [30].



Слика 14. Рендгенографски приказ аваскуларне некрозе главе фемура код пса (стрелица) [30]

Зато се код агресивне коштане лезије не доноси закључак на основу једног рендгенолошког налаза. Највише информација даје комбинација локализације и распрострањености промене, њене брзине развоја и морфологије, заједно са подацима о пацијенту. Када су налази нетипични или постоји реална сумња на

друго обољење, потребно је наставити дијагностику напреднијим методама снимања и, по потреби, биопсијом ткива [28].

2.4.4. Компјутеризована томографија

Компјутеризована томографија (СТ) допуњује рендгенолошку дијагностику остеосаркома приказом кости без суперпозиције околних структура. Тако се јасније сагледају кортекс, медуларни део и ширења тумора изван граница кости. Посебно је корисна у анатомски сложеним регијама и када распрострањеност лезије није довољно јасна на рендгенограмима [28]. Процена граница тумора значајна је за планирање хируршког лечења, нарочито поступака са очувањем екстремитета. Интрамедуларне и ендосталне промене на СТ снимцима помажу у одређивању дужине захваћеног дела кости. Ипак, приказане границе могу потценити стварни обим тумора, што треба узети у обзир при одређивању хируршких маргина [31]. СТ може помоћи и у процени раних или неубичајених лезија, као и при избору репрезентативног места за биопсију. Због цене, ограничене доступности и потребе за седацијом или анестезијом, најчешће се примењује када добијени налаз може да утиче на даљу дијагностику или лечење [3,28].

2.4.5. Магнетна резонанца

Магнетна резонанца (MRI) има допунску улогу у дијагностици апендикуларног остеосаркома паса. Омогућава детаљнији приказ ширења тумора у медуларном делу кости и његовог односа према околним меким ткивима. Посебно добро приказује мека ткива, али њену примену ограничавају цена, мања доступност и потреба за општом анестезијом [28].

Налаз магнетне резонанце тумачи се заједно са клиничким и рендгенолошким налазом, као и са СТ снимцима, уколико су доступни. Ове методе се међусобно допуњују и омогућавају потпунију процену распрострањености тумора [32].

2.4.6. Цитолошка и хистопатолошка дијагностика

Клинички и рендгенолошки налаз могу указати на остеосарком, али сами по себи нису увек довољни за постављање коначне дијагнозе. Цитолошки преглед може помоћи у препознавању малигног процеса и представља мање инвазиван начин добијања материјала за анализу. Ипак, у појединим случајевима није могуће поуздано одредити тип тумора, нарочито ако је узорак оскудан или садржи мало туморских ћелија [28,33].

Хистопатолошки преглед омогућава детаљнију процену грађе ткива и има значајну улогу у потврђивању дијагнозе. За остеосарком је посебно важно препознавање остеоида који стварају неопластичне ћелије. Поузданост налаза зависи и од места узорковања, јер узорак који садржи претежно реактивно или некротично ткиво може бити недовољан за постављање дијагнозе [28,33].

2.4.7. Дијагностика метастаза и стадирање болести

Стадирање остеосаркома обухвата процену локалне распрострањености примарног тумора и присуства удаљених метастаза. Посебна пажња усмерава се на плућа, која представљају најчешће место метастазирања. За процену грудног коша користи се рендгенографија, најчешће у више пројекција, како би се повећала могућност уочавања плућних промена [3]. На рендгенограмима се метастазе најчешће уочавају као један или више нодула различите величине и расподеле. Међутим, мање промене могу остати непримећене, па негативан рендгенолошки налаз не искључује присуство микрометастатске болести. Напредније методе снимања, пре свега СТ, могу открити мање плућне промене које нису видљиве на рендгенограму [3,34]. Поред плућа, током стадирања процењују се и регионални лимфни чворови, а код сумње на захваћеност других делова скелета могу се применити додатне дијагностичке методе. Стадирање зато омогућава процену клинички видљиве распрострањености болести у тренутку прегледа, али не може у потпуности искључити рану дисеминацију тумора [9].

2.5. ТЕРАПИЈА ОСТЕОСАРКОМА ПАСА

Лечење остеосаркома усмерено је на локалну контролу примарног тумора, смањење бола и контролу метастатске болести. Због агресивног биолошког понашања тумора, најбољи резултати се постижу комбиновањем локалне терапије, најчешће хируршке, са системском хемиотерапијом. Код пацијената код којих радикално лечење није могуће примењују се палијативни поступци са циљем очувања квалитета живота [35].

2.5.1. Хируршко лечење

Ампутација захваћеног екстремитета представља најчешћи начин постизања локалне контроле апендикуларног остеосаркома. Њоме се уклања примарна лезија, отклања извор бола и спречава настанак патолошког прелома. Ипак, сама ампутација не утиче довољно на системско ширење болести, због чега се обично комбинује са хемиотерапијом [3,9,35]. Код појединих пацијената могу се применити limb-sparing поступци, којима се уклања део кости захваћен тумором уз очување екстремитета. Највише искуства постоји код остеосаркома дисталног радијуса. Ови поступци могу обезбедити добру функцију екстремитета, али су технички захтевнији и носе већи ризик од компликација и локалног рецидива [3,9].

2.5.2. Хемиотерапија

Хемиотерапија се најчешће примењује након постизања локалне контроле тумора, са циљем успоравања развоја метастатске болести и продужавања времена преживљавања. Најчешће коришћени лекови су карбоплатин, цисплатин и доксорубицин, самостално или у комбинацији. Значајније је нагласити да је исход код паса лечених хируршки уз адјувантну хемиотерапију бољи него код примене саме хирургије [3,9].

2.5.3. Радиотерапија и палијативно лечење

Радиотерапија се може користити за локалну контролу, али има посебан значај у палијативном лечењу бола код паса код којих ампутација или други радикални хируршки поступак нису могући или нису прихваћени. Њен циљ у таквим случајевима није излечење, већ смањење бола и побољшање функције захваћеног екстремитета и квалитета живота [3,9].

