

# МОЖЛИВОСТІ РЕНТГЕНОДІАГНОСТИКИ ТА МУЛЬТИДЕТЕКТОРНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ В ДІАГНОСТИЦІ ЗМІН КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ СТОП ПРИ ХРОНІЧНІЙ АРТЕРІАЛЬНІЙ НЕДОСТАТНОСТІ НИЖНІХ КІНЦІВОК

Мацькевич В.М., Пиптюк В.О., Дудій П.Ф., Рижик В.М.  
ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет», м. Івано-Франківськ

**РЕЗЮМЕ.** У статті проаналізовано результати кількісної еталонної денситометрії та мультidetекторної комп'ютерної томографії кісткової тканини стоп у пацієнтів із хронічною артеріальною недостатністю нижніх кінцівок, спричиненою облітеруючим атеросклерозом. Відзначається, що з посиленням ішемічних змін частота зниження мінеральної щільності кісткової тканини голівок першої та п'ятої плеснових кісток досягла 50%. Наростання ішемії слабо впливало на градацію зниження мінеральної щільності кісткової тканини, але було прямо пропорційним до частоти виявлення даних змін. Мультidetекторна комп'ютерна томографія стоп характеризувалась максимальною чутливістю та мала перевагу над інформативністю кількісної еталонної денситометрії щодо встановлення можливих змін кісткової тканини.

**Ключові слова:** облітеруючий атеросклероз, хронічна артеріальна недостатність нижніх кінцівок, мінеральна щільність кісткової тканини.

## ВСТУП

Національний інститут серця, легень та крові США (National Heart, Lung and Blood Institute, USA) визначає, що основною нозологічною одиницею при периферичних захворюваннях артерій (ПЗА) є атеросклероз [4]. Результатом атеросклеротичних змін у нижніх кінцівках є ішемія, а заключним етапом деструктивних явищ гангрена [5]. О.І. Нішкумай та співавт., провівши ультразвукову денситометрію п'яtkової кістки у пацієнтів із хронічною артеріальною недостатністю нижніх кінцівок (ХАННК), спричиненою облітеруючим атеросклерозом (ОА), відзначили зниження показників SOS, Т-індексу та BUA [1]. Метод кількісної еталонної денситометрії (КЕД) детально вивчений В.В. Поворознюком та співавт., які встановили, що застосування денситометричного еталона дало змогу мінімізувати варіації при визначеннях щільності кортикальної та трабекулярної кісткової тканини [2]. Мультidetекторна комп'ютерна томографія (МДКТ) володіє високою роздільною здатністю для оцінки кортикального та губчатого шару будь-якої ділянки скелета без накладення навколишніх тканин. У зв'язку з прогресуючим ростом інвалідизації, спричиненої ампутацією частини стопи, залишається актуальним питанням вивчення стану кісткової тканини для оптимізації методу лікування.

**Мета дослідження.** Вивчити та порівняти можливості оцінки стану кісткової тканини стоп за допомогою методів кількісної еталонної денситометрії та мультidetекторної комп'ютерної томографії у пацієнтів із хронічною артеріальною недостатністю.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Нами обстежено та проаналізовано дані променевого обстеження кісткової тканини нижніх кінцівок 40 осіб (уся група обстеження складалася з чоловіків), віком 50-65 років із ПЗА нижніх кінцівок, спричиненими ОА, які проявлялись ХАННК в умовах Івано-Франківської обласної клінічної лікарні і центральної міської клінічної лікарні м. Івано-Франківська з 2009 по 2016 рік. Усі пацієнти були розділені на дві групи щодо рівня транскутанного насичення киснем ( $TcPO_2$ ) у ділянці стопи: 1) 20 пацієнтів із значеннями транскутанної напруги кисню ( $TcPO_2$ ) на стопі  $>25$  мм. рт. ст.; 2) 20 пацієнтів із показниками  $TcPO_2 \leq 25$  мм.рт.ст.

Обом групам пацієнтів було проведено такі радіологічні методи дослідження: 1) кількісну еталонну денситометрію обох стоп; 2) мультidetекторну комп'ютерну томографію гомілково-стопних суглобів.

