

DOI: 10.21802/artm.2024.3.31.146
УДК 615.849+616.133:616.13.002.2-004.6

МОЖЛИВОСТІ РАДІОЛОГІЧНИХ СКАНУЮЧИХ МЕТОДИК З ПОСТПРОЦЕСИНГОВОЮ РЕКОНСТРУКЦІЄЮ ЗОБРАЖЕНЬ В ОЦІНЦІ АТЕРОСКЛЕРОТИЧНИХ УРАЖЕНЬ СОННИХ АРТЕРІЙ

Н.Т. Сегін

*Івано-Франківський національний медичний університет, кафедра радіології та радіаційної медицини, м. Івано-Франківськ, Україна
ORCID ID: 0009-0000-3323-2690, e-mail: radiaendo345@gmail.com*

Резюме. Мета. Встановити інформативність методів комп'ютерно-томографічної ангиографії, ультразвукової діагностики та магнітно-резонансної безконтрастної артеріографії у пацієнтів з атеросклерозом сонних артерій.

Матеріали та методи. Упродовж 2022-2024 років на базі Центру діагностики неврологічної патології КНП «Обласна клінічна лікарня Івано-Франківської обласної ради» обстежено 46 осіб з клінічними ознаками атеросклеротичного ураження сонних артерій та 36 пацієнтів з асимптоматичним перебігом атеросклерозу, які увійшли до контрольної групи. Усім пацієнтам було проведено КТА, МР-артеріографію, УЗД сонних артерій. Оцінку атеросклеротичних бляшок здійснено відповідно до класифікації Carotid Plaque-RADS від 2024 року.

Результати. Шляхом візуалізаційної оцінки методами УЗД та КТА в пацієнтів обох груп виявлено поєднання бляшок категорій від Plaque-RADS 2 до Plaque-RADS 4 з усіма типами для кожної категорії. Для дослідної групи статистично відмінним було виявлення більшого відсотка стенозованого просвіту судини (медіана – 68,5% (міжквартильний розмах 9,75%)), порівняно з контрольною групою (медіана – 60,0% (міжквартильний розмах 7,5%)) ($p=0,048$). Проведено порівняння ступеня стенозу методами УЗД та КТА, де встановлено прямий кореляційний зв'язок дуже високої сили за шкалою Чеддока ($r=0,934$ (довірчий інтервал: 0,881 – 0,964), $p<0,001$). Для атеросклеротичного ураження при МРТ були характерні непрямі ознаки, а саме: пристінкові дефекти наповнення, що найімовірніше відповідають бляшкам, посилення вигинів магістральних артерій.

Висновки. Ультразвукова діагностика та реконструктивні постпроцесингові можливості комп'ютерної томографії були практично рівноцінними в оцінці ступеня стенозу з високою силою зв'язку ($r=0,934$) та високоінформативними зображеннями атеросклеротичних мас сонних артерій, у той час як безконтрастна магнітно-резонансна артеріографія дала можливість запідозрити атеросклеротичне ураження, як ділянку дефекту наповнення без деталізації тканинних структур.

Ключові слова: атеросклероз, сонні артерії, ультразвукове обстеження, комп'ютерно-томографічна ангиографія, магнітно-резонансна томографія.

Вступ. Атеросклероз є хронічним захворюванням артерій з закупоренням їх масами холестерину, ліпідів та скупченням клітинних елементів та фіброзної тканини, часто з процесами кальцифікації, тромбування, неоваскуляризації та розриву, що може спричинювати гострі ішемічні розлади [1]. Наслідки атеросклерозу сонних артерій, які можуть призводити до інсультів та атеросклерозу вінцевих артерій, які часто є причиною інфаркту міокарду, є тим станом, який представляє особливий тягар для системи охорони здоров'я, враховуючи популяційне старіння, зростання метаболічних порушень та широке розповсюдження тютюнопаління і вживання процесованих м'ясних продуктів. Серцево-судинні ускладнення, які призводять до інвалідизації і смертності, знаходяться поруч з онкологічними захворюваннями [2-3] та коронавірусною хворобою-2019 [4], які впродовж останніх 5 років є основними причинами ненасильницьких смертей у світі [5]. Згідно з дослідженням M. Mughal, 15–20% усіх ішемічних інсультів пов'язані з атеросклерозом сонної артерії, а саме із вразливістю бляшки, яка схильна до розриву через розвиток ліпідного некротичного ядра, стоншення фіброзної оболонки та внутрішньобляшкових

крововиливів, що в сукупності може призводити до подальших тромбоемболічних ішемічних подій [6]. Для встановлення вразливості бляшок сонних артерій в останні роки є поширеним використання ультразвукового дослідження (УЗД) комп'ютерно-томографічної контрастної ангиографії (КТА) та режиму безконтрастної артеріографії (МР-артеріографії) при проведенні магнітно-резонансної томографії (МРТ) голови та ший.