Палијативни приступ подразумева и одговарајућу аналгезију и друге мере усмерене на одржавање прихватљивог квалитета живота. Избор терапије зависи од локализације и распрострањености тумора, општег стања пса и могућности власника, па се план лечења прилагођава сваком пацијенту појединачно [35].

3.0. ЦИЉ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

3.1. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ овог рада је да се на основу прикупљених података и доступних рендгенских снимака анализирају рендгенолошке карактеристике остеосаркома код паса, као и његова заступљеност у односу на расу, пол, старост и анатомску локализацију.

3.2. ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

Задаци овог рада су:

- прикупљање и систематизација података о псима са остеосаркомом
- анализа расподеле оболелих паса према раси, полу и старости
- утврђивање анатомске локализације тумора и најчешће захваћених костију
- анализа доступних рендгенских снимака и опис уочених остеолитичких, остеопролиферативних и других карактеристичних промена
- статистичка обрада добијених података и њихов приказ табеларно и графички
- упоређивање добијених резултата са подацима из стручне и научне литературе

4.0. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Истраживање је спроведено у периоду од марта 2024. до јуна 2026. године у две ветеринарске амбуланте, „Пет Вет” и „ПВА Педигре”, на територији Новог Сада. Рад је заснован на анализи доступне ветеринарске документације и рендгенских снимака при чему су обрађени подаци 56 паса код којих је евидентирана дијагноза остеосаркома.

Пси су довођени на преглед најчешће због хромости и других сметњи локомоторног система, као што су оток захваћене регије и болност при палпацији. За сваког пса забележени су подаци о раси, полу, старости и анатомској локализацији промене. Називи раса су уједначени, а мешанци су приказани као посебна група. Старост је изражена у годинама, према подацима из евиденције.

У амбуланти „Пет Вет” рендгенско снимање је обављано апаратом AJEX160H, произвођача AJEX Meditech Ltd., за дигитализацију рендгенских снимака коришћен је CR систем AGFA CR 10-X (Agfa HealthCare). У амбуланти „ПВА Педигре” рендгенско снимање обављано је апаратом Siemens MOBILETT XR, произвођача Siemens, у комбинацији са дигиталним радиографским системом VISARIS.



Слика 15. Рендгенски апарат са столом за позиционирање пацијента, коришћен у ветеринарској амбуланти (оригинал)

Пре снимања је за сваког пса обављен клинички преглед и одређена регија коју је потребно приказати. Нативна рендгенографија коштаног система не захтева посебну припрему пацијента. Код појединих паса било је неопходно уклањање нечистоћа и остатака масти и јода са коже и длаке у испитиваној регији. По потреби се примењивала седација, а начин припреме и позиционирања прилагођаван је стању пацијента [19].

Снимање је обављано у трохо, односно лежећем ставу. Пси су постављани на бок, леђа или стомак, у зависности од испитиване регије и планиране пројекције. Током експозиције обезбеђивано је мировање пацијента. Испитивана регија снимана је у најмање две међусобно управне пројекције, а по потреби су рађене и додатне косе пројекције ради јаснијег приказа коштаних структура [19].

Пројекције су биране према анатомској локализацији промене. Назив пројекције одређује се према смеру проласка рендгенског зрака, од места уласка у

тело до места изласка. Најчешће пројекције које се користе за одговарајуће кости наведене су у табели 1., док су пропратни снимци плућа снимани у латеролатералној и вентродорзалној или дорзовентралној пројекциј, а снимање је вршено у инспиријуму.

Табела 1. Рендгенске пројекције према сниманој коштаној регији

Снимана коштана регија	Основне пројекције
Хумерус, радијус и улна	Медиолатерална или латеромедијална; краниокаудална или каудокранијална
Фемур, тибија и фибула	Медиолатерална или латеромедијална; краниокаудална или каудокранијална
Карпус, метакарпус и прсти предњег екстремитета	Медиолатерална; дорзопалмарна
Тарзус, метатарзус и прсти задњег екстремитета	Медиолатерална; дорзоплантарна
Карлица	Вентродорзална; латеролатерална
Слабински део кичменог стуба	Латеролатерална; вентродорзална
Кости главе	Латеролатерална; дорзовентрална

Рендгенограми су анализирани тако што су одређене захваћена кост и локализација лезије, а затим су процењене границе и распрострањеност видљивих промена. Посматрани су трабекуларна структура, медуларни део кости и очуваност кортекса. Бележени су присуство остеолIZE, остеопролиферативне промене, периостална реакција и изглед околних меких ткива. Посебна пажња посвећена је односу лезије према суседним костима и зглобним површинама, као и евентуалном присуству патолошког прелома. Према преовлађујућим променама описан је остеолитички, остеопролиферативни или мешовити рендгенолошки изглед лезије.

За детаљнији приказ појединачних налаза издвојени су рендгенски снимци три пса са различитим локализацијама остеосаркома. Код једног пса анализиран је и пратећи снимак грудног коша.

За обраду података употребљена је дескриптивна статистика у програму Microsoft Excel. Расна и полна структура, као и заступљеност анатомских локализација, приказане су бројем паса и процентуалним вредностима. За старост су израчунате аритметичка средина, стандардна девијација, медијана, најмања и највећа вредност. Резултати су представљени табелама и графиконима.

