

УДК [616.71-006.3::616.71-001.5]-073.757.1

**ПУХЛИНОПОДІБНІ НОВОУТВОРЕННЯ ТА ПУХЛИНИ КІСТОК
ЯК РЕНТГЕНОЛОГІЧНІ ЗНАХІДКИ У ПАЦІЄНТІВ З ТРАВМОЮ
ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ**

Солоніцин Є. О.¹, Проценко В. В.¹, Рушай А. К.², Дралов Я. С.³

1 – ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України»,

*2 – Кафедра загальної хірургії, анестезіології та інтенсивної терапії НМУ
ім. О.О. Богомольця,*

3 – Київська міська клінічна лікарня №1

**TUMOR-LIKE LESIONS AND BONE TUMORS AS X-RAY FINDINGS
IN PATIENTS WITH TRAUMA OF MUSKULOSKELETAL SYSTEM**

Solonitsyn Ye.O.¹, Protsenko V.V.¹, Rushai A.K.², Dralov Ya.S.³

1 – SI “The Institute of Traumatology and Orthopedics of the NAMS of Ukraine”,

*2 – The Department for general surgery, anesthesiology and emergency care
of O.O. Bogomolets NMU,*

3 – Kyiv city clinical hospital №1

Анотація. У статті проведено аналіз рентгенологічної діагностики пухлиноподібних новоутворень та пухлин кісток у пацієнтів з травмою опорно-рухового апарату, які звернулися до ургентного травматологічного прийому КМКЛ №1 за період з 1 січня 2017 по 1 лютого 2019 року. Встановлено вид та частоту нозологічних форм новоутворень, а також описані основні характеристики рентгенологічної картини кожної з них.

Ключові слова: рентгендіагностика, пухлини кісток, пухлиноподібні новоутворення кісток, травма, опорно-руховий апарат.

Актуальність проблеми. У структурі онкологічної захворюваності в Україні пухлини кісток складають 1% серед усіх злоякісних новоутворень, а у США – 0,8% [4]. Пухлини кісток супроводжуються досить специфічною рентгенологічною картиною ще до появи клінічних проявів. Вірна інтерпретація даних рентгенрадіологічного обстеження у поєднанні з

Abstract. The article analyses X-ray imaging for diagnostic tumor-like lesions and bone tumors in patients with traumas of their musculoskeletal system, seeking emergency medical aid at the Kyiv city clinical hospital №1 from January 1, 2017, till February 1, 2019. It defines types and frequency of the nosology forms of the lesions and describes basic features of X-ray patterns for each of them.

Keywords: X-ray imaging, bone tumors, bone lesions, trauma, musculoskeletal system.

The topicality of the problem

Bone tumors constitute 1% of all oncologic diseases in Ukraine, and 0.8% - in the USA [4]. Bone tumors are associated with rather specific X-ray patterns even before their first clinical expressions. The correct interpretation of a roentgen image, combined with an analysis of clinic data and anamnesis makes it possible to suspect a tumor process and to carry out all necessary examination and treatment of the patient [6]. Making diagnostics of traumatic injuries of bones and



аналізом клініко-анамнестичних даних дозволяє запідозрити пухлинний процес та відразу ж провести необхідне дообстеження та лікування хворого [6]. Під час діагностики травматичних пошкоджень кісток та суглобів, потрібно орієнтуватися в рентгенологічній картині найбільш поширених захворювань скелету, можливість несподіваних «знахідок»: особливостей розвитку скелета, аномалії розвитку кісток, диспластичні або інші хронічні кісткові захворювання [7]. На даний час відмічається недостатня онконастороженість лікарів при проведенні променевої діагностики травматичних пошкоджень опорно-рухового апарату [1]. Багато в чому це пояснюється тим, що протягом декількох десятиліть в Україні не проводилась достатня робота з діагностики пухлин опорно-рухового апарату, не систематизовані дані рентгенологічних та радіологічних досліджень. Діагностичні помилки при розпізнаванні новоутворень кісток все ще відбуваються в досить великому відсотку випадків. Це особливо важливо при ранній діагностиці клінічно безсимптомних новоутворень кісток. При обстеженні постраждалих з травмами голови є не встановлення діагнозу первинно виявленого процесу, а виявлення характерних ознак пухлин та пухлиноподібних захворювань кісток, що надасть можливість в подальшому провести ефективне комплексне обстеження та лікування пацієнтів [3,5].

