

УДК 616-001.45

DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.20.3.2024.1694>Хорошун Е.М.<sup>1,2</sup> , Макаров В.В.<sup>1,2</sup> , Негодуйко В.В.<sup>1,2</sup> , Ясінський О.В.<sup>1</sup> ,  
Шармазанова О.П.<sup>3</sup> , Пуляев С.А.<sup>1</sup> <sup>1</sup>Військово-медичний клінічний центр Північного регіону, м. Харків, Україна<sup>2</sup>Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна<sup>3</sup>Навчально-науковий медичний інститут, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

## Косі проєкції в аналізі даних мультиспіральної комп'ютерної томографії при вогнепальних пораненнях

For citation: Emergency Medicine (Ukraine). 2024;20(3):211-216. doi: 10.22141/2224-0586.20.3.2024.1694

**Резюме. Мета:** визначити місце і роль косих проєкцій в аналізі даних мультиспіральної комп'ютерної томографії (МСКТ) при вогнепальних пораненнях. **Матеріали та методи.** Проспективно було вивчено понад 3300 МСКТ-досліджень, виконаних у поранених і травмованих за визначений період часу в умовах Військово-медичного клінічного центру Північного регіону Командування Медичних сил. Усі поранені були чоловічої статі, середній вік становив  $42,1 \pm 2,4$  року. Виконувалась МСКТ голови, органів грудної клітки та органів черевної порожнини, таза, кінцівок. Вивчали частоту застосування косих проєкцій та їхню інформативність. **Результати.** При проспективному вивченні понад 3300 досліджень виявлено, що в 100 % застосовувались коронарна, аксіальна, сагітальна проєкції та 3D-моделювання, а у 21,4 % — косі проєкції для поліпшення результатів МСКТ. Розподіл за локалізацією досліджень МСКТ був такий: голова — 32,9 %, шия — 7,6 %, органи грудної клітки — 32,2 %, органи черевної порожнини — 22,3 %, кінцівки — 5,0 %. МСКТ в ангіорежимі виконувалась у 3,5 % поранених і травмованих: голова — 27,2 %, шия — 18,4 %, органи грудної клітки — 28,9 %, органи черевної порожнини — 23,7 %, кінцівки — 1,8 %. Косі проєкції в аналізі даних МСКТ застосувались при вивченні ходу ранового каналу у 82,3 %; для поліпшення візуалізації судин при МСКТ в ангіорежимі — у 12,6 % і для поліпшення візуалізації лінії переломів кісток — у 5,1 %. **Висновки.** У структурі МСКТ-досліджень за локалізацією превалюють (за убуттям) голова, органи грудної клітки, органи черевної порожнини, шия та кінцівки. Косі проєкції застосовуються в п'ятій частині випадків і дозволяють покращити візуалізацію напрямку ходу ранового каналу, судин при ангіографії та лінії перелому плоских та довгих трубчастих кісток.

**Ключові слова:** вогнепальні поранення; мультиспіральна комп'ютерна томографія; косі проєкції

### Вступ

Багатошарова (мультиспіральна (мультизрізова)) комп'ютерна томографія (МСКТ) була вперше представлена компанією Elscint Co. 1992 року. Принципова відмінність мультиспіральних комп'ютерних томографів від спіральних комп'ютерних томографів попередніх поколінь у тому, що по окружності гентрі розташовано не один, а два чи більше ряди детекторів. Для того,

щоб рентгенівське випромінювання могло одночасно прийматися детекторами, розташованими в різних шарах, було розроблено нову, об'ємну геометричну форму пучка.

У 1992 році з'явилися перші двозрізові (двоспіральні) комп'ютерні томографи з двома рядами детекторів, а 1998 року — чотиризрізові (чотириспіральні), з чотирма рядами детекторів відповідно. Крім вище-



© 2024. The Authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, CC BY, which allows others to freely distribute the published article, with the obligatory reference to the authors of original works and original publication in this journal.

