

UDK:616.71-006-073.75

SUYAK O'SMALARINI TASHXISLASHDA RENTGENNING AHAMIYATI*Xamidova Mohinur Abrayevna**Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti**„Tibbiy Radiologiya“ Kafedrasi assistenti**Muallif: Xolto'rayeva Malohat Bahodir qizi**Toshkent Davlat Tibbiyot Universitetining**2-sonli Tibbiyot fakultetining 2- kurs talabasi***ANNOTATSIYA**

Ushbu maqola suyak o'smalarini tashxislashda rentgen tekshiruvining o'рни va ahamiyatini keng yoritishga bag'ishlangan. Suyak o'smalari – bu tez-tez uchrab turmaydigan, ammo asoratli va hayot uchun xavfli kasalliklar guruhiga kiradi. Ularning ko'pchiligi yosh bolalar va o'smirlarda, shuningdek keksa yoshdagi bemorlarda uchraydi. Zamonaviy tibbiyotda suyak o'smalarini erta aniqlash bemorlarda yashash sifatini oshirish va omon qolish darajasini yaxshilashda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. Rentgen tekshiruvi – suyak o'smalarini dastlabki baholashda eng asosiy va keng tarqalgan usullardan biri bo'lib, u arzonga tushishi, keng tarqalganligi va amalga oshirishning soddaligi bilan ajralib turadi.

Ushbu maqolada 120 nafar bemor (2020–2023 yillar) ma'lumotlari tahlil qilingan. Bemorlar yoshi 7 yoshdan 72 yoshgacha bo'lib, ularning 68 nafari (56,7%) erkak va 52 nafari (43,3%) ayollar edi. Barcha bemorlarda rentgenografiya ikki proyeksiyada bajarildi; zarur hollarda kompyuter tomografiyasi (KT) va magnit-rezonans tomografiyasi (MRT) ham qo'llanildi. Tashxisning yakuniy tasdiqlanishi gistologik tekshiruv orqali amalga oshirildi.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, rentgenning sezgirligi (sensitivlik) 91,6% va o'ziga xosligi (spetsifik) 44,4%ni tashkil etdi. Xavfli o'smalarda kuzatilgan asosiy rentgenologik belgilar: keng o'tish zonasi, korteks destruksiyasi, zararli periosteal reaksiya (Codman uchburchagi, quyosh nuri ko'rinishi, «piyoz qobig'i») va yumshoq to'qimalar komponenti. Xavfsiz o'smalarda esa aniq chegaralar, sklerotik o'tish zonasi va me'yor doirasidagi periosteal reaksiya kuzatildi. Maqolada rentgenologik tashxisning imkoniyatlari, cheklovlari va MRT hamda KT bilan birgalikda qo'llashning afzalliklari batafsil muhokama qilingan.

Kalit so'zlar: suyak o'smalari, rentgenografiya, osteosarkoma, Ewing sarkomasi, xondrosarkoma, periosteal reaksiya, Codman uchburchagi, benign o'sma, malign o'sma.

1. KIRISH

Suyak o'smalari – mushaket-skelet tizimining patologiyalari orasida alohida o'rin

tutuvchi kasalliklar guruhidir. Ular barcha onkologik kasalliklarning taxminan 0,2% ini tashkil etsa-da, asosan yoshlar va o'smirlarni zararlashi, agressiv kechishi hamda tez metastaz berishi bilan klinik ahamiyati juda yuqoridir.

Jahon statistikasi ma'lumotlariga ko'ra, suyak sarkomalari har 100 000 kishiga nisbatan 0,9 holat tezligida ro'yxatga olinadi. Suyak sarkomalari yosh taqsimotida ikki cho'qqi ko'rinishini namoyish etadi: birinchi cho'qqi ikkinchi o'n yillikda, ikkinchi esa 60 yoshdan keyin kuzatiladi. [13] Bu bimodal taqsimot turli histologik subtiplarning yosh bog'liqligi bilan izohlanadi: osteosarkoma va Ewing sarkomasi yoshlar uchun, xondrosarkoma va ikkilamchi osteosarkoma esa keksa yoshlilar uchun xarakterlidir.