Мета роботи: Підвищити ефективність діагностики пухлиноподібних захворювань та пухлин кісток.

Матеріали та методи. Проведено ретроспективний аналіз 27178 пацієнтів з травмою опорно-рухового апарату за даними травматологічного прийому та рентгенологічного архіву КМКЛ №1 за період з 1 січня 2017 року по 1 лютого 2019 року.

joint, one should be aware of the X-ray pattern of the most frequent diseases of a skeleton. Many issues can be so discovered: specific skeleton development, some abnormalities of growth of bones, dysplastic displacements, or other chronic diseases of bones [7]. Nowadays one can see low oncologic awareness of the physicians who do X-ray diagnostics of the musculoskeletal system [1]. In many cases, the explanation is that during several decades there was a lack of proper work on bone tumor diagnostics in Ukraine. Details of X-ray and radiography examinations lack systematization. There is still a significant share of diagnostic mistakes in identifying locomotion systems' tumors. It is especially important for early diagnostics of symptomless bone lesions. While examining victims with head injuries, the task is not to disclose an initially discovered process, but to unmask specific features of tumor-like bone lesions for further efficient complex examination and treatment [3, 5].

The task of the study: To improve the efficiency of the tumor-like bone lesion diagnostics.

Materials and methods. A retrospective analysis of 27,178 cases of a locomotion system's trauma according to the data of trauma care admission and the archive of X-ray images at KCCH №1 for the period from January 1, 2017, till February 1, 2019. The age of the victims was from 18 to 91 years old (mean age – 46.3). There were 14,792 (54.42%) men and 12,386 (45.58%) women. Clinical examination was fulfilled according to a standard protocol for orthopedic and trauma patients. X-rays were made in two standard planes (anteroposterior and side view) with a digital X-ray

Вік пацієнтів був від 18 до 91 року (середній вік склав 46,3 року). Чоловіків було 14792 (54,42%), жінок - 12386 (45,58%). Клінічний огляд проводився за стандартним протоколом обстеження ортопедо-травматологічних хворих. Рентгенограми виконувалися в двох стандартних (передньо-задній та боковій) проєкціях на цифровому рентгенапараті «EmansisDigitalX-RaySystemPLX-140», Корея, 2010 року випуску. Рентгенограми відповідали вимогам структурності: чітко визначався кортикальний та спонгіозний шар кістки, що полегшувало оцінку патологічних змін в кістковій тканині.

Виділяють наступні рентгенографічні характеристики процесів: 1 – форма кістки, 2 – контури кістки, 3 – структура кістки.

Кожна з виявлених нозологічних форм новоутворень кісток має свою клінічну та рентгенологічну картину. В нашому дослідженні на перший план виходила клініка травми того чи іншого сегменту опорно-рухового апарату: локальна біль, набряк, гематома. При зборі анамнезу у онкологічних пацієнтів уточнювали первинний діагноз та лікування, а потім визначались рентгенологічні дані уражених кісток.

Фібозна дисплазія. Рентгенологічно виявляється порушення звапніння кісток у вигляді вогнищ розрідження як в метафізах, так і в діафізах (див. рис.1). Вогнища зазвичай відмежовані від здорових ділянок кістки склеротичною облямівкою. Уражена частина має колбоподібну форму, кортикальний шар більш тонкий. Уражена частина кістки викривляється та набуває вигляду пастушої палиці, поступово скорочуючись по довжині. Периостальна реакція відсутня. По мірі зростання вогнище з метафізу зміщується до діафізу [4].

machine *EmansisDigitalX-RaySystemPLX-140*, made in Korea, year of production – 2010. The X-ray images complied with the requirements to structure. Bone cortical and cancellous layers were distinct to simplify the assessment of pathologic changes in bone tissue.

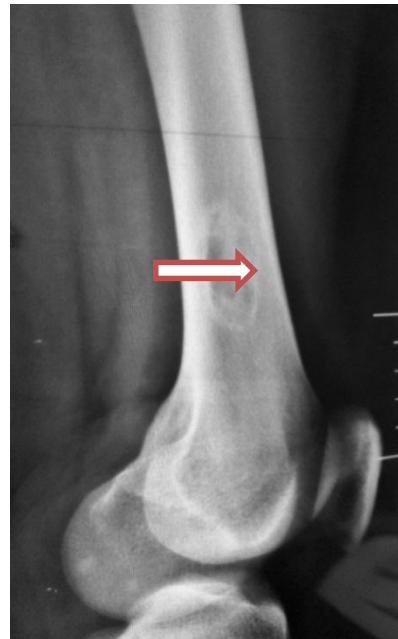
The following X-ray characteristics of these processes have been distinguished: 1 – bone shape; 2 – bone outlines; 3 – bone structure.