Для кореспонденції: Гречаник Олена Іванівна, кандидат медичних наук, полковник медичної служби, начальник відділення ультразвукової діагностики, Національний військово-медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь», вул. Госпітальна 18, м. Київ, 01133, Україна; e-mail: greshanyk@gmail.com; tel.: +380 (67) 490-66-35

For correspondence: Olena Grechanyk, PhD, Colonel of the Medical Service, Head of the Department of Ultrasound Diagnostics, National Military Medical Clinical Center "Main Military Clinical Hospital", Hospitalna st., 18, Kyiv, 01133, Ukraine; e-mail: greshanyk@gmail.com; phone: +380 (67) 490-66-35

Full list of authors information is available at the end of the article.

зазначених особливостей, було збільшено кількість обертів рентгенівської трубки з одного до двох за секунду. Отже, чотириспіральні комп'ютерні томографи п'ятого покоління на сьогодні у вісім разів швидші, ніж звичайні спіральні комп'ютерні томографи четвертого покоління.

У 2004–2005 роках було представлено 32-, 64- і 128-зрізові мультиспіральні комп'ютерні томографи, у тому числі з двома рентгенівськими трубками. Сьогодні в деяких лікарнях уже є 320-зрізові комп'ютерні томографи. Ці томографи, уперше представлені 2007 року компанією Toshiba, є новим витком еволюції рентгенівської комп'ютерної томографії. Вони не тільки дозволяють отримувати зображення, але й дають можливість спостерігати фізіологічні процеси майже в реальному часі [8].

Аксіальні, корональні, сагітальні й косі проєкції використовуються для розробки оптимального плану втручання [1, 2]. У сучасних томографах застосовують алгоритм прямої мультипланарної реконструкції, що дозволяє проспективно реконструювати аксіальні, сагітальні, корональні й косі проєкції [1, 3–5].

Перші спроби просторової візуалізації судин були проведені за допомогою спіральної КТ, яка дозволяє отримати постійне спіральне сканування замість серії поперечних зрізів, як при традиційній КТ. Завдяки отриманню даних з усієї досліджуваної ділянки (так зване об'ємне сканування) можна реконструювати зображення в будь-якій площині.

Лише використання багатьох рядів детекторів дозволило дістати численні зрізи (шари) під час одного обертання лампи навколо пацієнта, що значно покращило просторову роздільну здатність (особливо по вертикальній осі). Використовуючи новітні камери (16–320-зрізові), можна отримати зображення з роздільною здатністю 0,4 мм, однаковою по кожній осі, і зі значно більшою швидкістю аквізиції, що дозволяє досліджувати більші анатомічні ділянки. На відміну від класичної ангіографії, комп'ютерна ангіографічна томографія (ангіо-КТ) також надає багато інформації про тканини, що оточують візуалізовані судини.

Ангіо-КТ виконують після швидкого болюсного в/в введення неіонного йодовмісного контрасту в кількості 80–160 мл (3,5–5 мл/с). Залежно від локалізації і виду візуалізованої судини (артерії, вени) застосовують різний час затримки аквізиції даних. Для оптимальної візуалізації артерій після в/в введення контрасту обстеження потрібно виконати під час першого пасажу контрасту по артерії у фазі максимальної концентрації — ~15–25 с від початку введення контрасту. Зображення вен отримують, виконуючи сканування у фазі венозного підсилення з відповідним запізненням від початку введення контрасту. Залежно від обстежуваного судинного русла цей час становить 20–25 с (для легеневих вен), 60–70 с (для портальної системи) або 90–160 с (для периферичних вен). Після завершення аквізиції проводять обробку даних та інтерпретацію обстеження

за допомогою діагностичних програм. Оцінка судин полягає в аналізі поперечних томографічних зрізів і відповідних реконструкцій.

Тривимірні техніки презентації даних дозволяють обертати зображення по довільно обраній осі, провести субтракцію (видалення елементів, які прикривають зображення, наприклад, кістки) й оцінку під різними кутами. Це є перевагою порівняно з можливостями традиційної артеріографії, при якій для того, щоб отримати кожну проєкцію, необхідно окремо ввести контраст і виконати серію знімків [2, 6].

МСКТ використовують не тільки для діагностики бойової вогнепальної травми, але й для вивчення моделювання поранень і травм [1, 3, 4, 7, 9–11].

WBCT/pan-scan значно допомагає у виявленні травм у грудній клітці, черевній порожнині та голові/шиї. WBCT асоціюється з нижчим рівнем смертності, незважаючи на перебування в лікарні, що підкреслює його важливу роль у своєчасному втручанні й поліпшенні результатів лікування пацієнтів [8].