Обґрунтування дослідження. Широкий вибір діагностичних методик для встановлення структури атеросклеротичної бляшки, її протяжності, вразливості, ступеня стенозу артерії у симптомних та безсимптомних пацієнтів потребує деталізованого дослідження з вивченням переваг та недоліків УЗД, МР-артеріографії, КТА. Також важливим є вивчення не лише стандартизованих протоколів, а й постпроцесингових реконструктивних зображень, що дозволяють представити томографічні зрізи у тривимірній візуалізації.

Мета дослідження: встановити інформативність методів комп'ютерно-томографічної ангиографії, ультразвукової діагностики та магнітно-резонансної безконтрастної артеріографії у пацієнтів з атеросклерозом сонних артерій.

Матеріали та методи. Упродовж липня 2022 – липня 2024 років на базі Центру діагностики неврологічної патології КНП «Обласна клінічна лікарня Івано-Франківської обласної ради» обстежено 82 пацієнти чоловічої статі. З них групу дослідження склали 46 пацієнтів з клінічними ознаками атеросклеротичного ураження сонних артерій. Як контрольну групу було обрано 36 пацієнтів з асимптоматичним перебігом атеросклерозу сонних артерій. Пацієнти обох груп були віком 51-79 років та були однорідними щодо супутніх захворювань, тривалості тютюнопаління і результатів ліпідограми. Критеріями виключення з обох когорт були: наявність аритмії, променевого лікування онкологічних процесів у проєкції голови та шиї, діагностовані хвороба Альцгеймера чи хвороба Фара, відсутність письмової інформованої згоди на участь у дослідженні, порушена дієздатність особи, коли письмова згода не може вважатись достеменно неї усвідомленою.

Контрастну КТА проводили з використанням 160-зрізового комп'ютерного томографа Aquilion Prime Toshiba Scanner TSX-302A (Toshiba) із програмним забезпеченням SUREPlaque для здійснення аналізу атеросклеротичних бляшок та судин у режимі сканування Carotid CTA fast. МРТ голови та шиї з режимом безконтрастної МР-артеріографії виконували за допомогою апарата 1,5 Tesla Phillips Achieva із застосуванням послідовностей для візуалізації кровоплину: s3DI MC (three-dimensional time of flight MR-angiography). УЗД сонних артерій проводили, використовуючи апарат Esaote MyLab9eXP із використанням В-режиму, доплерівського картування та еластографії. Оцінку атеросклеротичних бляшок здійснено відповідно до нової класифікації, що базується на візуалізації – Carotid Plaque-RADS від 2024 року [7]. Виконання усіх діагностичних методів обстеження пацієнтів відбувалось згідно з призначенням судинного хірурга або невролога.

Дослідження виконано з дотриманням Гельсінської Декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». Поточне наукове дослідження є фрагментом комплексної науково-дослідної роботи кафедри загальної та судинної хірургії Івано-Франківського національного медичного університету на тему "Обґрунтування підходів до діагностики та лікування пацієнтів із судинно-хірургічною патологією" (номер державної реєстрації 0121U113435). Це дослідження щодо інформативності діагностичних радіологічних методів виконане в рамках дисертаційної роботи на тему діагностичної значущості мультипараметричного ультразвукового дослідження при атеросклерозі сонних артерій у пацієнтів кваліфікованих до каротидної ендартеректомії, Безпеку проведення обстежень та дотримання етичних принципів наукового дослідження розглянуто та затверджено Етичною Комісією Івано-Франківського національного медичного університету

(Протокол № 112/23 від 16.11.2023). Усі первинні дані були піддані обробці згідно з принципами конфіденційності.

Для проведення статистичної обробки інформації використовували додаток Excel ліцензійного пакета Microsoft 365 та програмне забезпечення GraphPad Prism. При проведенні визначення варіаційного ряду було встановлено, що дані вибірок не мають нормального розподілу, тому застосовано непараметричні статистичні методи обробки даних. Медіана та міжквартильний розмах розраховувались для встановлення середнього значення. Безперервні дані двох вибірок розраховували за допомогою тесту Манна-Уїтні. Кореляцію між двома наборами даних проводили за допомогою рангової кореляції Спірмена r . Статистична значущість різниці взята за $p < 0,05$. r -значення вірогідності для чотирипольних таблиць було обчислено за допомогою точного тесту Фішера.