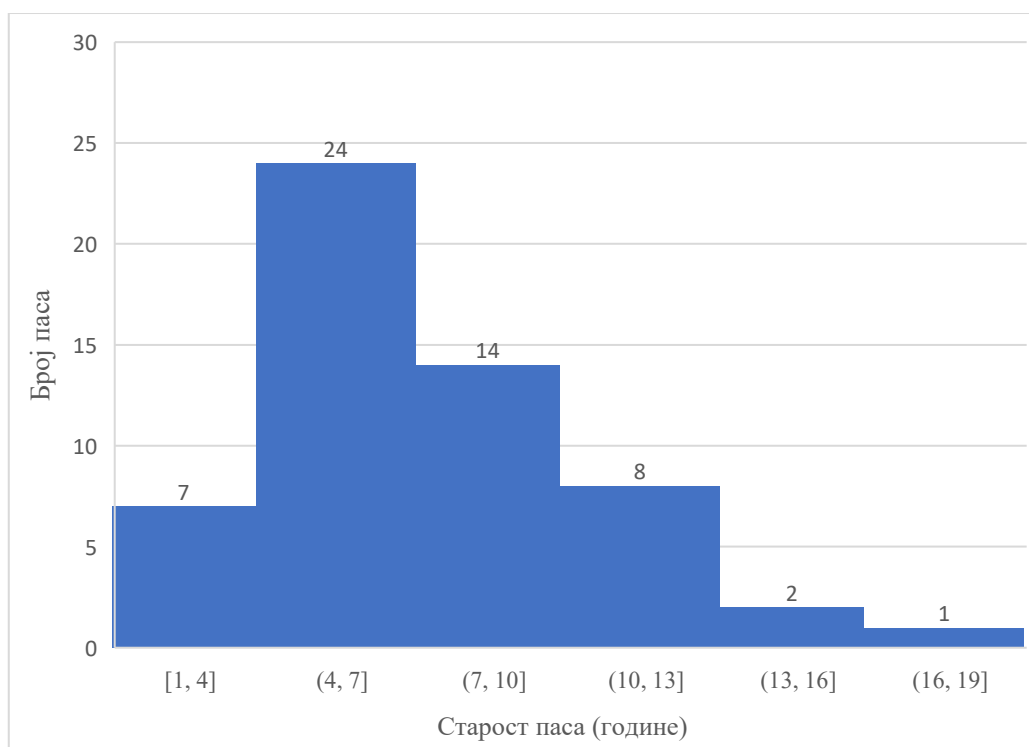
5.0. РЕЗУЛТАТИ

Испитивану групу чинило је 30 женки (53,57%) и 26 мужјака (46,43%). Просечна старост паса износила је 7,69 година, уз стандардну девијацију од 3,29 година. Медијана је била 7 година, а старост паса кретала се од једне до 17 година. Женке су у просеку биле старе 7,80 година, а мужјаци 7,56 година (табела 2.).

Табела 2. Полна и старосна структура паса са остеосаркомом

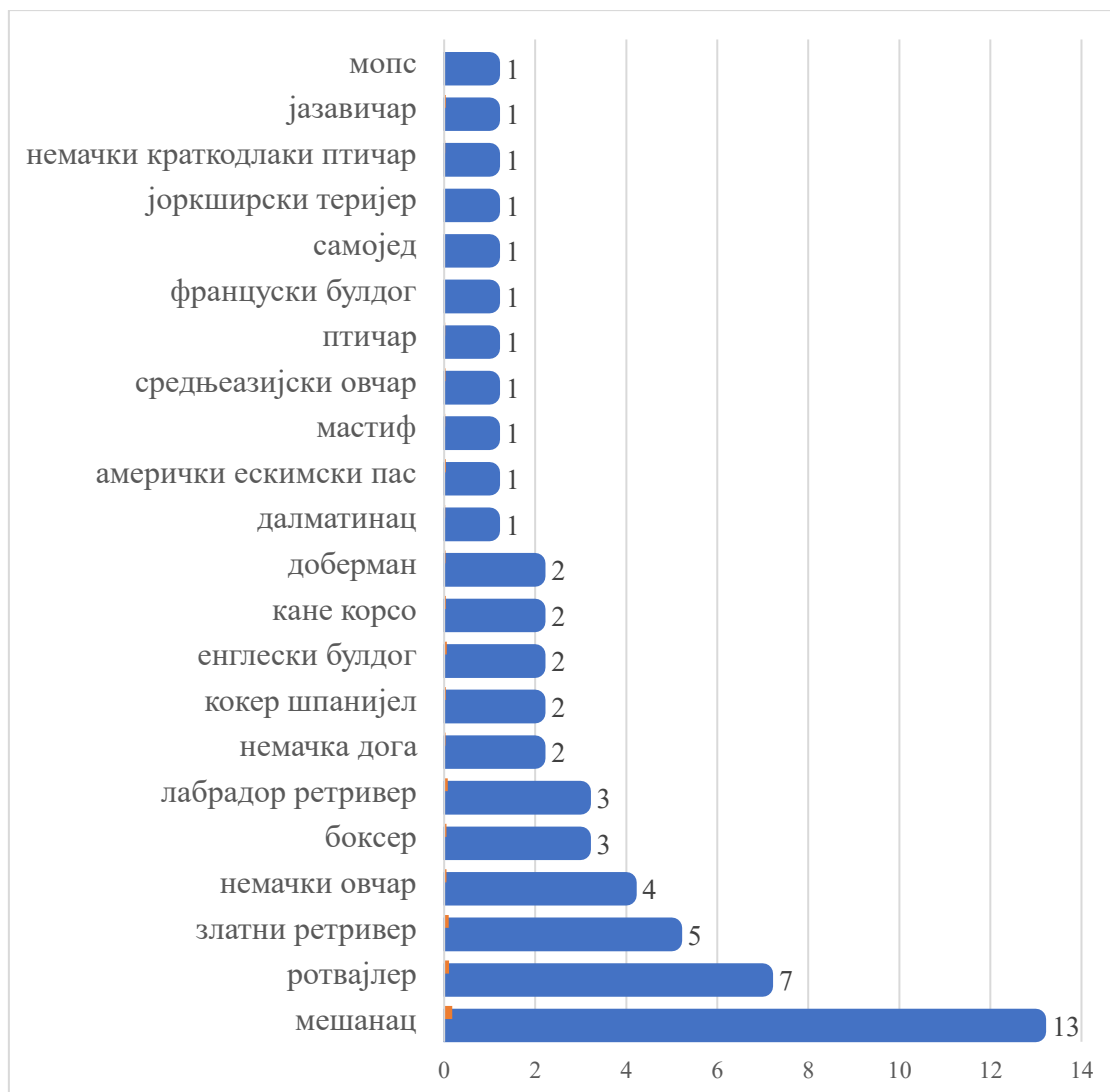
Пол	Број паса	%	Просечна старост	Медијана
Женке	30	53,57	7,80	7,0
Мужијаци	26	46,43	7,56	7,5
Укупно	56	100,00	7,69	7,0

Највише паса је имало од шест до десет година, њих 33 (58,93%). Дванаест паса (21,43%) имало је до пет година, док је 11 паса (19,64%) било старије од десет година. Подаци су показали да су у групи били заступљени пси различите старости, али да су они од шест до десет година били најбројнији (графикон 1.).