**Мета:** визначити місце і роль косих проєкцій в аналізі даних мультиспіральної комп'ютерної томографії при вогнепальних пораненнях.

## Матеріали та методи

Проспективно було вивчено понад 3300 МСКТ-досліджень, виконаних у поранених і травмованих за визначений період часу в умовах Військово-медичного клінічного центру Північного регіону Командування Медичних сил. Усі поранені були чоловічої статі, середній вік становив  $42,1 \pm 2,4$  року.

Виконувалась мультиспіральна комп'ютерна томографія голови, органів грудної клітки (ОГК) та органів черевної порожнини (ОЧП), таза на апараті Toshiba Activion 16 з кроком томографа 0,5 мм. Вивчали частоту застосування косих проєкцій та їх інформативність в аналізі даних МСКТ.

## Результати

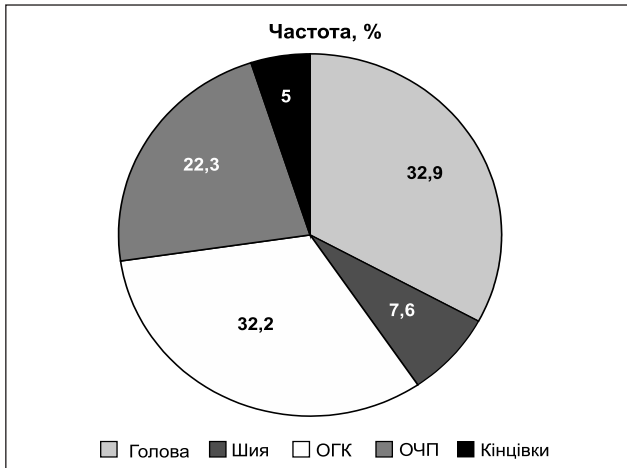
За нашими даними, за локалізацією вогнепальних поранень розподіл такий: голова — 14 %, шия — 3 %, хребет — 2 %, груди — 13 %, живіт — 7 %, таз — 4 %, кінцівки — 57 %.

При проспективному вивченні понад 3300 досліджень виявлено, що в 100 % застосовувались коронарна, аксіальна, сагітальна проєкції та 3D-моделювання, а у 21,4 % — косі проєкції для поліпшення результатів МСКТ.

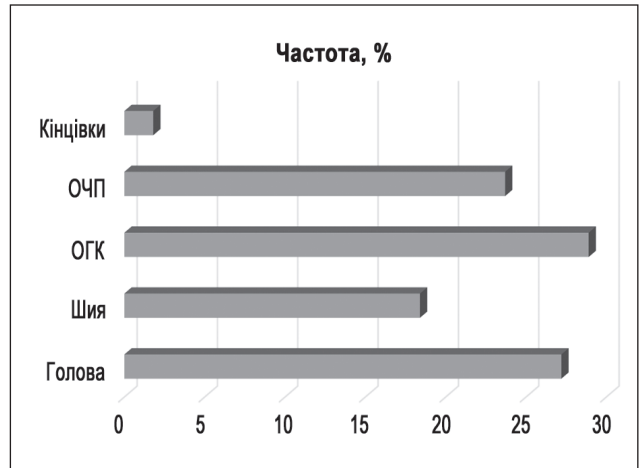
Розподіл МСКТ-досліджень за локалізацією був такий: голова — 32,9 %, шия — 7,6 %, органи грудної клітки — 32,2 %, органи черевної порожнини — 22,3 %, кінцівки — 5,0 % (рис. 1).

МСКТ в ангіорежимі виконувалось у 3,5 % поранених і травмованих: голова — 27,2 %, шия — 18,4 %, органи грудної клітки — 28,9 %, органи черевної порожнини — 23,7 %, кінцівки — 1,8 % досліджень (рис. 2).