Контрольна група (КГ) становила 15 практично здорових чоловіків віком від 40 до 50 ро-

ків із травмами кінцівок. Усі обстежувані особи були детально ознайомлені з методами дослідження та надали підписану інформовану згоду на обстеження.

КЕД проводили за допомогою цифрової рентгенографії обох стоп у двох проекціях із застосуванням сходинчастого алюмінієвого клин-еталона та запропонованої нами математичної обробки отриманих даних (заявка на патент на корисну модель № у 2016 05557). Рентгенографічне дослідження здійснювали на апараті Opera T30 з алюмінієвим фільтром 4 мм. Для рентгенографії стоп у прямій проекції технічні параметри становили: напруга — 48 kV, експозиція — 3,2 mAs; у боковій проекції: напруга — 55 kV, експозиція — 4 mAs. Приймачем рентгенівського зображення був повноформатний плоскопанельний детектор із системою візуалізації, цифрової обробки та зберігання зображення.

На отриманих цифрових зображеннях на робочій станції, використовуючи програму eFilm, за допомогою функції «Tools-Measurements-Eclipse», еліпсоподібною апертурою площею  $600 \pm 50$  пікселів визначали оптичну щільність кісткової тканини в проекції губчатої речовини (ГР) голівок плеснових кісток. Аналогічно цією ж апертурою вимірювали оптичну щільність м'яких тканин медіально від голівки першої плесневої кістки. Такою ж апертурою вимірювали оптичну щільність відповідної сходинки алюмінієвого клин-еталона. Отримані дані піддавали математичній обробці згідно із запропонованими нами розрахунками.

МДКТ гомілково-стопних суглобів пацієнтам проводили на апараті «Aquillon Prime» фірми Toshiba (Японія) з технічними параметрами відповідно до протоколу Ankle/Foot: напруга — 120 kV, сила струму — 100 mA, час повного обертання трубки — 0,5 с, товщина зрізу — 0,5 мм. Під час аналізу аналізу стану кісткової тканини вивчали стан кіркової та губчатої речовин: 1) у підшовній та тильній поверхнях обох п'яткових кісток (на аксіальних та сагітальних зрізах); 2) у голівці та діафізі усіх плесневих кісток обох кінцівок (на аксіальних та сагітальних зрізах) за методикою Д. Робертсона та ін. [6]. Під час визначення мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ) користувались одиницями Хаунсфілда (HU), які були переведені в  $\text{г/см}^3$  за допомогою способу визначення біологічної щільності тканин, запатентованого А.Н. Чуйком та А.А. Копитовим (RU 2472440) [3].

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У досліджуваній групі пацієнтів з ОА та рівнем  $\text{TcPO}_2 > 25$  мм. рт. ст. при проведенні КЕД у 15 (75%) пацієнтів, порівняно з контрольною групою, — змін мінеральної щільності кістки (МЩК) не виявлено. У 5 (25%) пацієнтів відзначалось зниження МЩК у ділянці голівок перших ( $21,5 \pm 0,5\%$ ) і п'ятих плеснових кісток ( $24,5 \pm 1,5\%$ ).

Чутливість методу становила 83%, специфічність — 55%, точність — 60%. Спостережувана залежність між чинником та результатом була статистично незначущою та несуттєвою, адже 95% ДІ включав одиницю (0,64; 39,06). Низька специфічність тесту кількісної еталонної денситометрії може бути пояснена похибкою вибору щільності м'яких тканин, чого можливо уникнути при МДКТ.

Під час аналізу даних МДКТ стоп з отриманих результатів впливає, що у пацієнтів з ОА та рівнем  $\text{TcPO}_2 > 25$  мм. рт. ст. у 30% осіб виявлене найбільше зниження МЩКТ у ГР голівок перших ( $19,5 \pm 0,5\%$ ) та п'ятих ( $25,5 \pm 0,8\%$ ) плеснових кісток. Дещо менша втрата кісткової маси спостерігається в КР голівок перших ( $18 \pm 0,5\%$ ) та п'ятих ( $21 \pm 0,3\%$ ) плеснових кісток. Найменше реагують на ХАННК діафізи вище вказаних кісток. Ці дані корелювали з даними, отриманими при кількісній еталонній денситометрії стоп.