Every nosology form of the lesions being discovered had its specific clinical and X-ray pattern. In our study, in the first place, there was the clinic of an injury to a certain segment of the musculoskeletal system: local pain, edema, and hematoma. Collecting anamnesis from oncology patients, first, we clarified an initial diagnosis and treatment, and then checked X-ray details of the bones involved.

Fibrosis dysplasia. X-ray shows bone calcification disorders as the areas of loosening both in metaphysis and diaphysis (see Fig.1). These areas are usually separated from the healthy areas of bone with a sclerotic border. The injured part is flack-shaped, with a thinner cortical layer. The injured part of a bone becomes curved like a shepherd's crook, gradually decreasing its length. No periosteal reaction. While growing, the area displaces from metaphysis towards diaphysis [4].



а



б

Рис. 1. Вогнище фіброзної дисплазії в дистальному відділі стегнової кістки пацієнта В. з травмою колінного суглобу: а – передньо-задня проекція, б – бокова проекція

Fig. 1. The area of fibrosis dysplasia in patient's W. distal femur, with trauma of a knee joint: a – anteroposterior plane, b – side plane

Солітарна киста кістки. Рентгенологічно визначається гіперостоз кістки (збільшення кістки по ширині), просвітлення в метафізі, що має правильну округлу або овальну форму з чіткими контурами, легким вздуттям кортикального шару та стоншенням компактної речовини кістки. У зоні просвітлення кістки спостерігається комірчаста структура. Періостальної реакції та реакції з боку м'яких тканин навколо кістки не спостерігається [11].

Остеома. Рентгенологічно визначається губчасте або змішаної структури новоутворення, розташоване на поверхні кістки (рідко всередині кістки - еностома). Має трабекулярну будову більшої або меншої щільності, завжди з рівними чіткими контурами. Періостальної реакції не спостерігається. Остеома є як би доповненням

Solitary bone cyst The X-ray image demonstrates bone hyperostosis (bone widening), round or oval light area on the metaphysis with clear outlines, slightly pillowed cortical layer, and thickening of bone compact substance. The light area of the bone is of cellular structure. Neither periosteal reaction nor soft tissue response was observed [11].

Osteoma X-ray examination discovers neoplasms with spongy or mixed structure (sometimes with an enostoma inside of a bone). It has a more or less dense trabecular structure with always straight and clear outlines. No periosteal reaction. The osteoma seems to be an attachment to the main bone. In tubular bones, it occurs mostly in a metaphysis [4].

до основної кістки. В трубчастих кістках локалізується найчастіше в метафізі [4].

Кістково-хрящовий екзостоз. На рентгенограмах зазвичай визначається грибоподібне хрящове новоутворення з чітким, але нерівним контуром на тонкій ніжці або на широкій основі, різноманітної форми та величини. Періостальна реакція відсутня [4].

Енхондрома. Рентгенологічно пухлина розташована центрально, лежить ізольовано в кістці, іноді кілька пухлин розташовуються в тісному сусідстві, стикаючись і стискаючи один одного. На білому прозорому хрящовому тлі виділяються характерні острівці, вкраплення з вапна або безструктурної кісткової речовини (див.рис.2). Нерідко пухлина перетинається кістковими напівперегородками радіально або дугоподібно. Конттури енхондроми завжди чіткі та гладкі, поки пухлина залишається доброякісною. Періостальна реакція відсутня. Найчастішою локалізацією є короткі кістки кисті та стопи [2].

Bone-cartilage ecostosis On X-ray images, it always appears as a mushroom-like cartilage neoplasm with clear but uneven outlines on a thin neck or a wide basement. It can vary in shape and size. No periosteal reaction [4].

Enchondroma On the X-ray image, the tumor is located in the center of a bone and lies insulated. Sometimes several tumors could be placed very close, contacting and pressing each other. The typical islands of calcium or structureless bone tissue are distinguished on a white transparent cartilage body (Fig. 2). Quite often, such a tumor crosses bone semidissepiments radially or archwise. An enchondroma's outlines are always clear and smooth until the tumor remains benign. No periosteal reaction. It is often found on short bones of hands and feet [2].