Результати дослідження та обговорення результатів. Обидві групи були рівнозначними за віком, де медіана для групи дослідження становила 66,5 років (міжквартильний розмах – 12,75 років), а для контрольної групи 63,0 років (13,5 років) ($p=0,183$). Також групи не відрізнялись за супутніми захворюваннями (артеріальна гіпертензія – $p=0,437$; цукровий діабет – $p=0,503$; тютюнопаління – $p=0,367$; дисліпідемія – $p=1$; надлишкова маса тіла – $p=0,693$). Як відомо, в патогенезі і цукрового діабету, й атеросклерозу лежать механізми ендотеліальної дисфункції та запального процесу із залученням до обох захворювань ендотеліальних клітин, макрофагів, гладком'язових клітин судинної стінки та порушення рівня ліпідів крові [8-9]. Відомо також, що у пацієнтів із цукровим діабетом та супутньою серцевою недостатністю та надмірною масою тіла часто виявляється потовщена інтима сонної артерії більше 0,9 мм, яка є маркером безсимптомного атеросклерозу [10-11].

Згідно з класифікацією Carotid Plaque-RADS було отримано наступні результати шляхом візуалізаційної оцінки методами УЗД та КТА: в пацієнтів обох груп було виявлено поєднання бляшок категорій від Plaque-RADS 2 до Plaque-RADS 4 з урахуванням типів кожної категорії. Не було достовірної різниці між групами при оцінці структури атеросклеротичної бляшки ($p=0,616$). Для дослідної групи статистично відмінним було виявлення більшого відсотка стенозованого просвіту судини (медіана – 68,5% (міжквартильний розмах 9,75%)), порівняно з контрольною групою (медіана – 60,0% (міжквартильний розмах 7,5%)) ($p=0,048$).

Оскільки пацієнтам було проведено три різновиди діагностичної візуалізації, з яких кожен метод має свої переваги та недоліки, точкою інтересу була можливість провести цифрову реконструкцію отриманих зображень, зокрема КТА. Усім пацієнтам проведено постпроцесингову обробку поперечних зрізів із метою максимально зручного представлення зображення для судинного хірурга (рис. 1).

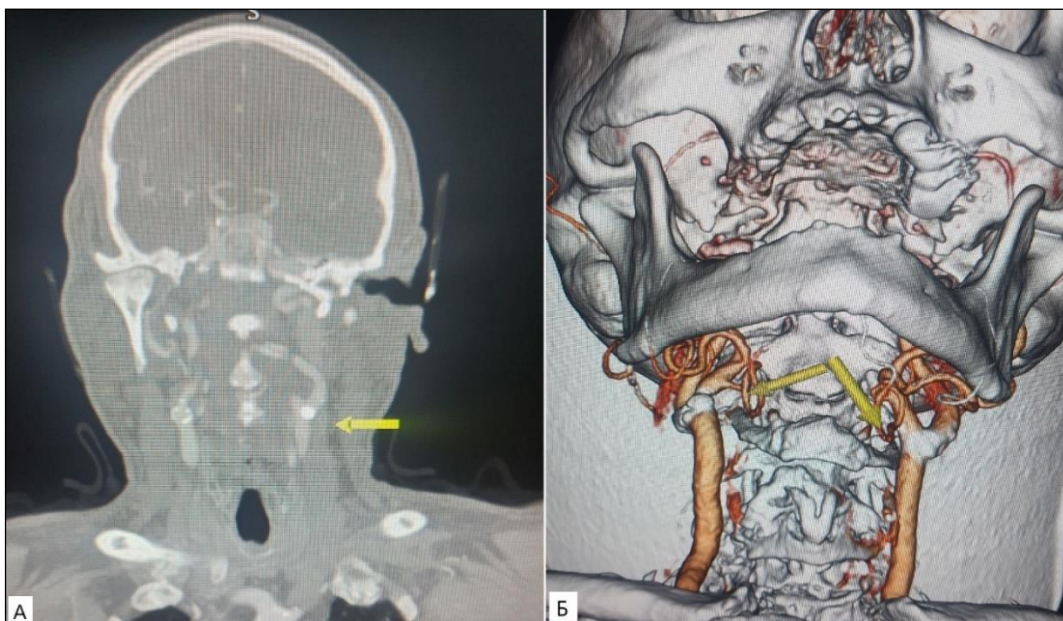


Рис. 1 А, Б. Реконструктивні зображення сонних артерій методом комп'ютерно-томографічної ангіографії пацієнта Х., 79 р., дослідної групи.