Чутливість МДКТ стоп становила 100%, специфічність — 58,8%, точність — 65%. Порівняно з КЕД метод МДКТ переважав як у специфічності, так і чутливості завдяки можливості пошарового дослідження та відділення м'яких тканин.

При проведенні кореляційно-регресивного аналізу для порівняння методів кількісної еталонної денситометрії стоп та МДКТ стоп встановлено, що коефіцієнт кореляції Пірсона ( $r$ ) дорівнює 0,788. Зв'язок між досліджуваними ознаками (МЩКТ, заміряною за допомогою МДКТ, та МЩК, отриманою при КЕД) є прямим, сила зв'язку за шкалою Чеддока є високою. Коефіцієнт детермінації  $r^2$  становить 0,620, що свідчить про сильну кореляцію двох змінних між собою. Залежність ознак є статистично значущою ( $p < 0,05$ ).

У досліджуваній групі пацієнтів з ОА та рівнем  $\text{TcPO}_2 \leq 25$  мм. рт. ст. при проведенні КЕД у 8 (40%) пацієнтів виявлено зниження МЩК порівняно з КГ у першій (на  $38,9 \pm 8,4\%$ ) та п'ятій (на  $41,5 \pm 7,4\%$ ) плеснових кісток; у

2 (10%) пацієнтів додатково зниження МЩК голівки другої плеснової кістки на  $40,1 \pm 9,5\%$  та голівки третьої плеснової кістки на  $38,6 \pm 4,4\%$ , що представлено на рис. 1. З 8 осіб у 3 (15%) пацієнтів ці явища були двобічними.



**Рис. 1.** Кількісна еталонна денситограма пацієнта Ш., 50 років, з діагнозом ОА обох нижніх кінцівок, ХАН III-IV ст. Оклюзія правої загальної клубової артерії. При КЕД виявлено зниження МЩК у голівках першої, другої, третьої та п'ятої фаланг правої стопи

Чутливість методу становила 88,9%, специфічність — 61,3%, точність — 67,5%. Спостережувана залежність між чинником та результатом є статистично значущою та суттєвою, адже 95% ДІ не включає одиницю (1,100; 58,194).

При порівнянні двох груп чоловіків з ОА та рівнями  $TsPO_2 > 25$  мм. рт. ст. та  $\leq 25$  мм. рт. ст. слід відзначити, що частота зниження МЩК більша у пацієнтів з  $TsPO_2 \leq 25$  мм. рт. ст., тобто чим нижчий  $TsPO_2$ , тим більше осіб має знижений рівень МЩК, але ступінь зниження МЩК не залежить від посилення ХАН. Коефіцієнт кореляції Пірсона ( $r$ ) між рівнем  $TsPO_2$  та показниками МЩК становить 0,156. Зв'язок між досліджуваними ознаками – прямий, сила зв'язку за шкалою Чеддока – слабка. Коефіцієнт детермінації  $r_2^2 = 0,024$ , що свідчить про слабку кореляцію двох змінних між собою.

При проведенні та аналізі даних МДКТ стоп пацієнтів з ОА та рівнем  $TsPO_2 \leq 25$  мм. рт. ст. із отриманих результатів виявлено, що у 10 (50%) пацієнтів наявне зниження МЩКТ у голівках

перших та п'ятих плеснових кісток на  $17,7 \pm 0,46\%$  та  $19,5 \pm 0,55\%$  відповідно, а також у голівках других та третіх плеснових кісток на  $19,35 \pm 1,34\%$  у 6 (30%) пацієнтів. Ці дані корелювали з даними, отриманими при кількісній еталонній денситометрії стоп. У 4 (20%) пацієнтів відзначалось зниження МЩКТ п'ятової кістки, а саме її губчатої речовини на  $18 \pm 1,01\%$ . У 1 (5%) пацієнта з критичною ішемією лівої стопи ХАН IV стадії відзначались деструктивні зміни голівки першої плеснової фаланги зі зниженням її мінеральної щільності на 19,8%, зниження МЩКТ ГР п'ятки на 65,4%, що зображено на рис. 2.