Рис. 2. Рентгенограма пацієнта С. з енхондромаю основної фаланги III пальця кисті
Fig. 2. X-ray image of a patient S. with enchondroma of the basic phalanx of the 3rd finger



Гігантклітинна пухлина. Розділяють комірчасто-трабекулярну, літичну та змішану форму пухлини. В першому випадку рентгенологічним симптомом є трабекулярна комірчаста будова її, але без ураження хрящів суглобу. Компактна речовина кістки різко стоншена, періостальна реакція, як правило, відсутня, проте в деяких випадках виникають невеликі періостальні нашарування у вигляді лінійного або бахромчатого періостозу. Поширення пухлинного процесу на кістковомозкову порожнину не спостерігається (див. рис.3). При літичній фазі вогнище деструкції має вигляд однорідного дефекту округлої форми. Кортикальний шар нерівномірно витончений, часто буває хвилястим, може руйнуватися по довжині та в поперек. У місці переривання кортикального шару буває разволокнення або загострення у вигляді «відточеного олівця», що імітує в ряді випадків «періостальний козирок» при остеогенній саркомі. Після руйнування компактної речовини, руйнується окістя, що свідчить про малігнізацію процесу, настає патологічний перелом [8,10].

Giant-cell tumor Cellular-trabecular, lithic, and mix-shaped types of these tumors are distinguished. In the first case, an X-ray symptom is its trabecular structure not involving joint cartilage. The bone compact substance is rapidly thinned. As a rule, there is no periosteal reaction. Although in some specific cases there can be small periosteal buildups can occur, in the form of linear or fringing periostosis. Extension of the tumor process towards an intramedullary cavity is not observed (Fig. 3). At the lithic phase, the area of destruction looks like a uniform round lesion. The cortical layer is thinned unevenly, quite often wavy. It could be destroyed lengthwise and crosswise. Where the cortical layer is interrupted, dissociation or a tip could be observed, reminding a well-made pencil. In a range of cases, this imitates the "periosteal wriggle" of osteogenic sarcoma. After the destruction of the compact layer, the periosteum is being destroyed testifying malginization of the progression and leading to a pathologic fracture [8, 10].



Рис.3. Рентгенограма пацієнта К. з патологічним переломом дистального метаепіфізу лівої променевої кістки на фоні гігантклітинної пухлини
Fig. 3. X-ray image of a patient K. with pathologic fracture of left radial bone's distal metaepiphysis at the background of a giant-cell tumor

Метастатичне ураження кістки.

Ранньою рентгенологічною ознакою пухлинних метастазів в кістки є деструкція губчастого шару кісток, що проявляється, в більшості випадків, вогнищами безструктурного характеру різної величини і форми. Найчастіше метастази розташовані в центрі трубчастих кісток. Кортикальний шар кістки уражується в більш пізні терміни. На рентгенограмах це проявляється остеолізом з порушенням структури кісткових балок. Краї вогнищ деструкції нечіткі. Періостальної реакції не відмічається [9,12].

Результати та обговорення. Всього було виявлено 534 (2%) пухлиноподібних новоутворень та пухлин кісток. З них у 65 (12,17%) випадках спостерігався патологічних перелом кістки. З нозологічних форм за частотою переважала фіброзна дисплазія - 214 (40,08%) випадки, рідше метастатичне ураження кістки - 84 (15,73%) випадки, солітарна кісткова кіста - 68 (12,73%) випадки, кістково-хрящовий екзостоз - 56 (10,49%) випадки, енхондрома - 52 (9,73%) випадки, гігантоклітинна пухлина - 34 (6,37%) випадки, остеома - 26 (4,87%) випадки (див.рис.3.).

Bone metastatic lesions. Destruction of a bone's cancellous layer is an early X-ray symptom of tumor metastases into a bone. In the majority of cases, it is expressed with some unstructured areas different in size and shape. Most frequently the metastases are located in the center of a tubular bone. A bone's cortical layer becomes involved in later periods. The X-ray images show this as osteolysis, extended to the bone beams' structure. The borders of the destruction areas are unclear. No periosteal reaction [9, 12].