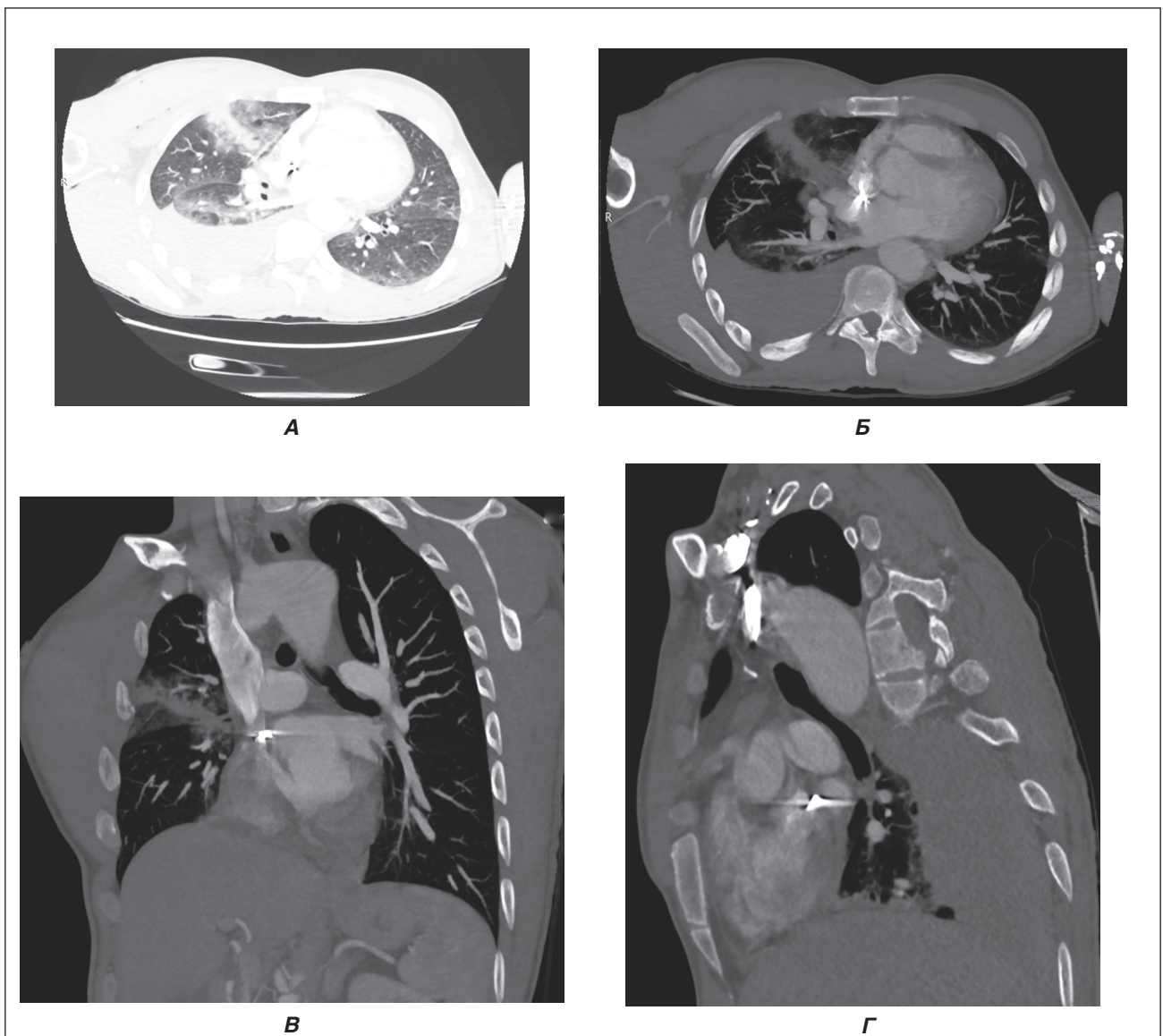
Дані МСКТ із застосуванням косих проєкцій у поранених і травмованих подані на рис. 3–6.