Із широким упровадженням в практику КТА її почали вважати більш інформативною, ніж цифрову субтракційну ангіографію, але останні дослідження вказують також на переоцінку каротидного стенозу при застосуванні КТА [12-13]. Але прогностично перспективним є метод оцінки ступеня кальцифікації сонної артерії за допомогою програмного забезпечення комп'ютерної томографії [14].

Отримані КТА-зображення порівняли з результатами УЗД сонних артерій з оцінкою ступеня стенозу, оклюзії тромбами, наявності компенсаторного посилення кровотоку, товщини комплексу «інтима-медіа», протяжності атеросклеротичної бляшки, гемодинаміки в місці стенозу та після ділянки стенозу, еластографічних параметрів, аналізом ризику цереброваскулярних подій (рис. 2).

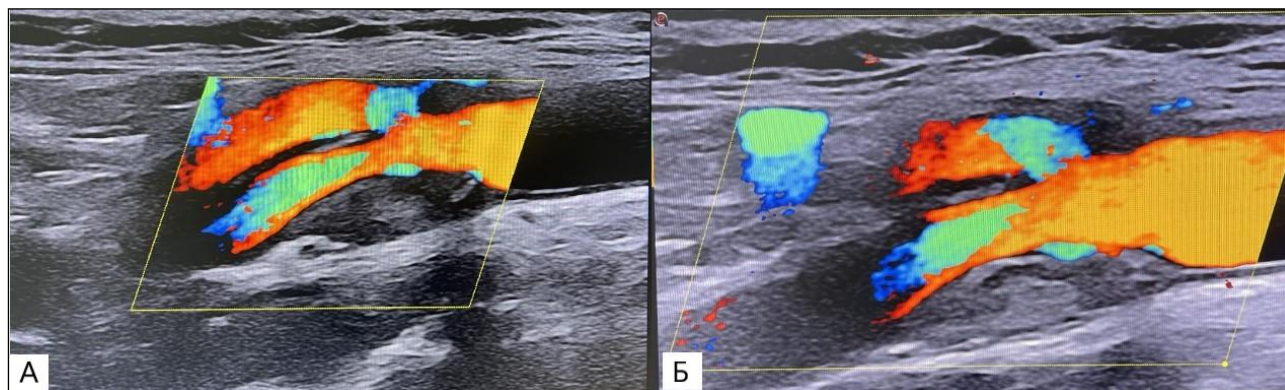


Рис. 2 А, Б. Ультразвукове сканування сонних артерій з атеросклеротичними масами пацієнта Б., 66 р., дослідної групи.

На рис. 2 А, Б представлено неоднорідні атеросклеротичні бляшки з перевагою ізоехогенного компоненту і початковим вогнищем склерозу, з тонкою фіброзною капсулою, рівним контуром, гладкою поверхнею, без ознак мікрокровопостачання, без ознак звирозкування, без тромботичних нашарувань. Атеросклеротична бляшка локально гемодинамічно незначна, стенозування просвіту 50% (за методом NASCET), нестабільна.

Було проведено порівняння ступеня стенозу методами УЗД та КТА, де встановлено прямий кореляційний зв'язок дуже високої сили за шкалою Чеддока ($r=0,934$ (довірчий інтервал: 0,881 – 0,964), $p<0,001$). Результат порівняння виміряного ступеня стенозу шляхом КТА та УЗД для дослідної групи представлено на рис. 3.

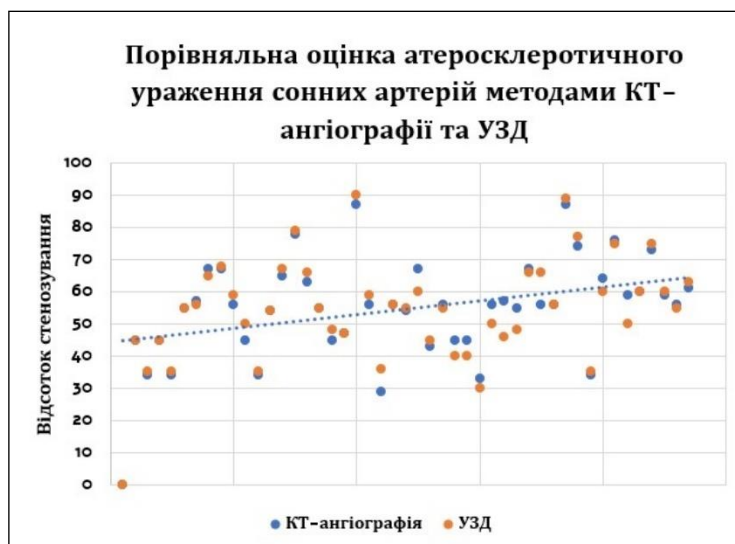


Рис. 3. Точкова діаграма з порівнянням можливостей ультразвукової діагностики в оцінці ступеня стенозу сонних артерій у порівнянні з «золотим» стандартом – комп'ютерно-томографічною ангіографією у групі дослідження.