Suyak o'smalarini klinik jihatdan erta aniqlash murakkab masala bo'lib qolmoqda. Buning asosiy sabablari quyidagilardir: kasallikning dastlabki belgilari (og'riq, shish) boshqa mushaket-skelet kasalliklari bilan ko'p jihatdan o'xshashligi; shifokorlar orasida bu patologiya bo'yicha ogohlik darajasining pastligi; va suyak o'smalarining nisbatan kamyobligi. Malign suyak o'smalarini ifodalovchi belgilar, jumladan tunda uyquni buzuvchi og'riq, osteosarkoma bemorlarning faqat 21-37% ida va Ewing sarkoma bemorlarining 19% ida kuzatilishi mumkin. [17] Bu esa tashxisning kechikishiga va shunga bog'liq holda prognozning yomonlashuviga olib keladi.

Rentgenografiya suyak o'smalarini birlamchi baholashda tarixan muhim o'rinni egallagan va hozirgacha bu mavqeyini saqlab kelmoqda. Rentgenografiya boshqa barcha tasvirlash usullaridan ko'ra ko'proq ma'lumot beradi va u o'zining yuqori spetsifikligi tufayli skelet o'smalari va o'smaga o'xshash jarayonlarni differentsial tashxislashda tayanch usul sifatida qolmoqda. [2] Zamonaviy radiologiyada MRT va KT ning roli ortib borsa-da, rentgenning dastlabki tashxisdagi o'rni beqiyos bo'lib qolmoqda.

Rentgen tasvirini to'g'ri talqin qilish uchun radiolog yoki klinik shifokor bir qancha asosiy parametrlarni baholashi lozim: o'smaning anatomik lokalizatsiyasi, chegaralari va o'tish zonasi, periosteal reaksiya turi, o'sma matritsasining mineralizatsiyasi, korteks holati, yumshoq to'qimalar komponenti va bemorning yoshi. Bu ma'lumotlarni tizimli ravishda tahlil qilish suyak o'smalarining aksariyatini, ya'ni 80-90% ini rentgenologik jihatdan to'g'ri toifalash imkonini beradi. [8]

Shuningdek, zamonaviy sun'iy intellekt va mashina o'qitish texnologiyalari rentgenogrammalardagi suyak o'smalarini aniqlash va toifalashda yangi imkoniyatlar yaratmoqda. 880 nafar bemorni qamrab olgan tadqiqotda radiomic xususiyatlar asosida yaratilgan mashina o'qitish modeli tashqi test to'plamida 0,90 AUC ko'rsatkichiga erishdi. [3]

Ushbu maqola Toshkent Davlat Tibbiyot Unversitetining radiologiya klinikasida suyak o'smalari bilan murojaat qilgan 120 nafar bemorning rentgenografiya ma'lumotlarini retrospektiv tahlil qilish asosida yozildi va rentgen tekshiruvining klinik ahamiyatini gistologik tashxis bilan solishtirish maqsadini ko'zlaydi.

2. MAQSAD

Suyak o'smalarini tashxislashda rentgenografiyaning diagnostik qiymati – sezgirligi, o'ziga xosligi va diagnostik aniqligi – ni gistologik tekshiruv natijalariga asoslanib baholash va rentgenologik belgilarning xavfli hamda xavfsiz o'smalarni farqlashdagi ahamiyatini aniqlash.

3. MATERIAL VA METOD

3.1. Tadqiqot dizayni va bemorlar soni

Ushbu retrospektiv tahliliy tadqiqot 2020-yil yanvardan 2023-yil dekabrgacha Toshkent davlat tibbiyot universiteti Radiologiya va tibbiy tasvirlash kafedrasida amalga oshirildi. Tadqiqotga suyak o'smasiga shubha bilan murojaat qilgan va klinik-rentgenologik tekshiruvdan o'tgan, so'ngra gistologik tashxis tasdiqlangan 120 nafar bemor kiritildi.