Графикон 1. Приказ старосне структуре паса са остеосаркомом

Укупно су забележене 22 расе, рачунајући и мешанце као посебну групу паса, при чему су они чинили најбројнију групу са 13 паса (23,21%). Међу расним псима најбројнији су били ротвајлери, којих је било седам (12,50%), затим пет златних ретривера (8,93%) и немачки овчари са четири пса (7,14%). Боксери и лабрадор ретривери били су заступљени са по три пса, док је код осталих раса забележен по један или два пса. Расна структура приказана је на графикону 2.



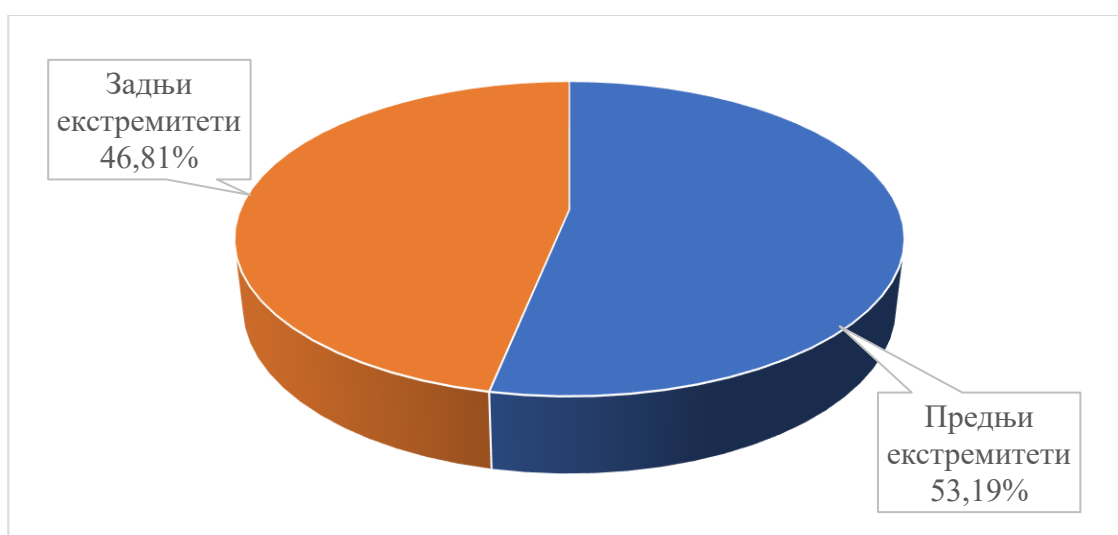
Графикон 2. Расна структура паса са остеосаркомом

Код 48 паса (85,71%) промена је била наведена на костима апендикуларног, а код осам (14,29%) на костима аксијалног скелета. Просечна старост паса са апендикуларном локализацијом износила је 7,16 година, док је код паса са аксијалном локализацијом била 10,88 година. Медијана старости у ове две групе износила је седам, односно 11,5 година (табела 3.).

Табела 3. Тип скелета и старост паса са остеосаркомом

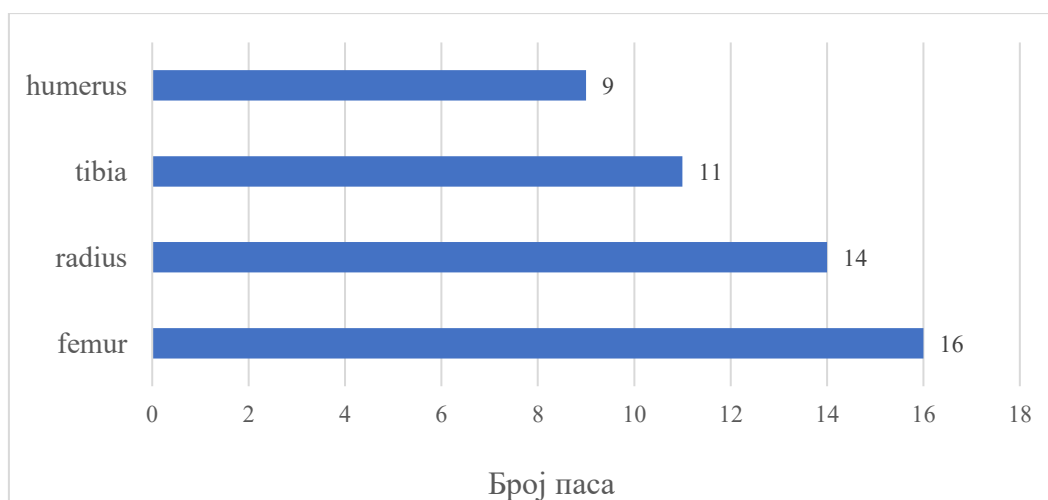
Тип скелета	Број паса	%	Просечна старост	Медијана	Стандардна девијација
Апендикуларни	48	85,71	7,16	7	2,90
Аксијални	8	14,29	10,88	11,5	3,91
Укупно	56	100	7,69	7	3,29

Међу псима са променама на костима екстремитета, код 25 (52,08%) био је захваћен предњи, а код 22 (45,83%) задњи екстремитет, што је приказано на графикону 3.