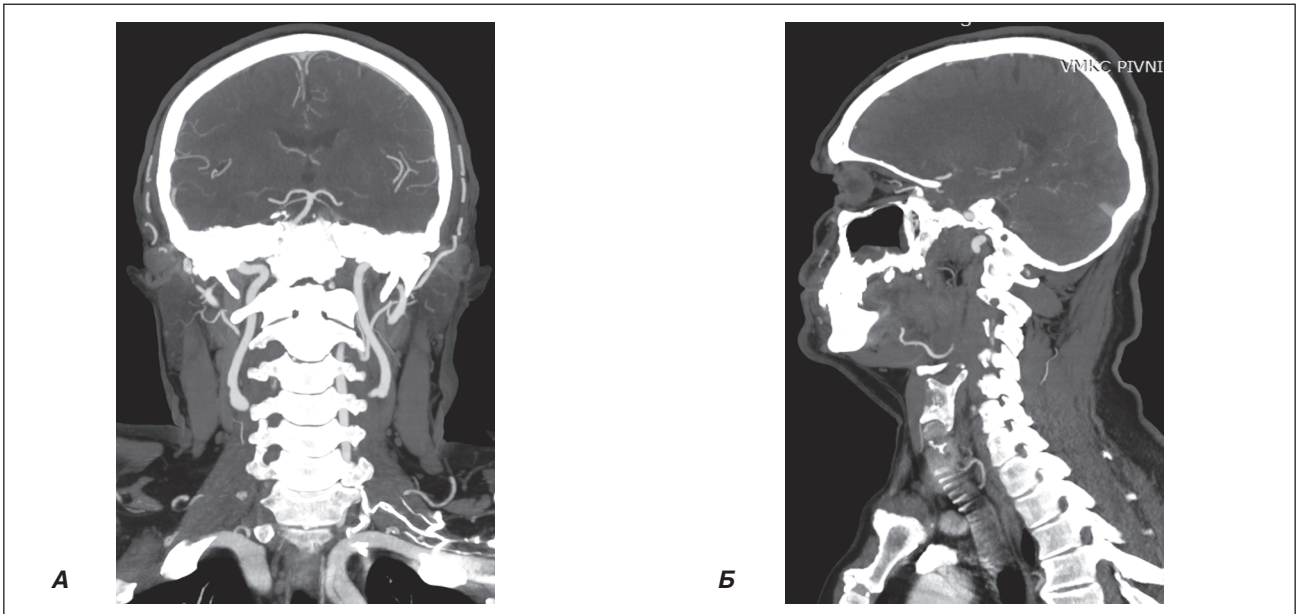
**Рисунок 1. Розподіл МСКТ-досліджень за локалізацією**



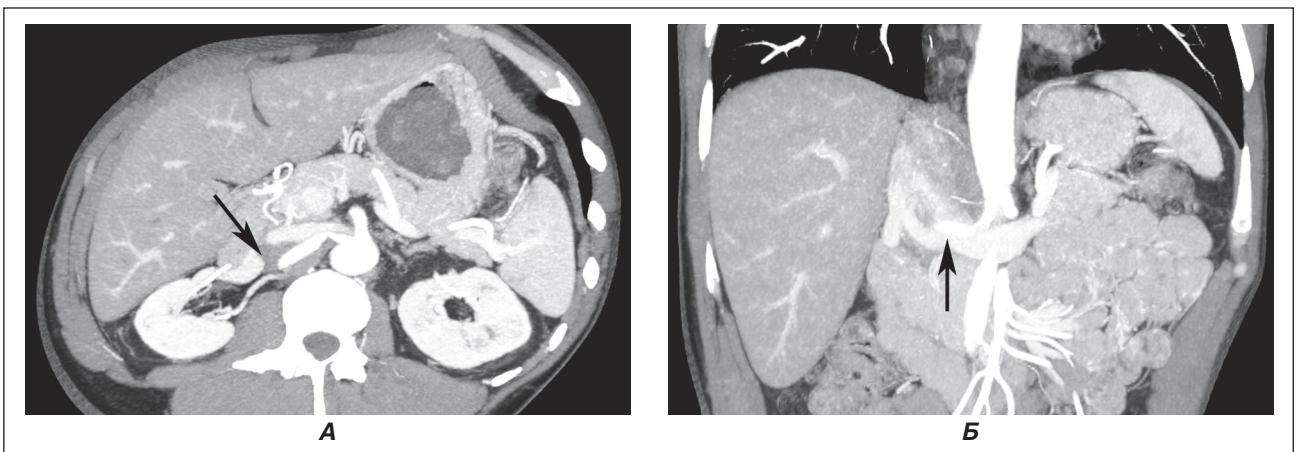
**Рисунок 2. Розподіл МСКТ в ангіорежимі за локалізацією**