Провівши безконтрастну МР-артеріографію з увагою на попередньо діагностовані атеросклеротичні зміни методом КТА було отримано інформацію про варіант розвитку судин, сигнал від кровотоку, наявність / відсутність аневризматичних розширень, тромбозу, артеріовенозних мальформацій, вазоневрального конфлікту. Слід зазначити, що на сигнал від плинку крові по артеріях впливають такі чинники, як турбулентність потоку крові, її швидкість руху та орієнтаційна спрямованість відносно магнітного поля. Для

атеросклеротичного ураження при МРТ були характерні непрямі ознаки, а саме: пристінкові дефекти наповнення, що найімовірніше відповідають бляшкам, посилення вигинів магістральних артерій (рис. 4. А, Б). Слід зазначити, що такі ознаки потрібно враховувати тільки спільно з проведенням КТА або УЗД, оскільки при безконтрастній МР-артеріографії частими є артефакти в сегментах артерій, розташованих паралельно площині сканування, які проявляються зниженням інтенсивності сигналу від кровотоку.

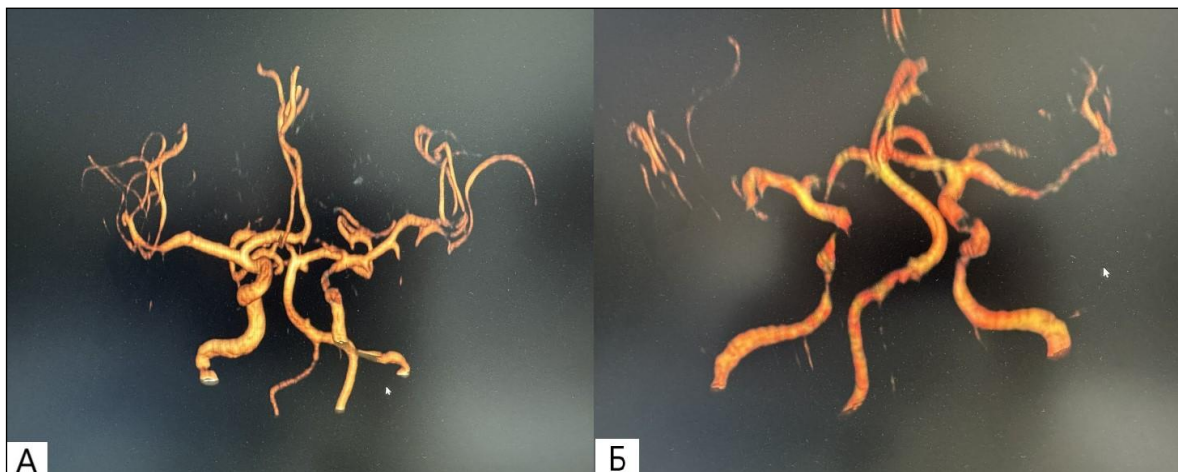


Рис. 4 А, Б. Безконтрастна магнітно-резонансна артеріографія судин голови та шиї з підозрою на атеросклеротичне ураження пацієнта К, 74 р., дослідної групи.

Як представлено на рис. 4. А при безконтрастній МР-артеріографії головного мозку відзначається варіант відходження правої задньої мозкової артерії від іпсилатеральної внутрішньої сонної артерії, з'єднаною комунікацією з основною артерією. Привертає увагу асиметрія інтенсивності сигналу від кровотоку по А1 сегментах передніх мозкових артерій – за рахунок переважання справа, а також по інтракраніальних сегментах вертебральних артерій – за рахунок переважання зліва. Спостерігається зниження інтенсивності сигналу від кровотоку по кавернозному сегменту лівої внутрішньої сонної артерії, найімовірніше, за рахунок

атеросклеротичних змін. Аневризматичних розширень та судинних мальформацій не виявлено. На рис. 4. Б пристінкові дефекти наповнення основної мозкової артерії, найімовірніше, відповідають атеросклеротичним бляшкам. Візуалізовано вигини магістральних артерій, які характерні для атеросклерозу. Зниження інтенсивності сигналу від кровотоку по обох внутрішніх сонних артеріях, більш ймовірно, присутнє за рахунок артефактів у сегментах, розташованих паралельно площині сканування.