Чутливість МДКТ стоп становила 100%, специфічність — 66,7%, точність — 75%. Порівняно з КЕД метод МДКТ переважав як у специфічності та чутливості, так і у точності.

При проведенні кореляційно-регресивного аналізу для порівняння методів кількісної еталонної денситометрії стоп та МДКТ стоп встановлено, що коефіцієнт кореляції Пірсона ( $r$ ) дорівнює 0,944. Зв'язок між досліджуваною МЩКТ, заміряною за допомогою МДКТ, та МЩК, отриманою при КЕД, є прямим; сила зв'язку за шкалою Чеддока є досить високою. Коефіцієнт детермінації  $r^2$  становить 0,891, що свідчить про сильну кореляцію двох змінних між собою. Залежність ознак є статистично значущою ( $p < 0,05$ ).

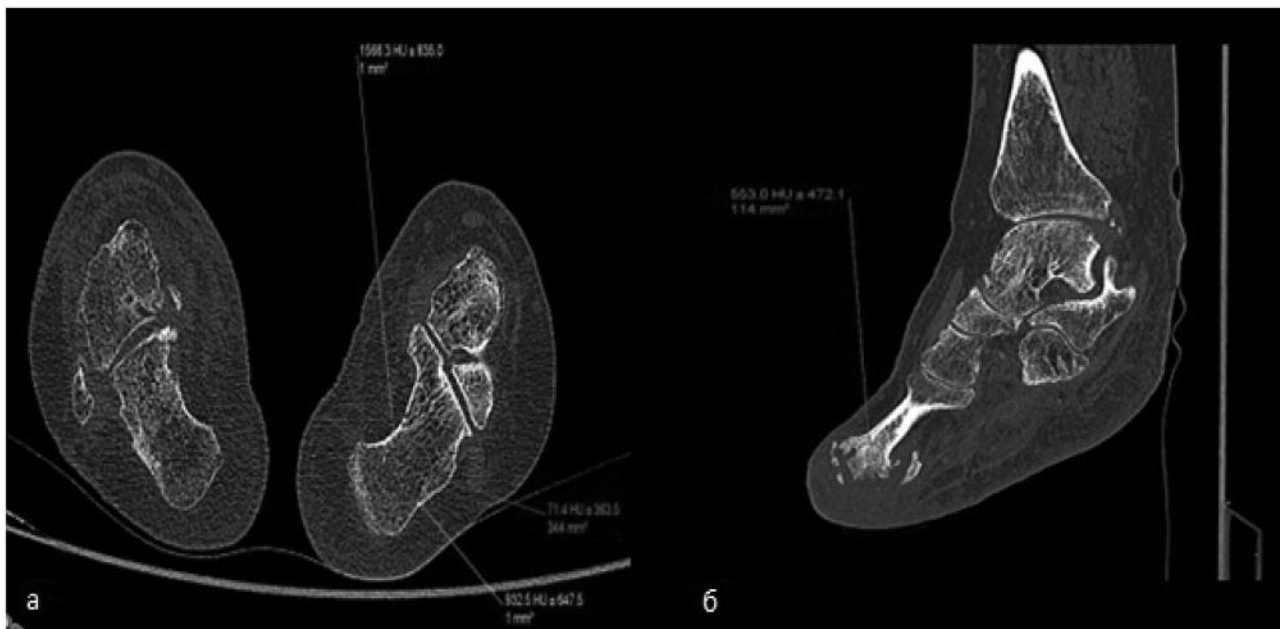
Отримані дані КЕД корелюють щодо специфічності і чутливості з результатами датських учених; при застосуванні КЕД як скринінгового методу у виявленні остеопорозу у чоловіків виявили, що чутливість і специфічність становила 93 та 50% відповідно. AUC при ROC-аналізі методу досягла 0,75 [7].