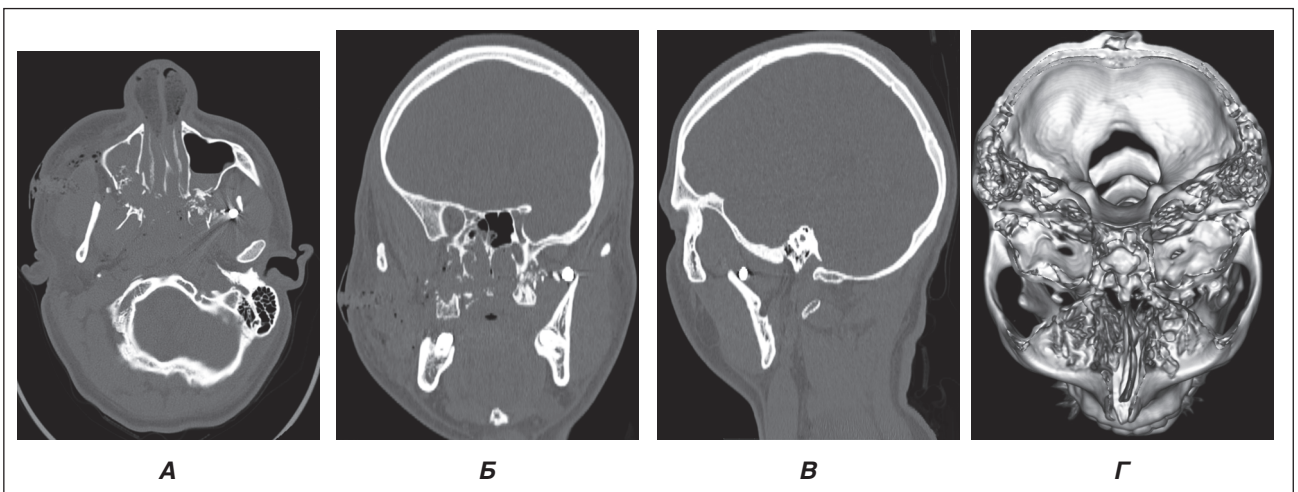
**Рисунок 3. Дані МСКТ органів грудної клітки з контрастним підсиленням: правобічний гемоторакс, посттравматичний пульмоніт по ходу ранового каналу у верхній частці правої легені, металевий осколок у міжпередсердній перегородці. А, Б, В — косі проекції для візуалізації ходу ранового каналу; Г — сагітальна проекція**



**Рисунок 4. Дані МСКТ-ангіографії судин шиї та голови: косі проєкції для візуалізації тромбозу правої хребетної артерії**



**Рисунок 5. Дані МСКТ органів черевної порожнини з контрастним підсиленням після вогнепального поранення: косі проєкції для візуалізації критичного стенозу правої ниркової артерії**



**Рисунок 6. Дані МСКТ голови: вогнепальний перелом латеральних і медіальних стінок обох верхньощелепних пазух, перелом перетинки носа, металевий осколок у м'яких тканинах на рівні вінцевого відростка нижньої щелепи зліва: А, Б — косі проєкції для візуалізації ранового каналу; В — сагітальна проєкція; Г — 3D-моделювання**

Частота використання: косі проєкції МСКТ застосувались при вивченні ходу ранового каналу у 82,3 %; для поліпшення візуалізації судин при МСКТ в ангіорежимі — у 12,6 % та поліпшення візуалізації лінії переломів кісток — у 5,1 %. Використання косих проєкцій МСКТ дозволило підвищити інформативність дослідження перед плануванням і виконанням оперативних втручань.

## Обговорення

Частою практикою є виконання МСКТ голови, шиї, грудей і живота при політравмі та поєднаних вогнепальних пораненнях [1–4].

Зазвичай при вогнепальних пораненнях для визначення оптимального плану втручання або неоперативного лікування при аналізі даних МСКТ використовуються аксіальні, корональні, сагітальні та 3D-реконструкції [5–11].

При аналізі локалізації ушкоджень і структури МСКТ-досліджень з контрастуванням і без нього відзначається збіг за частотою застосування МСКТ, що свідчить про те, що метод МСКТ є основним у діагностиці цієї патології.

Використання всіх інструментальних можливостей МСКТ у комплексі призводить до підвищення якості діагностики [3, 8].