Results and discussion In general, we have discovered 534 (2%) tumor-like lesions and bone tumors. In 65 (12.17%) cases we saw pathologic bone fractures. Fibrosis dysplasia prevailed among nosology forms, making 214 (40.08%) cases; more rear was bone metastatic leisure – 84 (15.73%) cases; bone solitary cyst – 68 (12.73%) cases, bone-cartilage ecostosis – 56 (10.49%) cases, enchondroma – 52 (9.73%) cases, giant cell tumor – 34 (6.37%) cases, osteoma – 26 (4.87%) cases (Fig.3).

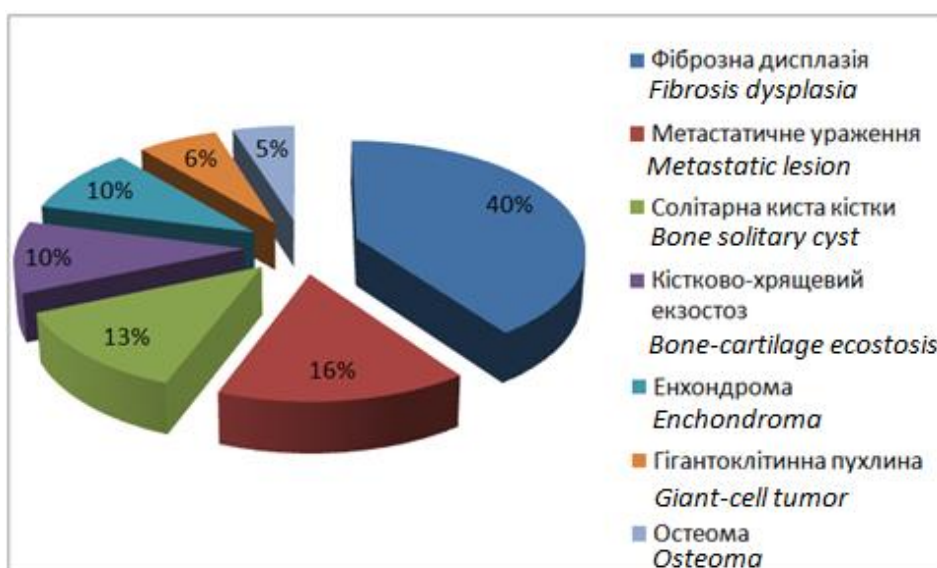


Рис. 3. Розподіл нозологічних форм новоутворень кісток за частотою зустрічає мості

Fig. 3. Nosology forms of bone lesions by frequency



Патологічні переломи кісток спостерігалися при фіброзній дисплазії у 23 (4,3%) випадках, при метастазі - у 16 (3%), при енхондромі - у 14 (2,62%), при солітарній кістковій кисті - у 8 (1,5%) та при гігантоклітинній пухлині - у 4 (0,75%). За локалізацією ураження переважав дистальний відділ стегнової кістки - 169 (31,65%) випадки, проксимальний відділ стегнової кістки в 116 (21,72%) випадки, проксимальний відділ великогомілкової кістки у 91 (17,04%) випадки, фаланги пальців кисті в 44 (8,24%) випадки, проксимальний відділ плечової кістки в 34 (6,37%) випадки, дистальний відділ великогомілкової кістки в 27 (5,06%) випадки, дистальний відділ променевої кістки в 21 (3,93%) випадки, фаланги пальців стопи у 18 (3,37%) випадки, п'яткова кістка у 14 (2,62%) випадки (Рис.4.).

Pathological bone fractures were observed: in fibrosis dysplasia in 23 (4.3%) cases; in metastases – in 16 (3%) cases, in enchondroma – in 14 (2.62%) cases, in bone solitary cyst – in 8 (1.5%) cases and in giant-cell tumor – in 4 (0.75%) cases. By lesion's localization, a distal femur prevailed – 169 (31.65%) cases, while proximal made 116 (21.72%); proximal tibia – 91 (17.04%) cases, hand fingers' phalanxes – 44 (8.24%) cases, proximal shoulder – 34 (6.37%) cases, distal tibia- 27 (5.06%) cases, distal radius – 21 (3.93%) cases; foot fingers' phalanx – 18 (3.37%) cases, calcaneal bone – 14 (2.62%) cases (Fig. 4).