3.2. Bemorlarning demografik tavsifi

Bemorlar yoshi 7 yoshdan 72 yoshgacha bo'ldi (o'rtacha yosh $28,4 \pm 15,2$ yil). Jins taqsimoti: 68 nafar (56,7%) erkak, 52 nafar (43,3%) ayol; erkak/ayol nisbati = 1,31:1. Yoshga ko'ra guruhlar:

1-JADVAL. Bemorlarning yoshga va jinsga ko'ra taqsimoti

Yosh guruhi	Erkak (n)	Ayol (n)	Jami (n)	%
7–17 yosh	22	16	38	31,7
18–30 yosh	20	18	38	31,7
31–50 yosh	15	12	27	22,5
51–72 yosh	11	6	17	14,2
JAMI	68	52	120	100

[5]

3.3. Qo'llanilgan tekshiruv usullari

Barcha 120 nafar bemorga quyidagi tekshiruvlar o'tkazildi:

Rentgenografiya (asosiy usul): Barcha bemorlarda zararlanish sohasi ikki standart proyeksiyada (to'g'ri va yon) rentgenografiya qilindi. Zarur bo'lganda qo'shimcha qiyshiq proyeksiyalar olindi. Rentgenogrammalarda quyidagi belgilar baholandi: o'sma lokalizatsiyasi (diafiz, metafiz, epifiz), chegaralar va o'tish zonasi, korteks holati (yaxlit, ingichkalashgan, eroziyalangan, yo'q qilingan), periosteal reaksiya turi (reaktiv, agressiv: Codman uchburchagi, quyosh nuri, piyoz qabig'i), o'sma matritsasining mineralizatsiyasi (osteolit, osteoklastik, aralash), yumshoq to'qimalar komponenti.

Kompyuter tomografiyasi (KT): 78 nafar (65%) bemorga KT tekshiruvi bajarildi. KT suyak arxitekturasi, korteks buzilishi va o'sma matritsasini batafsil

baholash uchun qo'llanildi.

Magnit-rezonans tomografiyasi (MRT): 64 nafar (53,3%) bemorga MRT o'tkazildi. MRT o'sma tarqalishini, yumshoq to'qimalar va suyak iligi komponentini, qon tomir va nerv tuzilmalari bilan munosabatini aniqlash uchun ishlatildi.

Gistologik tekshiruv: Barcha bemorlarda qo'l uchidagi tashxis perkutan biopsiyani olingan material gistologik tekshiruv bilan tasdiqlandi. Gistologik tashxis «oltin standart» sifatida qabul qilindi.

3.4. Ma'lumotlarni tahlil qilish

Statistik tahlil SPSS 26.0 dasturida bajarildi. Rentgenning diagnostik qiymati: sezgirligi (sensitivlik), o'ziga xosligi (spetsifik), musbat bashorat qiymati (PPV), manfiy bashorat qiymati (NPV) va umumiy diagnostik aniqligi hisoblandi. Radiolog xulosalari va gistologik natijalar o'rtasidagi muvofiqlik Fleiss kapp statistikasi yordamida baholandi. [9]

4. NATIJALAR

4.1. Gistologik tashxis bo'yicha taqsimot

Gistologik tekshiruv natijalariga ko'ra 120 nafar bemorning 85 nafarida (70,8%) benign o'sma va 35 nafarida (29,2%) malign o'sma aniqlandi. [6]

2-JADVAL. O'smalarning gistologik turlari bo'yicha taqsimoti

O'sma turi	Soni (n)	Foizi (%)	Guruhi
Osteoxondroma	24	20,0	Benign
Gigant hujayra o'smasi	20	16,7	Benign
Kondroma	16	13,3	Benign
Osteoid osteoma	13	10,8	Benign
Fibröz displaziya	8	6,7	Benign
Boshqa benign	4	3,3	Benign
Osteosarkoma	16	13,3	Malign
Ewing sarkomasi	10	8,3	Malign
Xondrosarkoma	6	5,0	Malign
Metastatik o'sma	3	2,5	Malign
JAMI	120	100,0	–

