

КОРОНАРНІ ПАТОЛОГІЇ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МЕТОДІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ДІАГНОСТИКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто порівняльний аналіз сучасних методів візуалізації та функціональної діагностики патологій коронарних артерій. Розглянуто технічні характеристики та клінічну інформативність інвазивної коронарної ангіографії як стандарту сучасної діагностики, а також високоточних методів внутрішньосудинної візуалізації та неінвазивної КТ-ангіографії. Проаналізовано роль сучасного ангіографічного обладнання у забезпеченні точності 3D-реконструкції коронарного русла для подальших наукових та клінічних досліджень.

Ключові слова: коронарна ангіографія, внутрішньосудинний ультразвук, Комп'ютерна томографічна ангіографія, медична візуалізація, 3D-реконструкція.

Abstract

The paper reviews and compares modern methods for visualization and functional diagnosis of coronary artery pathologies, technical characteristics and clinical value of invasive coronary angiography, non-invasive coronary computed tomography angiography. Analyzed the role and availability of modern angiographic equipment and its impact on 3D reconstruction of the coronary vasculature for advanced scientific and clinical research.

Keywords: coronary angiography, intravascular ultrasound, Coronary computed tomography angiography, medical imaging, 3D reconstruction.

Вступ

Серцево-судинні захворювання (ССЗ) залишаються головною причиною смертності в Україні. Згідно з статистичними даними, на ССЗ припадає понад 60% усіх смертельних випадків у країні[1], серед яких ішемічна хвороба серця (ІХС), стає причиною майже половини всіх смертей від хвороб системи кровообігу.

Військовий стан в Україні сприяв тенденції зміщення віку виявлення інфарктів та ішемічних станів у більш молодий вік. Якщо раніше критичні серцеві події були характерні переважно для осіб віком від 60 років, то нині, в умовах хронічного стресу через війну, діагностування ІХС у віці 45–50 років стає дедалі частим явищем.

Ішемічна хвороба серця (ІХС) — це патологічний стан, що виникає внаслідок невідповідності між потребою серцевого м'яза (міокарда) у кисні та його реальним кровопостачанням. Ранішнє виявлення цих патологій є важливим для подальшого лікування пацієнта та збереження життя.

Методи діагностики коронарних патологій в Україні

Інвазивна коронарна ангіографія (КА)

Рентгенологічний метод дослідження, який дозволяє візуалізувати внутрішній просвіт (люмен) коронарних артерій шляхом введення в них рентгеноконтрастної речовини. Контрастна речовина затримує рентгенівські промені сильніше, ніж навколишні тканини, формуючи чітку «тінь» судини на детекторі, що дозволяє оцінити анатомію судин у динаміці та виявити місця звуження або закупорки.

Цей високотехнологічний метод, є світовим стандартом діагностики коронарних патологій у світі, особливо гострих станів(інфаркт). В Україні парк ангіографічного обладнання значно оновився завдяки урядовій програмі розбудови мережі реперфузійних центрів (для лікування гострого інфаркту міокарда)[2].

За даними державних закупівель за останні 10 років (dzo.com.ua, код закупівлі 33111721-1 (Цифрові ангіографічні апарати), основу парку ангіографів становлять:

- Philips: Azurion 3, Azurion 5, Allura Centron;

- Siemens: Artis zee, Artis pheno, Artis One;
- Canon: Alphenix (Core, Pure), Infinix-i;
- GE Healthcare: Innova IGS 530, Optima CLS.

Усі наведені вище моделі оснащені детекторами розміром 30x40 см та роздільною здатністю мінімум 1Kx1K пікселів при глибині сірого в 10/12 бітах доступні медичному персоналу у форматі DICOM.

В той час, як цей метод має високу ефективність у випадку гострих станів (інфаркт), він не завжди доречний для стабільних пацієнтів з захворюваннями серцево-судинної системи, так як статистично у понад 40% таких пацієнтів у результаті інвазивної ангіографії, знаходять чисті судини[3].

Тому, враховуючи ризики ангіографії (кровотеча, пошкодження судини, інсульт — хоч і рідко, <1%), Європейське товариство кардіологів (чиї протоколи використовує Україна) у ESC 2019/2024[4] рекомендує КТ-коронарографію (CCTA) як тест першої лінії для діагностики.

Комп'ютерна томографічна ангіографія коронарних артерій (CCTA)

Неінвазивний метод візуалізації, що базується на використанні рентгенівського випромінювання для створення детальних тривимірних зображень серця та коронарних судин. Він базується:

- *диференційній атенуації рентгенівських променів*: для створення контрасту судин від міокарду, пацієнту вводиться йодовмісна контрастна речовина, що підвищує коефіцієнт поглинання рентгенівських променів;
- *мультиспіральне сканування(MDCT) КТ ангіографів*: облаштовані багаторядними детекторами (мінімум 64 зрізи), що дозволяє отримати субміліметрові зрізи і візуалізувати коронарні артерії.
- *ЕКГ-синхронізація (ECG Gating)*: враховуючи, що серце перебуває постійно у русі, синхронізація дозволяє робити сканування лише у певні фази серцевого ритму, для зменшення артефактів розмиття, викликаних скороченням серця.