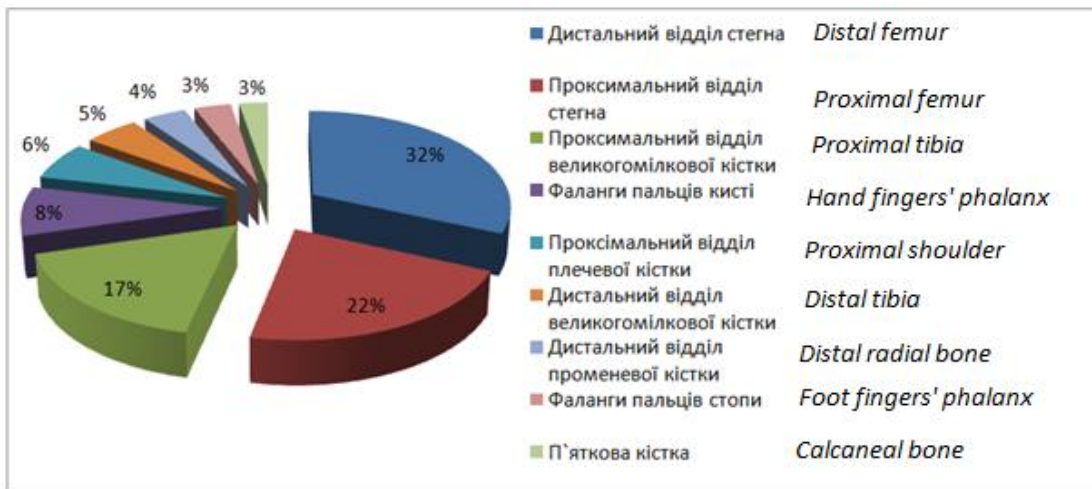


Рис. 4. Локалізація виявленої патології
Fig. 4. Localization of the pathology discovered

Як можна бачити з рис. 4, найчастіше уражувалась область колінного суглоба (майже 50%) та проксимальний відділ стегнової кістки (22%). Інші локалізації зустрічались значно рідше. В таблиці 1 наведені найбільш рентгенологічно важливі ознаки пухлиноподібних новоутворень та пухлин кісток.

As witnessed by Fig. 4, the most frequent areas of lesions were the area of a knee (almost 50%) and proximal femur (22%). Other localizations were much less frequent. Table 1 contains the most important X-ray signs of tumor-like bone lesions and bone tumors.

Табл. 1. Основні рентгенологічні ознаки пухлинноподібних новоутворень та пухлин кісток
 Table 1. The basic X-ray signs of tumor-like lesions and bone tumors

Характер кісткових змін / Character of changes Нозологічна форма новоутворення / Nosology form of a lesion	Форма кістки / Bone shape	Контури вогнища / Outlines of the area		Структура вогнища / Structure of the area	
		Чіткі / Clear	Нечіткі / Unclear	Лізис / Lysis	Гіперостоз / Hyperostosis
Фіброзна дисплазія / fibrosis dysplasia	-		+		+
Метастатичне ураження кісток / metastatic bone lesion	+		+	+	
Солітарна кісткова киста / bone solitary cyst	+	+		+	
Кістково-хрящовий екзостоз / Bone-cartilage ecostosis	+		+		+
Енхондрома / enchondroma	-	+			+
Гігантклітинна пухлина / giant-cell tumor	+	+		+	
Остеома / osteoma	+	+			+

«+» - зміни присутні / changes occurred

«-» - зміни відсутні / no changes

Пацієнти з патологічним переломом кістки або загрозою його виникнення обов'язково потребували гіпсової іммобілізації, також було рекомендовано обмеження фізичного навантаження на нижню кінцівку та обмеження функції верхньої

The patients with a pathologic bone fracture or a hazard thereof required plaster immobilization. They also were recommended to restrict physical loading on their lower limbs and to restrict their upper limb's function. All 534 patients were conveyed to



кінцівки. Всі 534 пацієнта були направлені в спеціалізовані онкоортопедичні відділення лікувальних закладів. Таким чином, важливим в діагностиці пухлин та пухлиноподібних утворень кісток є правильна інтерпретація рентгенограмм.

Висновки

1. Рентгенограми повинні оцінюватися в цілому, а не сфокусовано на тому чи іншому сегменті, на який пацієнт скаржиться.

2. Найбільш значущими рентгенологічними ознаками більшості новоутворень кісток є: зміна форми кістки, наявність вогнища деструкції з характерним лізисом кістки або патологічним переломом, контури вогнища, різні види періостальної реакції.

3. Правильна оцінка виявлених змін є підставою для проведення подальшого диференційно-діагностичного комплексного обстеження.