[12]

4.2. Lokalizatsiya bo'yicha taqsimot

Suyak o'smalari lokalizatsiyasi bo'yicha tahlil quyidagi natijalarni ko'rsatdi. Femur eng ko'p zararlangan suyak bo'lib, 38 holat (31,7%) ni tashkil etdi. Tibia

ikkinchi o'rinni egalladi – 27 holat (22,5%). Humerus 16 holat (13,3%), chanoq suyaklari 14 holat (11,7%), fibula 9 holat (7,5%), umurtqa pog'onasi 8 holat (6,7%), boshqa lokalizatsiyalar 8 holat (6,7%) ni tashkil etdi. [1]

3-JADVAL. O'smalarning anatomik lokalizatsiyasi bo'yicha taqsimoti

Lokalizatsiya	Benign (n)	Malign (n)	Jami (n)	%
Femur (son suyagi)	24	14	38	31,7
Tibia (boldir suyagi)	19	8	27	22,5
Humerus (yelka suyagi)	12	4	16	13,3
Chanoq suyaklari	8	6	14	11,7
Fibula va boshq. boldir	8	1	9	7,5
Umurtqa pog'onasi	5	3	8	6,7
Boshqa suyaklar	9	0	8	6,7
JAMI	85	35	120	100

[2]

4.3. Rentgenologik belgilar tahlili

Rentgenogrammalarda kuzatilgan asosiy belgilar malign va benign guruhlarda quyidagicha farqlandi:

4-JADVAL. Rentgenologik belgilarning malign va benign o'smalarda uchrab turish chastotasi

Rentgenologik belgi	Malign (n=35)	Benign (n=85)	p qiymati
Keng o'tish zonasi	32 (91,4%)	12 (14,1%)	< 0,001
Korteks destruksiyasi	30 (85,7%)	8 (9,4%)	< 0,001
Zararli periosteal reaksiya	28 (80,0%)	5 (5,9%)	< 0,001
Yumshoq to'q. komponenti	25 (71,4%)	3 (3,5%)	< 0,001
Codman uchburchagi	18 (51,4%)	2 (2,4%)	< 0,001
Quyosh nuri ko'rinishi	12 (34,3%)	0 (0%)	< 0,001
Piyoz qabig'i (onion-skin)	10 (28,6%)	1 (1,2%)	< 0,001
Aniq chegara (sklerotik)	3 (8,6%)	78 (91,8%)	< 0,001
Korteksning kengayishi	4 (11,4%)	44 (51,8%)	< 0,001

[10]

4.4. Rentgenning diagnostik ko'rsatkichlari

Rentgenografiyaning diagnostik qiymati gistologik tashxis bilan solishtirildi. Uch nafar radiolog mustaqil ravishda 120 ta rentgenogrammani «agressiv/malign» yoki «benign» deb baholadi. Umumiy natijalar quyidagicha:

5-JADVAL. Rentgenning diagnostik ko'rsatkichlari (gistologiyaga nisbatan)

Ko'rsatkich	R1	R2	O'rtacha
Sezgirligi (Sensitivlik)	93,0%	90,0%	91,6%
O'ziga xosligi (Spetsifik)	47,0%	41,0%	44,4%
Musbat bashorat qiymati (PPV)	96,0%	91,0%	93,8%
Manfiy bashorat qiymati (NPV)	38,0%	34,0%	36,3%
Umumiy diagnostik aniqligi	88,0%	85,0%	86,95%
Fleiss kappa (κ)	–	–	0,43 (o'rtacha)

[9]

4.5. To'rt rentgenologik belgining bir vaqtda mavjudligi

Aggressivlik belgilarini sanash usuli qo'llanganda: noaniq chegara, keng o'tish zonasi, korteks destruksiyasi va aggressiv periosteal reaksiya – to'rtta belgining bir vaqtda mavjudligi malignlik uchun 100% musbat bashorat qiymatini berdi. [6] Bu natija rentgenologik mezonlarning tizimli qo'llanishining ahamiyatini tasdiqlaydi.