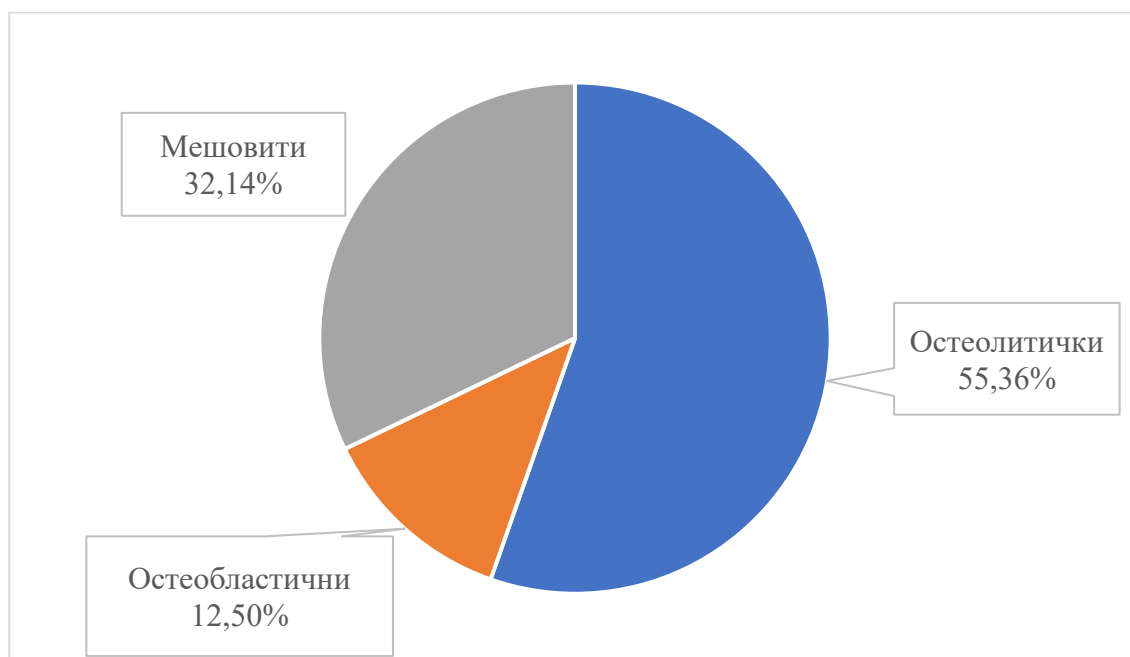
Графикон 3. Заступљеност остеосаркома на предњим и задњим екстремитетима паса

Од појединачних костију најчешће је остеосарком захватао фемур, код 16 паса. Радијус је захваћен код 14, тибија код 11, а хумерус код девет паса (графикон 4.). Остале кости екстремитета, као и кости главе, карлице и слабински пршљенови биле су ређе захваћене па нису наведене појединачно. Код 36 паса била је захваћена једна кост или коштана регија, код 18 две, а код два пса три. У више случајева заједно су биле наведене суседне кости, на пример тибија и фибула или радијус и улна.



Графикон 4. Најчешће анатомске локализације остеосаркома

У анализираној групи најчешће је забележен остеолитички тип остеосаркома, код 31 пса (55,36%). Мешовити тип био је присутан код 18 паса (32,14%), док је остеопролиферативни тип био најређи и забележен је код седам паса (12,50%). Заступљеност рендгенолошких типова приказана је на графикону 5.



Графикон 5. Заступљеност рендгенолошких типова остеосаркома

Поред рендгенолошког типа, забележени су и појединачни знаци промена на костима и околним меким ткивима. Губитак трабекуларне структуре био је присутан код половине паса, а кортикална деструкција код 24 пса (42,86%).

Периостална реакција забележена је код 13 паса (23,21%). Кодманов троугао и реакција типа „сунчевих зрака” били су ређи, док патолошки прелом није евидентиран. Учесталост појединачних знакова приказана је у табели 4.

Табела 4. Учесталост појединачних рендгенолошких знакова у анализираном узорку

Рендгенолошки знак	Број паса (n)	Учешће (%)
Остеолиза	31	55,36
Остеопролиферација	7	12,50
Губитак трабекуларне структуре	28	50,00
Кортикална деструкција	24	42,86
Периостална реакција	13	23,21
Кодманов троугао	3	5,36
Периостална реакција типа „сунчевих зрака” (<i>sunburst</i>)	2	3,57
Патолошки прелом	0	0,00
Ширење у околна мека ткива	7	12,50

Ради илустрације различитих рендгенолошких карактеристика остеосаркома, у наставку су приказана три репрезентативна случаја из испитиване групе, одабрана на основу карактеристичног изгледа коштаних промена.

Код првог пса, на снимку задњег екстремитета у латеромедијалној пројекцији, у дисталном делу тибије уочава се агресивна коштана лезија мешовитог остеолитичко-остеопролиферативног карактера. Присутна су подручја расветљења која одговарају остеолизи, уз нарушену трабекуларну структуру и деструкцију кортекса. Истовремено се уочавају периостална остеопролиферација и повећање обима околне мекоткивне сенке.