4. Рання діагностика пухлинних та пухлиноподібних уражень кісток дає можливість проведення радикального, у тому числі органозберігаючого, лікування пацієнтів.

Конфлікт інтересів. Дана публікація не викликає будь-якого конфлікту між авторами, не була і не буде предметом комерційної зацікавленості чи винагороди в жодній формі.

TUMOR-LIKE LESIONS AND BONE TUMORS AS X-RAY FINDINGS IN PATIENTS WITH TRAUMA OF MUSKULOSKELETAL SYSTEM

Summary. The article studies X-ray diagnostics of tumor-like lesions and bone tumors in patients with musculoskeletal traumas who applied to the emergency trauma care department of KMKL №1 during the period from January 1, 2017, to February 1, 2019. The type and frequency of different nosological forms of tumors and the main characteristics of radiological patterns of each of them are explained.

Keywords: X-ray diagnostics, bone tumors, tumor-like lesions, trauma, musculoskeletal system.

Declaration on Conflict of Interests. The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the research, authorship, and/or publication of this article.

specialized orthopedic oncology departments of medical institutions. Thus, the correct interpretation of the X-ray images is important to diagnose tumors and tumor-like lesions.

Conclusions

1. The X-ray images must be considered as a whole, without concentration on a certain segment about which a patient complains.

2. The most significant X-ray signs for the majority of bone neoplasms are changes in bone shape, areas of destruction with specific lysis of a bone or pathologic fracture, an area's outlines, different types of periosteal reaction.

3. Correct evaluation of the changes discovered is a basis for further differentiated complex examination.

4. An early diagnostics of tumor-like bone lesions makes radical treatment, including the organ-preserving, possible.

Conflict of interest. This publication causes no conflict between its authors; it was not and will not be a subject of commercial interest or reward in any form.

Література / References

1. Babosha V.A. et al. / Surgical Treatment of Tumors of the Long Bones of Extremities (Instruction) / edited by V.A. Babosha, Y. V. Dumanskyi, V.G. Klymovytskyi. // Donetsk, 2008 (*Бабосша В. А. та інші / Хирургия опухолей длинных костей конечностей (практическое руководство) / под.ред. В. А. Бабосши, Ю. В. Думанского, В. Г. Климовицкого. // ООО «П.П. Крылья»: Донецк : ДНМУ. - 2008 – 192 с.)*
2. Vesnin A.G. / The Atlas of Radial Diagnostics of Tumors of Musculoskeletal System. Part 1. Tumors of a Skeleton. / Vesnin A.G., Semenov I.I. / St.Petersburg, 2002 (*Веснин А.Г. / Атлас лучевой диагностики опухолей опорно-двигательного аппарата. Часть 1. Опухоли скелета. / Веснин А.Г., Семенов И.И. // СПб.: Невский Диалект, 2002. — 182 с.)*
3. Hrebenuk Y.A. Peculiarities of X-ray Picture of Bone Tumors / Y.A. Hrebenuk, I.I. Saglaj, E.A. Solonytsyn / The Messenger of Emergency and Restorative Medicine: scientific and practical journal. Donetsk, 2010 (*Гребенюк, Ю.А. Особенности рентгенологической картины опухолей костей / Ю. А. Гребенюк, И. И. Саглай, Е. А., Солоницын / Вісник невідкладної і відновної медицини: науково-практичний журнал. – Донецьк. – 2010.- Т.11. - №1- С.14-18.)*
4. Konovalenko V.F., Burianov A.A., Protsenko V.V. et al. // Tumors and Tumor-like Lesions of Bones and Joints (clinics, diagnostics, treatment) / Monograph. Kyiv, 2015 (*Коноваленко В.Ф., Бурьянов А.А., Проценко В.В. и др.. // Опухоли и опухолеподобные заболевания костей и суставов (клиника, диагностика, лечение) / Монография – К. ООО “Лазурит-Полиграф”, 2015. - 344 с.)*
5. Miagkov O.P. The Atlas of Radial Diagnostics of Tumors of Bones and Soft Tissues: [study guides] / O.P. Miagkov, S.O. Miagkov. Zaporizhzhia, 2017 (*Мягков О. П. Атлас променевої діагностики пухлин кісток і м'яких тканин : [навч. посіб.] / О. П. Мягков, С. О. Мягков. – Запоріжжя : Шамрай Г. С., 2017. – 295 с.)*
6. Miagkov S.O. Radial Diagnostics of Benign Tumors: Study guides for students, junior physicians, resident physicians, and radiologists / Edited by S.O. Miagkov, N.V. Tuman-ska, T.M. Kichangina, O.G. Nordio. Zaporizhzhia, 2018 (*Мягков С.О. Променева діагностика доброякісних пухлин кісток : навчальний посібник для студентів, лікарів інтернів, клінічних ординаторів та лікарів променевої діагностики / уклад. : С. О. Мягков, Н. В. Туманська, Т. М. Кічангіна, О. Г. Нордіо. – Запоріжжя : [ЗДМУ], 2018. – 83 с.)*
7. Tumanska N.V. Complex Radial Examination of Musculoskeletal System: illustrated summary for 3rd year students of medical faculties. / Edited by: N.V.Tumanska, K.S. Barska. Zaporizhzhia, 2015 (*Туманська Н.В. Комплексне променеве дослідження опорно-рухового апарату: наочний посібник для студентів 3 курсу мед. факультетів / уклад. : Н. В. Туманська, К. С. Барська. – Запоріжжя : Видавництво ЗДМУ, 2015. - 74 с.)*
8. Adam Greenspan MD / Differential Diagnosis in Orthopaedic Oncology / Adam Greenspan MD, FACR; GernotJundt MD; Wolfgang Remagen MD // Lippincott Williams & Wilkins (LWW). – 2007. – 529 p.
9. Ernest U. Conrad III /Orthopaedic Oncology: Diagnosis and Treatment / Thieme – 2008. - 318 p.
10. Francisco Andrade Neto and other / Knee bone tumors: findings on conventional radiology // Radiol Bras. 2016 Mai/Jun;49(3):182–189.