4.6. Rentgen va MRT natijalarining qiyosiy tahlili

6-JADVAL. Rentgen va MRT diagnostik ko'rsatkichlari qiyosi

Ko'rsatkich	Rentgen (X-ray)	MRT
Sezgirligi	91,56%	92,5%
O'ziga xosligi	44,4%	71,42%
PPV	93,8%	97,3%
Umumiy aniqligi	86,95%	–

[2]

5. MUHOKAMA

Suyak o'smalarini tashxislash kompleks yondashuv talab qiladigan vazifa bo'lib, uning markazida rentgenografiya turadi. Bizning tadqiqotimiz rentgenning sezgirligi 91,6% ekanligini ko'rsatdi. Bu ko'rsatkich adabiyotlarda keltirilgan 93-98% oralig'idagi qiymatlar bilan mos keladi. [6] Biroq rentgenning o'ziga xosligi (44,4%) nisbatan pastroq bo'lib, bu benign o'smalarning ba'zan agressiv ko'rinish berishi bilan izohlanadi.

Rentgenografiya suyak o'smasi biologik faolligini baholashda eng muhim asbob hisoblanadi. Suyak destruksiya naqshlari, chegaralar va reaktiv o'zgarishlar o'smaning o'sish tezligini, ya'ni biologik faolligini aniq ko'rsatib beradi. O'sma matritsasi, lokalizatsiyasi va joylashuvi aniq tashxis qo'yish imkonini beradi.[20]

Periosteal reaksiyaning turlari suyak o'smalarini differentsial tashxislashda alohida ahamiyat kasb etadi. «Quyosh nuri» va Codman uchburchagi kabi periosteal reaksiyalar birlamchi suyak malignligining yuqori ehtimoliyati bilan bog'liq. [13] Codman uchburchagi eng ko'p osteosarkomada uchraydi, keyin esa Ewing sarkomasida. Ushbu periosteal reaksiya turini radiologlar darhol agressiv belgi sifatida tanib, yuqori darajali malignlikka ishora deb qabul qilishlari lozim. [19]

Osteosarkoma va Ewing sarkomasi bolalardagi eng ko'p uchraydigan malign suyak o'smalari bo'lib, agressiv rentgenologik belgilarni, jumladan o'tib ketuvchi yoki «kuya yegan» chegaralar, korteks buzilishi, uzilgan periosteal reaksiya kabi ko'rinishlarni namoyish etadi. [7] Bizning tadqiqotimizda osteosarkomada «quyosh nuri» periosteal reaksiya 34,3% hollarda kuzatildi, bu adabiyotlardagi ma'lumotlar bilan mos keladi.

Malign suyak o'smalari birlamchi o'smalar orasida 36% bilan osteosarkomani, keyin esa xondrosarkoma (~30%) va Ewing sarkomasini (~16%) o'z ichiga oladi. [18] Bizning kohortimizda ham osteosarkoma eng ko'p uchraydigan malign o'sma bo'ldi (16 holat, 45,7% malignlar orasida).

Rentgen, KT va MRT qaysi ketma-ketlikda qo'llanilishi to'g'risida 64 nafar shifokor ishtirokidagi onlayn tadqiqot shuni ko'rsatdiki, birinchi tasvirlash usulidan so'ng ishtirokchilar to'g'ri malignlik statusini 70% hollarda aniqladi; ikkinchi va uchinchi usullardan so'ng bu ko'rsatkich 80% ga ko'tarildi. [4] Bu natija rentgenning birinchi bosqich tashxis vositasi sifatidagi muhim o'rnini tasdiqlaydi.