Отримані результати корелюють із дослідженням R Xin et al. (2021), які використовуючи

МРТ, порівнювали ознаки вразливих атеросклеротичних бляшок у групах пацієнтів із симптомами та без них. Таким чином, за даними авторів у симптоматичних пацієнтів такі бляшки характеризувались більшою їх кількістю на протяжності сонних артерій, значнішим об'ємом внутрішньобляшкового крововиливу або тромбу та присутнім розривом фіброзного покриву [15]. Незважаючи на можливість діагностичних радіологічних процедур, за визначенням D. Rotzinger et al. (2023), – гістологія, все ще є золотим стандартом для визначення складу бляшок, зокрема при високому ризику настання ішемічних ускладнень внаслідок вразливих атеросклеротичних мас [16].

Як відомо, в ангіологічних дослідженнях, що стосуються атеросклеротичного ураження, додаткові постпроцесингові інструменти обробки візуалізаційної інформації дозволяють провести оцінку бляшки, ступеня перекриття судини нею, можливу деформацію чи аномальний хід судини та сформовані колатералі [17]. МРТ використовується у візуалізації складу бляшок сонної артерії завдяки багатопараметричним можливостям для чіткої диференціації жирової тканини, однак основними технічними обмеженнями стандартного МРТ потужністю 1,5 Тесла є складність ідентифікації ліпідного некротичного ядра через деякі технічні обмеження, головним чином пов'язані з артефактами руху [18-19]. КТА дозволяє оцінити каротидні низькоденсивні бляшки менше 60 HU, здебільшого ліпідного складу, а УЗД має високу інформаційну цінність в аналізі гіпоехогенних атеросклеротичних бляшок сонних артерій з ліпідним некротичним ядром [20-21]. Великі сподівання покладаються науковцями на можливості позитронно-емісійної томографії, суть якої вбачають у максимальному наближенні до фактичного метаболічного відображення процесів у сонних артеріях [22].

Висновки. Ультразвукова діагностика та реконструктивні постпроцесингові можливості комп'ютерної томографії були практично рівноцінними в оцінці ступеня стенозу з високою силою зв'язку ($r=0,934$) та високоінформативними зображеннями атеросклеротичних мас сонних артерій, у той час як безконтрастна магнітно-резонансна артеріографія дозволила запідозрити атеросклеротичне ураження, як ділянку дефекту наповнення без деталізації тканинних структур.

Перспективи подальших досліджень. Проведення порівняльної оцінки структурних елементів атеросклеротичних бляшок сонних артерій методами радіологічної і гістологічної діагностики із залученням таких морфологічних методик, як імуногістохімічне та електронно-мікроскопічне дослідження.

References.