Застосування косих проєкцій дозволяє покращити візуалізацію напрямку ходу ранового каналу, судин при ангіографії та ліній перелому кісток черепа, що враховується при плануванні й виконанні оперативних втручань.

## Висновки

1. У структурі МСКТ-досліджень за локалізацією превалюють (за убунням) голова, органи грудної клітки, органи черевної порожнини, шия та кінцівки.

2. Косі проєкції застосовуються в п'ятій частині випадків, вони дозволяють покращити візуалізацію напрямку ходу ранового каналу, судин при ангіографії та ліній перелому плоских і довгих трубчастих кісток.

3. У структурі МСКТ-досліджень косі проєкції за убунням частіше використовуються при вивченні ходу ранового каналу, для поліпшення візуалізації судин при МСКТ в ангіорежимі та ліній переломів кісток черепа.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів і власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

## References

1. Tsybaliuk VI, editor. *Atlas of combat surgical trauma (experience of anti-terrorist operation/joint forces operation)*. Kharkiv: Kolegium; 2021. 385 p. Ukrainian.
2. Jaremchuk-Kachmarchyk A, Svincickyj AM, Gajevski P, editors. *Internal medicine: a textbook based on the principles of evidence-based medicine 2018/19*. Krakow: Praktychna medycyna; 2018. 1632 p. Ukrainian.
3. Grechanyk OI, Abdullaiev RYa, Lurin IA, Gumeniuk KV, Negoduiko VV, Sliesarenko DO. *Modern aspects of diagnosis of the abdominal gunshot woundings. Experience of a hybrid war in the East of Ukraine*. *Klinichna khirurgiia*. 2021;88(5-6):42-52. Ukrainian. doi: 10.26779/2522-1396.2021.5-6.42.
4. Lurin IA, Khoroshun EM, Gumeniuk KV, et al., authors; Tsybaliuk VI, editor. *Treatment of wounded with combat chest injuries: a collective monograph*. Ternopil: TNMU; 2023. 236 p. Ukrainian.
5. Blum A, Gillet R, Rauch A, et al. *3D reconstructions, 4D imaging and postprocessing with CT in musculoskeletal disorders: Past, present and future*. *Diagnostic and Interventional Imaging*. 2020;101(11):693-705. doi: 10.1016/j.diii.2020.09.008.
6. Gopireddy DR, Kee-Sampson JW, Vulasala SSR, Stein R, Kumar S, Virarkar M. *Imaging of penetrating vascular trauma of the body and extremities secondary to ballistic and stab wounds*. *J Clin Imaging Sci*. 2023 Jan 3;13:1. doi: 10.25259/JCIS\_99\_2022.
7. Lurin IA, Khoroshun EM, Negoduiko VV, et al. *Retrieval of ferromagnetic fragments from the lung using video-assisted thoracoscopic surgery and magnetic tool: a case report of combat patient injured in the war in Ukraine*. *Int J Emerg Med*. 2023 Aug 24;16(1):51. doi: 10.1186/s12245-023-00527-8.
8. Fathi M, Mirjafari A, Yaghoobpoor S, et al. *Diagnostic utility of whole-body computed tomography/pan-scan in trauma: a systematic review and meta-analysis study*. *Emerg Radiol*. 2024 Apr;31(2):251-268. doi: 10.1007/s10140-024-02213-5.
9. Teixeira PAG, Jaquet P, Bakour O, et al. *CT arthrography of the intra-articular long head of biceps tendon: Diagnostic performance outside the labral-bicipital complex*. *Diagn Interv Imaging*. 2019 Jul-Aug;100(7-8):437-444. doi: 10.1016/j.diii.2019.02.005.
10. Rashid A, Feinberg L, Fan K. *The Application of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) on the Diagnosis and Management of Maxillofacial Trauma*. *Diagnostics (Basel)*. 2024 Feb 8;14(4):373. doi: 10.3390/diagnostics14040373.
11. Tsybaliuk VI, Lurin IA, Gumeniuk KV, et al. *Modeling of wound ballistics in biological tissues simulators*. *Medicni perspektivi*. 2023;28(1):37-48. doi: 10.26641/2307-0404.2023.1.275866.