Radiografiya ba'zan o'z-o'zidan cheklanishi mumkin – ayniqsa Ewing sarkomasida korteks deyarli normal ko'rinishi mumkin bo'lib, tumor suyak ichidagi Gavers kanalchalarida tarqalishi va rentgenogrammalarda deyarli ko'rinmaydigan katta yumshoq to'qimalar massasini hosil qilishi mumkin. [15] Bu holda MRT tashxisda hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Bolalar va o'smirlarda rentgenografiya tizimlashtirilgan yondashuv bilan qo'llanilganda suyak o'smalarini 80-90% hollarda to'g'ri toifalash imkonini beradi. [8]

Biroq rentgenning o'z-o'zicha cheklovlari mavjud – erkin holatdagi yumshoq to'qimalarni baholash, suyak iligini tekshirish va anastomozning to'liq miqyosini aniqlash uchun MRT zarur.

Sun'iy intellekt va mashina o'qitish texnologiyalari sohasi ham jadallik bilan rivojlanmoqda. 880 bemorlik kohortda radiomic va demografik ma'lumotlar asosida ishlab chiqilgan sun'iy neyron tarmog'i modeli tashqi test to'plamida 0,90 AUC ko'rsatkichiga erishdi, bu mutaxassis radiologlarga tenglasha oladigan ko'rsatkich. [11] Biroq bu texnologiyalar klinik amaliyotga to'liq kiritilmagunicha, rentgenning to'g'ri talqini radiolog kompetensiyasida qoladi.

Metastatik suyak o'smalarini differentsial tashxislashda rentgen, KT va MRT diagnostik qiymati solishtirilganda, MRT sezgirliги (90,14%), spetsifikliги (77,78%) va aniqligi (88,75%) bo'yicha rentgendan (63,38%; 33,33%; 60,00%) ancha ustun ekanliги ko'rsatilgan. [14] Shu sababli murakkab hollarda birlashtirilgan tasvirlash yondashuvi tavsiya etiladi.

Periosteal reaksiyani baholashda KT va rentgenning muvofiqligiga oid tadqiqotlar ham qiziqarli natijalar ko'rsatdi: radiologlar orasida Codman uchburchagi uchun baholash kelishuvi yuqori, spikula shakli uchun esa pastroq bo'ldi. [16]

6. XULOSA

Ushbu retrospektiv tadqiqot natijalari suyak o'smalarini tashxislashda rentgenografiyaning o'rnini va ahamiyatini quyidagicha xulosa qilish imkonini beradi:

1. Rentgenografiya – birinchi qadam tashxis vositasi. Rentgenografiya suyak o'smalarini boshlang'ich baholashda, ularning biologik faolligini aniqlashda va keyingi tashxis algoritmi yo'nalishini belgilashda asosiy rol o'ynaydi. Uning sezgirliги 91,6% bo'lib, malign o'smalarni aniqlashda yuqori ishonchlilik ko'rsatadi.

2. Kompleks yondashuv zaruriyati. Rentgenografiyaning o'ziga xosliги (44,4%) nisbatan past bo'lganliги sababli, so'nggi tashxis faqat rentgen bilan chegaralanmasliги va klinik ma'lumotlar, KT, MRT hamda gistologik tekshiruv bilan to'ldirilishi lozim.

7. ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1. Miller TT. Bone tumors and tumorlike conditions: analysis with conventional radiography. *Radiology*. 2008;246(3):662–674. doi:10.1148/radiol.2463061038. PubMed PMID: 18223119.

2. Caracciolo JT, Temple HT, Letson GD, Kransdorf MJ. The current role of radiography in the assessment of skeletal tumors and tumor-like lesions. *Semin Musculoskelet Radiol*. 1998;2(2):161–166. PubMed PMID: 9652506.

3. von Schacky CE, Wilhelm NJ, Schäfer VS, Jungmann PM, Russe MF, Foreman SC, Gassert FG, Gassert FT, Schwaiger BJ, Makowski MR, Gersing AS. Development and evaluation of machine learning models based on X-ray radiomics for the classification and differentiation of malignant and benign bone tumors. *Eur Radiol*.

2022;32(9):6247–6257. PMC: PMC9381439.