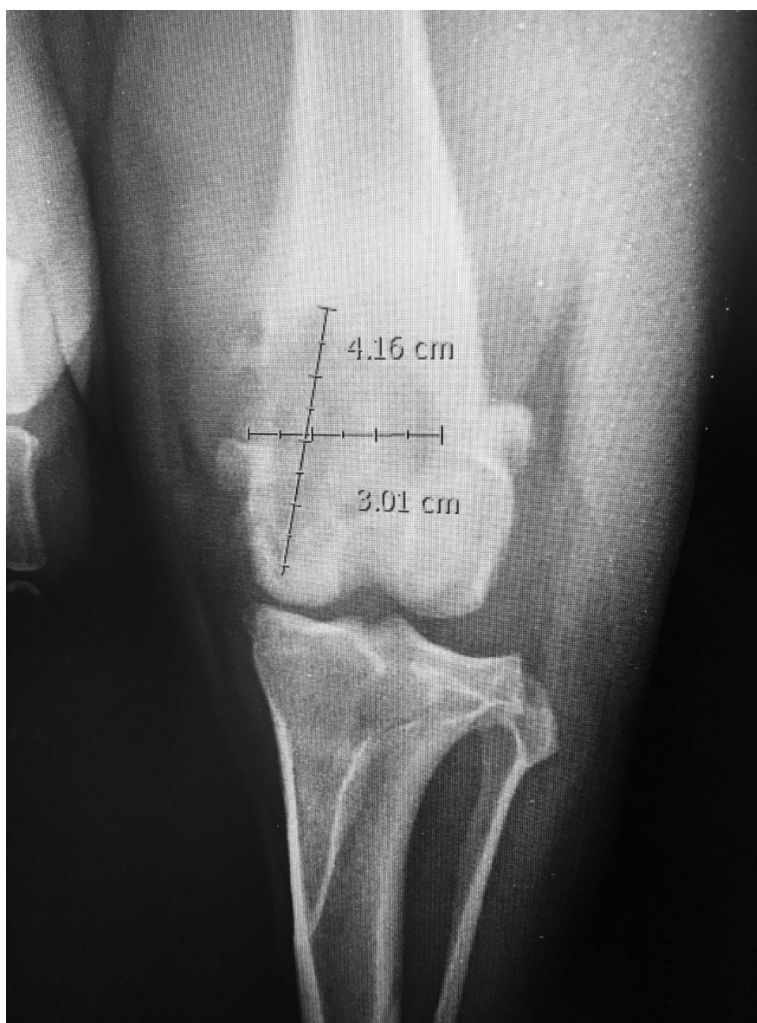
Слика 16. Рендгенски снимак десног задњег екстремитета пса у медиолатералној пројекцији (оригинал)

За истог пса направљен је и латеролатерални снимак грудног коша (слика 17.) на ком се уочава неуједначено засенчење плућног паренхима, уз појачан плућни цртеж. Нису уочене јасно дефинисане солитарне или мултипле нодуларне мекоткивне сенке које би указивале на радиографски видљиве плућне метастазе.



Слика 17. Латеролатерални рендгенски снимак грудног коша (оригинал)

Код другог пса извршено је рендгенско снимање коленог зглоба у краниокаудалној и медиолатералној пројекцији, при чему је у дисталној метафизној регији фемура уочена промена која се карактерише нарушеном трабекуларном структуром спонгиозе и неправилним расветљењима различитог облика и величине, која одговарају подручјима остеоллизе. На краниокаудалној пројекцији димензије промене износиле су приближно $4,16 \times 3,01$ cm, док су на медиолатералној пројекцији износиле приближно $4,23 \times 2,09$ cm (слика 18. и слика 19.).



Слика 18. Рендгенограм дисталног дела фемура и коленог зглоба у краниокаудалној пројекцији (оригинал)



Слика 19. Рендгенограм дисталног дела фемура и коленог зглоба- медиолатерална пројекција (оригинал)

Код трећег пса извршено је рендгенско снимање предњег екстремитета у медиолатералној пројекцији, са обухваћеним раменим и лакатним зглобом (слика 20.). У проксималном делу хумеруса уочава се нехомогена коштана сенка, са нарушеном трабекуларном структуром спонгиозе и неправилним расветљењима различитог облика и величине, која одговарају подручјима остеолитичке промене. Промена је нејасно разграничена према околном коштаном ткиву.



Слика 20. Рендгенограм хумеруса у медиолатералној пројекцији (оригинал)

6.0. ДИСКУСИЈА

Старосна структура паса обухваћених овим истраживањем углавном одговара подацима из литературе. Најбројнији су били пси старости од шест до десет година, док је медијана износила седам година. Полтон и сарадници наводе да се медијана старости паса са апендикуларним остеосаркомом у различитим истраживањима најчешће креће од седам до девет година. У студији О'Нила и сарадника она је била нешто виша и износила је 9,64 године. Нашу групу, према томе, чинили су нешто млађи пси у односу на ту студију. Разлике у расном саставу и начину избора случајева могле су допринети оваквом налазу. Присуство млађих паса такође је у складу са литературом, јер се остеосарком, иако ређе, јавља и у ранијем животном добу [3,11].

Полна структура била је приближно уједначена. Благо већи проценат женки, које су чиниле 53,57% испитиване групе, сличан је резултатима О'Нила и сарадника, код којих је њихов удео износио 50,45%. Ово поређење показује сличан однос полова међу забележеним случајевима, без изражене преваге једног пола [11].

Међу расним псима највише је било ротвајлера, затим златних ретривера и немачких овчара. Ротвајлери су били најбројнија раса и у истраживању О'Нила и сарадника, док су Едмундс и сарадници утврдили повећан ризик од остеосаркома код ове расе у поређењу са мешанцима. Заступљеност ротвајлера у нашем материјалу зато се уклапа у већ описану расну предиспозицију. Мешанци су, посматрани као посебна група, били најбројнији, што може одражавати и њихову заступљеност међу пацијентима амбуланти. Сам број оболелих паса одређене расе зависи и од тога колико је та раса присутна у популацији из које случајеви потичу [11,12].

Апендикуларне локализације чиниле су 85,71% забележених случајева. Ова вредност је близу горње границе распона од 69 до 86% који Полтон и сарадници наводе за остеосарком код паса. Преовлађивање промена на костима екстремитета представља једно од најјаснијих поклапања наших резултата са литературом [3].

Унутар ове расподеле издваја се разлика у старости паса са аксијалним локализацијама неоплазија били су у просеку старији од паса са апендикуларним локализацијама. Ипак, аксијалну групу чинило је само осам паса, па просечна старост од 10,88 година остаје занимљиво запажање.