1. Lenchuk TL, Matskevych VM, Vasyliuk SM. Radiological and pathohistological methods of estimation of peripheral segment of the arterial bed for objectivization of the diabetic foot syndrome. *Klinichna khirurgiia*. 2018;85:44–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.26779/2522-1396.2018.11.44>
2. Kobilyuk Y, Mytsyk Y, Borzhiievsky A, Vorobets D, Matskevych V. Dynamics of prostate cancer rate and mortality in Ukraine: current state of affairs. *Proc Shevchenko Sci Soc Med Sci*. 2020;62(2):79-86. Available from: <https://doi.org/10.25040/ntsh.2020.02.06>
3. Mytsyk Y, Borzhiievsky A, Dutka I, Shulyak A, Kowal P, Vorobets D, et al. Local recurrence of renal cell carcinoma after partial nephrectomy: applicability of the apparent diffusion coefficient of MRI as an imaging marker – a multicentre study. *Polish Journal of Radiology*. 2022;87:325–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.5114/pjr.2022.117593>
4. Matskevych V, Kamyshnyi O, Vasylyk VM, Grynovska MB, Lenchuk T, Fishchuk R, et al. Morphological prediction of lethal outcomes in the evaluation of lung tissue structural changes in patients on respiratory support with COVID-19: Ukrainian experience. *Pathology - Research and Practice*. 2023;245:154471. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prp.2023.154471>
5. Yang M, Miao S, Hu W, Yan J. Association between the dietary inflammatory index and all-cause and cardiovascular mortality in patients with atherosclerotic cardiovascular disease. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2024;34:1046–53. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2023.11.015>
6. Mughal MM, Khan MK, DeMarco JK, Majid A, Shamoun F, Abela GS. Symptomatic and asymptomatic carotid artery plaque. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*. 2014;9:1315–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1586/erc.11.120>
7. Saba L, Cau R, Murgia A, Nicolaidis AN, Wintermark M, Castillo M, et al. Carotid Plaque-RADS. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2024;17:62–75. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcmg.2023.09.005>
8. Fedorov SV, Didushko OM, Nyshchuk-Oliinyk NB, Pozur NZ, Bielinskyi MV, Herashchenko AS. Enhanced therapy for coronary artery disease and diabetes mellitus: impact on biomarkers and clinical outcomes. *International Journal of Endocrinology*. 2024;20:173–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.22141/2224-0721.20.3.2024.1385>
9. Zhao N, Yu X, Zhu X, Song Y, Gao F, Yu B, et al. Diabetes Mellitus to Accelerated Atherosclerosis: Shared Cellular and Molecular Mechanisms in Glucose and Lipid Metabolism. *Journal of Cardiovascular Translational Research*. 2023;17:133–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s12265-023-10470-x>
10. Herashchenko AS, Fedorov SV, Bielinskyi MV, Seredyuk NM, Kozlova IV. Predicting heart failure in patients with diabetes mellitus: galectin-3, sST2, and carotid thickness. *World of Medicine and Biology*. 2023;19:45. Available from: <http://dx.doi.org/10.26724/2079-8334-2023-2-84-45-49>
11. Edafe EA, Akpa MR. The Carotid Intima Medial Thickness Among Type 2 Diabetes Mellitus and Controls: A Cross Sectional Study. *International Journal of Innovative Research in Medical Science*. 2024;9:138–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.23958/ijirms/vol09-i03/1841>
12. Zhang J, Li S, Wu L, Wang H, Wang C, Zhou Y, et al. Application of Dual-Layer Spectral-Detector Computed Tomography Angiography in Identifying Symptomatic Carotid Atherosclerosis: A Prospective Observational Study. *Journal of the American Heart*

- Association. 2024;13(6). Available from: <http://dx.doi.org/10.1161/JAHA.123.032665>
13. Roy JM, Abbas R, Chong W, Muharemmi E, Hai Y, Morse C, et al. Correlation of Computed Tomography Angiography to Digital Subtraction Angiography in Carotid Stenosis with Real-World Assessment of Overestimation of Carotid Stenosis on Computed Tomography Angiography. *World Neurosurgery*. 2024. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2024.06.084>
 14. Saba L, Benson JC, Scicolone R, Paraskevas KI, Gupta A, Cau R, et al. Carotid artery calcium score: Definition, classification, application, and limits. *The Neuroradiology Journal*. 2024. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/19714009241252623>
 15. Xin R, Yang D, Xu H, Han H, Li J, Miao Y, et al. Comparing Symptomatic and Asymptomatic Carotid Artery Atherosclerosis in Patients With Bilateral Carotid Vulnerable Plaques Using Magnetic Resonance Imaging. *Angiology*. 2021;73:104–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/00033197211012531>
 16. Rotzinger DC, Magnin V, van der Wal AC, Grabherr S, Qanadli SD, Michaud K. Coronary CT angiography for the assessment of atherosclerotic plaque inflammation: postmortem proof of concept with histological validation. *European Radiology*. 2023;34:1755–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-023-10169-2>
 17. Sun J, Mossa-Basha M, Canton G, Balu N, Guo Y, Chen L, et al. Characterization of non-stenotic plaques in intracranial arteries with multi-contrast, multi-planar vessel wall image analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2022;31:106719. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2022.106719>
 18. Kanaya T, Noguchi T, Otsuka F, Asaumi Y, Kataoka Y, Morita Y, et al. Optical coherence tomography-verified morphological correlates of high-intensity coronary plaques on non-contrast T1-weighted magnetic resonance imaging in patients with stable coronary artery disease. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 2019;20(1):75–83. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ehjci/jej035>
 19. Mytsyk YuO, Pasichnyk SM, Kobilnyk YuS, Borzhiievskiy OA, Lychkovskyy OE, Kowal P, et al. Significance of ADC measurements as radiological MRI marker in detection of metastatic lymph node involvement in patients with prostate cancer. *Experimental Oncology*. 2023;44:142–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.32471/exp-oncology.2312-8852.vol-44-no-2.17810>
 20. David E, Grazhdani H, Aliotta L, Gavazzi LM, Foti PV, Palmucci S, et al. Imaging of Carotid Stenosis: Where Are We Standing? Comparison of Multiparametric Ultrasound, CT Angiography, and MRI Angiography, with Recent Developments. *Diagnostics*. 2024;14:1708. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/diagnostics14161708>
 21. Wysocki A, Fułek M, Macek P, Michałek-Zrąbkowska M, Kraik K, Połęba M, et al. Ultrasound Carotid Plaque Score and Severity of Coronary Artery Disease Assessed by Computed Tomography Angiography in Patients with Arterial Hypertension. *Diagnostics*. 2024;14:1101. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/diagnostics14111101>
 22. Cademartiri F, Balestrieri A, Cau R, Punzo B, Cavaliere C, Maffei E, et al. Insight from imaging on plaque vulnerability: similarities and differences between coronary and carotid arteries—implications for systemic therapies. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*. 2020;10:1150–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.21037/cdt-20-528>