11. Greenspan Adam / Orthopedic Imaging a Practical Approach, 6-th edition / Wolters Kluwer. - 2014 - 2448 p.
12. **Krishnan K. Unni MBBS** / Dahlin's Bone Tumors / **K. Krishnan Unni MBBS**, Carrie Y. Inwards MD // Lippincott Williams and Wilkins. - 6th Revised edition. – 2010. – 402 p.

УДК 616.71-001.5-089.227.84/.223:[539.4.012+539.3]

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ БИОДЕГРАДИРУЮЩЕГО ВИНТА
ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ БЛОКИРУЮЩЕМ ИНТРАМЕДУЛЯРНОМ
ОСТЕОСИНТЕЗЕ**

Панченко С. П.,² Яцун Е. В.,¹ Головаха М. Л.¹

¹Каф, травматологии и ортопедии,

Запорожский государственный медицинский университет, г. Запорожье

²Каф, строительной механики и сопротивления материалов,

Государственное высшее учебное заведение

*«Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»,
Днепр*

**STUDY OF STRENGTH OF A BIODEGRADABLE SCREW
USED FOR LOCKING INTRAMEDULLARY OSTEOSYNTHESIS**

Panchenko S. P.,² Yatsun E. V.,¹ Golovakha M. L.¹

*¹The Department of Traumatology and Orthopedics of
Zaporizhzhia State Medical University, Zaporizhzhia*

*²The Department of Building Mechanics and Strength of Materials,
State Institution of Higher Education “Prydneprovska State Academy of Building
and Architecture”, Dnipro*

Актуальность. Диафизарные внесуставные переломы большеберцовой кости занимают ведущее место среди переломов длинных трубчатых костей скелета человека. (8,1 – 36,6%).

Цель работы. С помощью математического анализа теоретически обосновать метод динамического интрамедуллярного остеосинтеза диафизарных переломов большеберцовой кости с применением биodeградирующих блокирующих винтов.

Задачи. Путем построения математической модели оценить уровень нагрузки на блокирующий биodeградирующий винт при динамическом интрамедуллярном остеосинтезе диафизарных переломов большеберцовой кости.

Topicality Diaphyseal intra-articular fractures of tibial bones take the leading place among the fractures of the human skeleton's long bones (8.1 – 36.6%).

Aim of the research. Using mathematical analysis, to ground theoretically the method of dynamic IM nailing of a tibial bone's diaphyseal fractures using biodegradable locking screws.

Tasks. To elaborate a mathematic model to assess the level of loading on a locking biodegradable screw, in case of dynamic IM nailing of a tibial bone's diaphyseal fracture.