Отримано/Received 09.03.2024

Рецензовано/Revised 20.03.2024

Прийнято до друку/Accepted 29.03.2024 ■

### Information about authors

Eduard Khoroshun, Hero of Ukraine, PhD, Colonel of the Medical Service, Head of the Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv, Ukraine; e-mail: ehoroshun@i.ua; phone: +380 (67) 692-31-20; Associate Professor at the Department of Surgery No. 4, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0003-1258-1319>

Vitalii Makarov, MD, DSc, PhD, Professor, Head of the Department of Surgery No. 4, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine; e-mail: docvmmakarov@gmail.com; phone: +380 (67) 951-83-82; Surgeon at the Surgical department of the Surgical clinic, Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0002-4224-0294>

Volodymyr Nehoduiko, MD, DSc, PhD, Associate Professor, Colonel of the Medical Service, Head of the Clinic of emergency medical care (and reception and evacuation), Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv, Ukraine; e-mail: vol-ramzes13@ukr.net; phone: +380 (50) 452-32-73; Professor at the Department of Surgery No. 4, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine; <https://orcid.org/0000-0003-4540-5207>

Oleksandr Yasynskiy, Colonel of the Medical Service, Chief Radiologist of the Armed Forces of Ukraine, Head of the Clinic of Computer and Radiological Diagnostics, Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv, Ukraine; e-mail: yasinyskiyaleks@gmail.com; phone: +380 (67) 902-62-24; <https://orcid.org/0009-0008-9474-7477>

Olena Sharmazanova, MD, DSc, PhD, Professor, Head of the Department of Radiology, Educational-Scientific Medical Institute, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine; e-mail: Olena.sharm@gmail.com; phone: +380 (97) 615-60-36; <https://orcid.org/0000-0003-1578-6715>

Stanislav Pulyaev, lieutenant of the Medical Service, Head of the Mobile X-ray Office, Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv, Ukraine; e-mail: dr.pulyaev@gmail.com; phone: +380 (66) 320-41-51; <https://orcid.org/0009-0006-7999-8943>

**Conflicts of interests.** Authors declare the absence of any conflicts of interests and own financial interest that might be construed to influence the results or interpretation of the manuscript.

E.M. Khoroshun<sup>1,2</sup>, V.V. Makarov<sup>1,2</sup>, V.V. Nehoduiko<sup>1,2</sup>, O.V. Yasinskyi<sup>1</sup>, O.P. Sharmazanova<sup>3</sup>, S.A. Pulyaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Military Medical Clinical Center of the Northern Region, Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

<sup>3</sup>Educational-Scientific Medical Institute, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

### Oblique projections in the analysis of multislice computed tomography data in gunshot wounds

**Abstract. Background.** The purpose is to determine the place and role of oblique projections in the analysis of multislice computed tomography (MSCT) data in gunshot wounds. **Materials and methods.** More than 3,300 MSCT studies performed in wounded and traumatized patients over a certain period in the Military Medical Clinical Center of the Northern Region of the Medical Forces Command were prospectively studied. All the wounded were male, the average age was  $42.1 \pm 2.4$  years. MSCT of the head, thoracic and abdominal organs, pelvis, and limbs was performed. The frequency of using oblique projections and their informativeness were studied. **Results.** A prospective study demonstrated that coronal, axial, sagittal projections, and 3D modeling were used in 100 % of cases, and in 21.4 % — oblique projections to improve MSCT results. The distribution by localization of MSCT was as follows: head — 32.9 %, neck — 7.6 %, chest organs —

32.2 %, abdominal organs — 22.3 %, limbs — 5.0 %. MSCT in angiomode was performed in 3.5 % of injured and traumatized patients: head — 27.2 %, neck — 18.4 %, chest organs — 28.9 %, abdominal organs — 23.7 %, limbs — 1.8 %. Oblique projections in MSCT data analysis were used when studying the wound channel in 82.3 % of cases, to improve the visualization of vessels during MSCT in angiomode — in 12.6 % and to improve the visualization of bone fracture lines — in 5.1 %. **Conclusions.** In the structure of MSCT studies, the head, thoracic organs, abdominal organs, neck, and limbs prevail by localization (in descending order). Oblique projections are used in 1/5 of cases and allow to improve the visualization of the direction of the wound channel, vessels during angiography and lines of flat and long tubular bone fractures.

**Keywords:** gunshot wounds; multislice computed tomography; oblique projections