## ВИСНОВКИ

КЕД та МДКТ є високоінформативними методами для діагностики змін МЩКТ у пацієнтів із ХАНН, спричиненою ОА. МДКТ стоп була максимально чутливою і тим самим значно переважала над КЕД у визначенні стану кісткової тканини. Але як перший, так і другий вищевказані методи володіли невисокою специфічністю для діагностики змін МЩКТ кісток стопи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Нишкумай О.И. Изменение структурно-функционального состояния костной ткани у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей / О.И. Нишкумай,



**Рис. 2.** МДКТ стоп пацієнта Г., 63 роки, з діагнозом критичної ішемії лівої стопи ХАН IV стадії. Гангрена лівої культі: а) зниження МЦКТ ГР лівої п'яtkової кістки на 65,4%; б) деструктивні зміни кісткової тканини та зниження МЦКТ ГР на 19,8% у голівці першої плеснової кістки лівої стопи

Н.Г. Строило, А.Б. Строило // Проблемы остеологии. – 2010. – № 4. – С. 21-26.

2. Поворознюк В.В. Фактори ризику розвитку остеопорозу. Роль FRAX в оцінці індивідуального ризику переломів / В.В. Поворознюк, Т.Р. Машталер, Р.Т. Машталер // Проблемы остеологии. – 2010. – №4. – С. 3-12.

3. Чуйко А.Н. Компьютерная томография и основные механические характеристики костных тканей / А.Н. Чуйко, А.А.Копытов, А.А. Копытов// Медицинская визуализация. – 2012. – № 1. – С. 102-107.

4. Outcomes and risk prediction model for peripheral arterial disease in patients with stable coronary artery disease / (A.O. Badheka, A.D. Ra-

thod, A.S. Bharadwaj та ін.) // Angiology. – 2011. – № 62. – P. 473-479.

5. Fishbein M.C. Arteriosclerosis: facts and fancy / M.C. Fishbein, G.A. Fishbein, D. Geffen // Cardiovascular Pathology. – 2015. – №24. – P. 335-342.

6. Structural changes in the forefoot of individuals with diabetes and a prior plantar ulcer / (D.D. Robertson, M.J. Mueller, K.E. Smith et al.). // The Journal of Bone & Joint Surgery. – 2002. – № 8. – С. 1395-1404.

7. Radiographic absorptiometry as a screening tool in male osteoporosis: results from the Odense Androgen Study / (S.J. Hansen, M.M. Nielsen, J. Ryg et al.). // Acta radiologica. – 2009. – №6. – P. 658-663.

**ВОЗМОЖНОСТИ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКИ И МУЛЬТИДЕТЕКТОРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ИЗМЕНЕНИЙ КОСТНОЙ ТКАНИ СТОП ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

Мацькевич В.Н., Пиптюк В.А.,  
Дудий П.Ф., Рижик В.М.

ГБУЗ «Ивано-Франковский национальный  
медицинский университет»,  
г. Ивано-Франковск

**РЕЗЮМЕ. Цель.** Изучить и сравнить возможности количественной оценки состояния костной ткани стоп с помощью методов количественной эталонной денситометрии (КЭД) и мультidetекторной компьютерной томографии (МДКТ) у пациентов с хронической артериальной недостаточностью нижних конечностей (ХАННК).

ческой артериальной недостаточностью нижних конечностей (ХАННК).

**Материалы и методы.** Обследованы и проанализированы данные лучевого обследования костной ткани нижних конечностей 40 мужчин в возрасте 50-65 лет с ХАННК, вызванной облитерирующим атеросклерозом (ОА). Пациентам было проведено КЭД стоп и МДКТ голеностопных суставов.

**Результаты.** Отмечается, что с усилением ишемических изменений частота снижения минеральной плотности костной ткани (МПКТ) головок первой и пятой плюсневых костей достигала 50%. Нарастание ишемии мало влияло на градацию снижения МПКТ, но было прямо пропорционально частоте выявления данных изменений.