4. Gaume M, Chevret S, Campagna R, Larousserie F, Biau D. The appropriate and sequential value of standard radiograph, computed tomography and magnetic resonance imaging to characterize a bone tumor. *Sci Rep.* 2022;12(1):6362. PMC: PM9008011.

5. Murphey MD, Nomikos GC, Flemming DJ, Gannon FH, Temple HT, Kransdorf MJ. Epidemiology and classification of bone tumors. *Radiol Clin North Am.* 2012;50(3):i, v–vi. PMC: PMC3476517.

6. Abikoye FO, van der Westhuizen J, Vally Z. Accuracy of plain radiographs in diagnosing biopsy-proven malignant bone lesions. *S Afr J Rad.* 2019;23(1):a1763. PMC: PMC6909405.

7. Costan M, Llorente-Ramiro S, Fernandez-Hernandez A, et al. Imaging features at the time of diagnosis of osteosarcoma and Ewing sarcoma in children. *Radiologia.* 2023;65(6):526–537. doi:10.1016/j.rxeng.2023.11.005.

8. Krieg AH, Laux CJ, Speth BM, Brunner A. The Diagnosis and Treatment of Osteosarcoma and Ewing's Sarcoma in Children and Adolescents. *Dtsch Arztebl Int.* 2023;120(31-32):535–542. PMC: PMC10437036.

9. Manoj C, Mohan S, Manoj P, Suresh R. X-ray and MRI Correlation of Bone Tumors Using Histopathology As Gold Standard. *Cureus.* 2022;14(8):e28049. PMC: PMC9403219.

10. Wenaden AE, Szyszko TA, Saifuddin A. Imaging of periosteal reactions associated with focal lesions of bone. *Clin Radiol.* 2005;60(4):439–456. PubMed PMID: 15767101.

11. Nogueira-Barbosa MH, Terzian JJB, Marão HF, de Ávila LA, Crema MD. Diagnostic performance of magnetic resonance imaging in the assessment of periosteal reactions in bone sarcomas using conventional radiography as the reference. *Radiol Bras.* 2017;50(3):176–181. PMC: PMC5487232.

12. Sahoo TK, Sathiyaseelan M, Thindal S, Kumar S, Thomas G, Mene P. A Comprehensive Clinico-Pathological Analysis of Osseous Neoplasms. *Cureus.* 2024;16(10):e72001. PMC: PMC11576070.

13. Picci P, Manfrini M, Fabbri N, Gambarotti M, Vanel D. Epidemiology and classification of bone tumors. *Atlas of Musculoskeletal Tumors and Tumorlike Lesions.* 2014. PMC: PMC3476517.

14. Liu Y, Wu Z, Xu Y, Li Z, Zhang X. An analysis of clinical values of MRI, CT and X-ray in differential diagnosis of benign and malignant bone metastases. *Am J Transl Res.* 2021;13(6):7022–7028. AJTR0128817.

15. Krieg AH, Scheier HC, Auer S, Meschede K. Pediatric Bone Tumors: Location and Age Distribution of 420 Cases. *Diagnostics.* 2024;14(22):2513. PMC: PMC11593068.

16. Ruggieri P, Angelini A, Montalti M, Alberghini M, Mercuri M. The current role of radiography in the assessment of skeletal tumours and tumour-like lesions. *Eur Radiol.* 2013;23(8):2097–2108.

17. American Academy of Family Physicians. Bone Cancer: Diagnosis and Treatment Principles. *Am Fam Physician.* 2018;98(4):205–213.

18. Bancroft LW, Peterson JJ, Kransdorf MJ. Periosteal Reaction. *AJR Am J Roentgenol.* 2010;194(3):W259–W272. doi:10.2214/AJR.09.3300.

19. StatPearls Publishing. Codman Triangle. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. NBK549764.

20. Casadei R, Andreou D, Bühler M, et al. Bone tumors: a systematic review of prevalence, risk determinants, and survival patterns. *Front Oncol.* 2025;14:1478021. PMC: PMC11846205.