UDC 615.849+616.133:616.13.002.2-004.6

POSSIBILITIES OF RADIOLOGICAL SCAN METHODS WITH POST-PROCESSING IMAGE RECONSTRUCTION IN THE ASSESSMENT OF ATHEROSCLEROTIC PLAQUES OF THE CAROTID ARTERIES

N.T. Segin

*Ivano-Frankivsk National Medical University,
Department of Radiology and Radiation Medicine,
Ivano-Frankivsk, Ukraine
ORCID ID: 0009-0000-3323-2690,
e-mail: radiaendo345@gmail.com*

Abstract. The aim. To establish the informativeness of the methods of computed tomography angiography, ultrasound diagnostics and magnetic resonance arteriography without contrast in patients with atherosclerosis of carotid arteries.

Materials and methods. During July 2022 - July 2024, 82 male patients were examined on the basis of the Neurological Pathology Diagnostic Center of the KNP "Regional Clinical Hospital of the Ivano-Frankivsk Regional Council". Forty-six of them were included in the study group with clinical signs of atherosclerotic lesions of the carotid arteries. Thirty-six patients with asymptomatic course of the carotid arteries atherosclerosis were chosen as the control group. Patients of both groups were aged 51-79 years, and were homogeneous in terms of concomitant diseases, duration of smoking and lipidogram results. Exclusion criteria from both cohorts were: the presence of arrhythmia, radiation treatment of oncological processes in the projection of the head and neck, diagnosed Alzheimer's disease or Fara's disease, lack of written informed consent to participate in the study, impaired legal capacity of the person, when the written consent cannot be considered truly conscious. CTA was performed using a 160-slice computer tomograph Aquilion Prime Toshiba Scanner TSX-302A (Toshiba) with SUREPlaque software to analyze atherosclerotic plaques and vessels in the Carotid CTA fast scanning mode. MRI of the head and neck with non-contrast MR-arteriography was performed using a 1.5 Tesla Phillips Achieva device using blood flow imaging sequences: s3DI MC (three-dimensional time of flight MR-angiography). Ultrasound of the carotid arteries was performed using the Esaote MyLab9eXP device using B-mode, Doppler mapping and elastography. Atherosclerotic plaques were assessed according to the new imaging-based classification - Carotid Plaque-RADS from 2024.

The results. According to the classification of Carotid Plaque-RADS, the following results were obtained according to visualization by ultrasound and CT methods: a combination of plaques of categories from Plaque-RADS 2 to Plaque-RADS 4, considering the types of each category, was detected in patients of both groups. There was no significant difference between the groups in the assessment of the structure of the atherosclerotic plaque ($p=0.616$). For the study group, the detection of the higher percentage of the stenotic lumen of the vessel was statistically different (median - 68.5% (interquartile range 9.75%)) compared to the control group (median - 60.0% (interquartile range 7.5%)) ($p=0.048$). A comparison of the degree of stenosis by ultrasound and CTA methods was carried out, where a direct correlation of very high strength according to the Chaddock scale was established ($r=0.934$

(confidence interval: 0.881 – 0.964), $p<0.001$). Atherosclerotic lesions were characterized by indirect signs on MRI, namely: wall filling defects, which most likely correspond to plaques, increased bends of main arteries.

Conclusions. Ultrasound diagnostics and reconstructive post-processing capabilities of computed tomography were practically equivalent in assessing the degree of stenosis with high correlation strength ($r=0.934$) and highly informative images of atherosclerotic masses of carotid arteries, while non-contrast magnetic resonance arteriography allowed to suspect atherosclerotic lesions as an area of a filling defect without detailed tissue structures.

Keywords: atherosclerosis, carotid arteries, ultrasound examination, computed tomography angiography, magnetic resonance imaging.

Стаття надійшла в редакцію 15.08.2024 р.

Стаття прийнята до друку 23.09.2024 р.