**Выводы.** КЭД и МДКТ являются высокоинформативными методами для диагностики изменений МПКТ у

пациентов с ХАННК, вызванной ОА. МДКТ стоп была максимально чувствительной и тем самым значительно преобладала над КЭД в определении состояния костной ткани. Но как первый, так и второй вышеуказанные методы владели невысокой специфичностью для диагностики изменений МПКТ костей стопы.

**Ключевые слова:** облитерирующий атеросклероз, хроническая артериальная недостаточность нижних конечностей, минеральная плотность костной ткани.

#### THE RADIOGRAPHY AND MULTIDETECTOR COMPUTED TOMOGRAPHY ABILITIES IN DIAGNOSTIC OF BONE TISSUE CHANGES OF THE FEET AT CHRONIC ARTERIAL INSUFFICIENCY OF LOWER LIMBS

*Matskevych V.M., Pyptiuk V.O.,  
Dudiy P.F., Ryzhyk V.M.*

*SHEE «Ivano-Frankivsk national medical university»,  
Ivano-Frankivsk*

**SUMMARY. The aim.** To investigate and compare the ability of quantitative assessment of bone tissue of feet using methods standard quantitative densitometry

(SQD) and multidetector computed tomography (MDCT) in patients with chronic arterial insufficiency lower limbs (CAILL).

**Methods.** The radiology examination data of bone tissue of the lower limbs are studied and analyzed in 40 men aged 50-65 years, with CAILL caused by atherosclerosis obliterans (AO). Patients were conducted SQD of feet and MDCT ankle joints.

**Results.** It is noted that with ischemic changes increasing the frequency of decreasing in bone mineral density (BMD) of the first and fifth metatarsal heads had reached 50%. An ischemia increasing had a little effect on the gradation reduction in BMD, but it was directly proportional to the frequency of detection of these changes.

**Conclusions.** SQD and MDCT are highly informative methods for the diagnosis of changes in bone mineral density in patients with CAILL caused by AO. MDCT of ankle joints was the most sensitive and thus greatly prevailed over SQD in determining of bone condition. But both — the first and the second above-mentioned methods possessed a low specificity for the diagnosis of changes in BMD of bones of the feet.

**Keywords:** atherosclerosis obliterans, chronic arterial insufficiency lower limbs, bone mineral density.

## НОВІ КНИГИ

УДК 616053.2073.7/ББК 57.3 У69

**Урина Л.К. Опыт лучевой диагностики в педиатрии (наблюдения из практики).** — К.: Медицина Украины, 2009. — 124 с.

В сборнике обобщен многолетний опыт работы автора, а также данные отечественной и зарубежной литературы в области применения рентгенологического и ультразвукового методов диагностики преимущественно в педиатрической практике.

Назначение сборника — оказание практической помощи врачам по вопросам организации работы в рентгенкабинете детского лечебно-профилактического учреждения, выбора необходимого метода обследования детей в конкретной клинической ситуации, особенностей обследования детей и путей снижения лучевой нагрузки во время рентгенологического обследования. В сборнике представлен опыт работы автора на первом отечественном цифровом рентгенодиагностическом аппарате.

Представленные работы посвящены диагностике острых воспалительных заболеваний легких и синусопневмопатий, порокам развития желудочно-кишечного тракта, патологии опорно-двигательного аппарата, в частности дисплазии тазобедренных суставов. Подробно изложена методика обследования детей при различных патологических

процессах, обращено особое внимание на функциональные изменения, а также ошибки, которые допускаются при диагностике. Приведены результаты ультразвукового скрининга дисплазии тазобедренных суставов.

Комплектация автоматизированного рабочего места врача-рентгенолога ультразвуковым аппаратом позволила автору представить первый опыт комплексного исследования патологии опорно-двигательного аппарата.

Практически все лекции и статьи были опубликованы в журнале «Радіологічний вісник», три работы были представлены на международных форумах.

Книга рассчитана на широкий круг врачей-педиатров, рентгенологов, врачей ультразвуковой диагностики, ортопедов, работающих в детской сети на этапе первичной диагностики.

**Заказать книгу можно по телефону: +38044 503-04-39**