Разлика у односу на литературу израженија је када се упореде предњи и задњи екстремитети. У нашем истраживању било је 25 случајева на предњим и 22 на задњим екстремитетима. Насупрот томе, у литератури се описује приближно двоструко чешћа локализација апендикуларног остеосаркома на предњим екстремитетима. У нашој евиденцији фемур је био најчешће наведена кост, а за њим радијус, тибиа и хумерус. Све ове кости припадају честим локализацијама остеосаркома, али њихов редослед заступљености није исти у свим истраживањима [3].

На оригиналним рендгенским снимцима уочени су различити облици промена коштане структуре. На снимку десног задњег екстремитета истовремено су биле присутне остеолиза и неправилна остеопродиферација, уз нарушену структуру кортекса и промене околних меких ткива, што одговара мешовитом изгледу лезије. Код остеосаркома истовремено могу постојати туморска остеопродукција и реактивно стварање кости, због чега се рендгенолошки изглед не може директно изједначити са хистопатолошким подтипом тумора [28]. На осталим приказаним снимцима биле су израженије остеолитичке промене. У дисталној метафизарној регији фемура и проксималном делу хумеруса уочене су промене трабекуларне структуре са неправилним расветљењима која одговарају подручјима остеолизе. Ови налази показују да рендгенолошки изглед остеосаркома може бити различит код појединачних случајева [22,28]. Код изражених промена, као што су оне у регији дисталне тибие и тарзуса, одређивање тачног места порекла процеса може бити отежано. Остеомијелитис и други тумори костију такође могу дати сличне агресивне промене, због чега се рендгенолошки налаз мора посматрати заједно са осталим дијагностичким налазима [26]. Гибс и сарадници су показали да је код 61,3% испитиваних тумора рендгенолошки изглед био карактеристичан, док је 17,3% било атипично. Због тога се процена не може заснивати само на

појединачном рендгенолошком знаку, већ на целокупном изгледу и локализацији лезије [22]. На доступном рендгенском снимку грудног коша нису уочене јасно дефинисане нодуларне мекоткивне сенке које би указивале на радиографски видљиве плућне метастазе. Овакав налаз не искључује присуство мањих метастатских промена. Еберле и сарадници су код 39 паса са остеосаркомом рендгенографски открили плућне промене код два пса, док су компјутеризованом томографијом оне уочене код 11 паса. За потпунију рендгенолошку процену плућа потребне су три пројекције грудног коша, па се у нашем случају може тумачити само налаз на доступној пројекцији [3,34].

7.0. ЗАКЉУЧЦИ

На основу анализе рендгенолошких налаза код 56 паса са остеосаркомом, могу се издвојити следећи закључци:

1. У анализираној групи није уочена изражена разлика у заступљености полова. Женке су чиниле 53,57%, а мужјаци 46,43% испитиваних паса.
2. Просечна старост паса износила је 7,69 година, са медијаном од 7 година и распоном старости од 1 до 17 година. Највећи број паса припадао је средњем и старијем животном добу.
3. У погледу расне структуре, највећи број случајева забележен је код мешанаца, а међу расним псима најзаступљенији су били ротвајлери, златни ретривери и немачки овчари.
4. Остеосарком је најчешће био локализован на апендикуларном скелету код 48 паса (85,71%), док је аксијална локализација забележена код 8 паса (14,29%).
5. Пси са аксијалном локализацијом били су у просеку старији од паса са апендикуларном локализацијом. Просечна старост паса са апендикуларним остеосаркомом износила је 7,16 година, а са аксијалним 10,88 година.
6. Код апендикуларног остеосаркома предњи и задњи екстремитети били су приближно подједнако заступљени, са нешто већом учесталошћу локализације на предњим екстремитетима. Међу најчешће захваћеним костима били су фемур, радијус, тибија и хумерус.
7. Најзаступљенији рендгенолошки тип остеосаркома био је остеолитички, забележен код 31 пса (55,36%). Мешовити тип био је присутан код 18 паса (32,14%), док је остеопролиферативни тип био најређи, са седам забележених случајева (12,50%).
8. Губитак трабекуларне структуре забележен је код половине паса у анализираном узорку. Кортикална деструкција била је присутна код 42,86%, а периостална реакција код 23,21% паса.

9. Кодманов троугао и периостална реакција типа „сунчевих зрака” забележени су код малог броја паса. Кодманов троугао био је присутан код три пса (5,36%), а реакција типа „сунчевих зрака” код два пса (3,57%).
10. Ширење у околна мека ткива евидентирано је код седам паса (12,50%). Патолошки прелом није забележен у анализираном узорку.

8.0. ЛИТЕРАТУРА

1. Seiler GS, Thrall DE. Thrall's Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology. 8th edition. Elsevier. St. Louis, 2025.
2. König HE, Liebich HG. Veterinary Anatomy of Domestic Animals: Textbook and Colour Atlas. 7th edition. Georg Thieme Verlag. Stuttgart, 2020.
3. Polton G, Borrego JF, Clemente-Vicario F, Clifford CA, Jagielski D, Kessler M, et al. Osteosarcoma of the appendicular skeleton in dogs: consensus and guidelines. *Frontiers in Veterinary Science*. 2025; 12: 1633593.
4. Mescher AL. Junqueira's Basic Histology: Text and Atlas. 15th edition. McGraw-Hill Education. New York, 2018.
5. Shupp AB, Kolb AD, Mukhopadhyay D, Bussard KM. Cancer Metastases to Bone: Concepts, Mechanisms, and Interactions with Bone Osteoblasts. *Cancers*. 2018;10(6):182.
6. Cavalcanti JN, Amstalden EMI, Guerra JL, Magna LC. Osteosarcoma in dogs: clinical-morphological study and prognostic correlation. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 2004;41(5):299-305.
7. Varshney J, Scott MC, Largaespada DA, Subramanian S. Understanding the osteosarcoma pathobiology: a comparative oncology approach. *Veterinary Sciences*. 2016;3(1):3.
8. Kudnig ST, Séguin B. Veterinary Surgical Oncology. 2nd edition. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2022.
9. Morello E, Martano M, Buracco P. Biology, diagnosis and treatment of canine appendicular osteosarcoma: similarities and differences with human osteosarcoma. *The Veterinary Journal*. 2011;189(3):268-277.
10. Vail DM, Thamm DH, Liptak JM. Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology. 6th edition. St. Louis: Elsevier; 2020.

11. O'Neill DG, Edmunds GL, Urquhart-Gilmore J, Church DB, Rutherford L, Smalley MJ, et al., Dog breeds and conformations predisposed to osteosarcoma in the UK: a VetCompass study. *Canine Medicine and Genetics*. 2023;10:8.
12. Edmunds GL, Smalley MJ, Beck S, Errington RJ, Gould S, Winter H, et al. Dog breeds and body conformations with predisposition to osteosarcoma in the UK: a case-control study. *Canine Medicine and Genetics*. 2021;8:2.
13. Meuten DJ. *Tumors in Domestic Animals*. 5th edition. Ames: John Wiley & Sons; 2017.
14. Heyman SJ, Diefenderfer DL, Goldschmidt MH, Newton CD. Canine axial skeletal osteosarcoma: a retrospective study of 116 cases (1986 to 1989). *Veterinary Surgery*. 1992;21(4):304-310.
15. Makielski KM, Mills LJ, Sarver AL, Henson MS, Spector LG, Naik S, Modiano JF. Risk Factors for Development of Canine and Human Osteosarcoma: A Comparative Review. *Veterinary Sciences*. 2019;6(2):48.
16. Schott CR, Tatiersky LJ, Foster RA, Wood GA. Histologic grade does not predict outcome in dogs with appendicular osteosarcoma receiving the standard of care. *Veterinary Pathology*. 2018;55(2):202-211.
17. Loukopoulos P, Robinson WF. Clinicopathological relevance of tumour grading in canine osteosarcoma. *Journal of Comparative Pathology*. 2007;136:65-73.
18. Тохолъ Б, Стеванчевић М. Дијагностика хромости домаћих животиња. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет; 2015.
19. Галфи Вукомановић А. Радиолошка и ултразвучна дијагностика: практикум. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет; 2023.
20. Kealy JK, McAllister H, Graham JP. *Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat*. 5th edition. St. Louis: Saunders Elsevier; 2011.
21. Cruz R, Steyn P, Collins D, Powers B, Urigh J. Radiography, 99mTc-HDP, and 111In labeled vitamin B12 SPECT of canine osteosarcoma: a comparative study. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 2011;47:229-235.
22. Gibbs C, Denny HR, Kelly DF. The radiological features of osteosarcoma of the appendicular skeleton in dogs: a review of 74 cases. *Journal of Small Animal Practice*. 1984;25:177-192.
23. Dennis R, Kirberger RM, Wrigley RH, Barr FJ. *Handbook of Small Animal Radiological Differential Diagnosis*. London: WB Saunders; 2001.
24. Vanel M, Blond L, Vanel D. Imaging of primary bone tumors in veterinary medicine: Which differences? *European Journal of Radiology*. 2013;82(12):2129-2139.
25. Leibman NF, Kuntz CA, Steyn PF, Fettman MJ, Powers BE, Withrow SJ, et al. Accuracy of radiography, nuclear scintigraphy, and histopathology for determining the proximal extent of distal radius osteosarcoma in dogs. *Veterinary Surgery*. 2001; 30: 240-245.

26. Matcuk GR Jr, Waldman LE, Fields BKK, Colangeli M, Palmas M, Righi A, et al. Conventional radiography for the assessment of focal bone lesions of the appendicular skeleton: fundamental concepts in the modern imaging era. *Skeletal Radiology*. 2025;54(7):1391-1406.
27. Davies AM, Cassar-Pullicino VN. Principles of Detection and Diagnosis. In: Davies AM, Sundaram M, James SLJ, editors. *Imaging of Bone Tumors and Tumor-Like Lesions: Techniques and Applications*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2009.
28. Dittmer KE, Pemberton S. A holistic approach to bone tumors in dogs and cats: radiographic and histologic correlation. *Veterinary Pathology*. 2021; 58(5): 841-857.
29. De Rycke LMJ, Rasenberg WSJ, Cirkel K, van Bree HJJ, Gielen IM. A chondroblastic osteosarcoma of the coronoid process mimicking a fragmented coronoid process in a dog. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2016; 58: 25.
30. Szabóová R, Bajczar C. Legg-Calvé-Perthes Disease in Clinical Case Studies in Dogs. *Folia Veterinaria*. 2024;68(4):25–32.
31. Karnik KS, Samii VF, Weisbrode SE, London CA, Green EM. Accuracy of computed tomography in determining lesion size in canine appendicular osteosarcoma. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2012; 53: 273-279.
32. Davis GJ, Kapatkin AS, Craig LE, Heins GS, Wortman JA. Comparison of radiography, computed tomography, and magnetic resonance imaging for evaluation of appendicular osteosarcoma in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2002; 220(8): 1171-1176.
33. Sabattini S, Renzi A, Buracco P, Defourny S, Garnier-Moiroux M, Capitani O, et al. Comparative assessment of the accuracy of cytological and histologic biopsies in the diagnosis of canine bone lesions. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2017; 31: 864-871.
34. Eberle N, Fork M, von Babo V, Nolte I, Simon D. Comparison of examination of thoracic radiographs and thoracic computed tomography in dogs with appendicular osteosarcoma. *Veterinary and Comparative Oncology*. 2011; 9: 131-140.
35. de Sanctis P, Caetano BFR, Flórez LMM, de Souza VB, Zambuzzi WF, Rocha NS. Osteosarcoma in Dogs: Diagnosis and Treatment - A Literature Review. *Journal of Cytology & Histology*. 2017; 8: 473.