Отримані дані зрізів математично обробляються і реконструюються і об'ємну структуру (volume rendering), яку аналізує лікар як коронарне дерево у будь-якій проекції.

Україна за останні 5 років здійснила якісний перехід в оновленні матеріально-технічна бази і закупівлі сучасних томографів класу 64-160 зрізів. Лише у 2020 було закуплено 161 томограф.

За даними державних закупівель (dzo.com.ua), були придбані наступні моделі томографів, придатних для КТ ангіографії:

- Canon Aquilion Prime SP (160 зрізів);
- Canon Aquilion CXL / Lightning (64/80 зрізів);
- Siemens SOMATOM go.Top (64/128 зрізів);
- GE Revolution Maxima (64/128 зрізів);
- Philips Incisive CT (128 зрізів).

Більшість державних закупівель також включає просунуті програмні комплекси для кардіоаналізу - Calcium Scoring, Vessel Analysis.

Наявність у понад 150 нових томографів класу 64-160 зрізів дозволяє впроваджувати КТ-коронарографії як базовий метод скринінгу, згідно з європейськими рекомендаціями.

Внутрішньосудинний ультразвук (IVUS)

Інвазивний метод дослідження коронарних артерій. Проводиться під час ангіографії. Принцип методу полягає у введенні мініатюрного ультразвукового перетворювача в коронарну артерію[5].

IVUS використовує високі частоти (20-60 МГц), що на відміну від класичного УЗД обмежує глибину проникнення у декілька міліметрів, чого достатньо для дослідження складу стінок коронарної артерії.

Цей метод дає можливість отримати та візуалізувати наступні параметри, недоступні КА та CCTA:

- Точне вимірювання параметрів судин, що дозволяє точніше підібрати розмір стенту та його подальше розміщення;
 - Структуру шарів стінки судини;
 - Виявлення бляшок на зовнішній стороні судин (що не звужує просвіт, але має ризик розриву).
- Цього не видно на КА, оскільки анаграфічно така судина виглядає робочою;
- Отримання характеристик бляшок (м'які, фіброзні та кальцифіковані).

В Україні цей метод використовується у високоспеціалізованих установах, спеціалізованих на складних втручаннях в роботу серця:

- Інститут серця МОЗ України;
- Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М.М. Амосова;
- ННЦ «Інститут кардіології ім. М.Д. Стражеска»

Обмежуючим фактором такого дослідження також є його висока вартість, обумовлена вартістю одноразового датчика/катетера. Також, враховуючи високо-інвазивний характер такого дослідження, призначення його має бути підтверджено клінічними показниками:

- ураження стовбура лівої коронарної артерії;
- нечітка/неоднозначна ангіограма;
- оптимізація стентування;

В Україні використовуються катетери Philips Volcano та Boston Scientific.

Висновки

У даній роботі було розглянуто сучасні підходи та методи до візуалізації коронарних патологій, що використовуються в Україні: від базової і доступної коронарної ангіографії до спеціалізованого дослідження використовуючи внутрішньосудинний ультразвук (IVUS) та стан матеріального забезпечення закладів медицини України. Отримані результати дозволяють сфокусувати подальші дослідження враховуючи наявне обладнання та методи, що вже застосовуються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Резолюція круглого столу на тему: «Стань на варті свого серця – активізація заходів для подолання поведінкових факторів ризику серцево-судинних захворювань», м. Київ, 29 вересня 2023 р. [Електронний ресурс]. URL: <https://komzdrav.rada.gov.ua/uploads/documents/33265.pdf> (звернення 01.02.2026).
2. Українці отримали доступ до сучасних технологій, що рятують життя при гострому інфаркті міокарду. [Електронний ресурс] / Міністерство охорони здоров'я України. –URL: <https://moz.gov.ua/uk/ukrainci-otrimali-dostup-do-suchasnihi-tehnologij-scho-rjatuju-zhittja-pri-gostro-mu-infarkti-miokardu#> (дата звернення 01.02.2026).
3. The DISCHARGE Trial Group. CT or Invasive Coronary Angiography in Stable Chest Pain / The DISCHARGE Trial Group. – The New England Journal of Medicine. – 2022. – Vol. 386, No. 17. – P. 1591–1602. – DOI: 10.1056/NEJMoa2200963.
4. Knuuti J., Wijns W., Saraste A. [et al.]. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. European Heart Journal. 2020. Vol. 41, Is. 3. P. 407–477. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz425>.
5. Johnson T. W., Räber L., di Mario C. [et al.]. Clinical use of intracoronary imaging. Part 1: guidance and optimization of coronary interventions. European Heart Journal. 2019. Vol. 40, Is. 31. P. 2566–2584. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz332>.

Мисловський Ігор Валерійович — аспірант кафедри БМІОЕС, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: igor.myslovskyy@gmail.com;

Заболотна Наталія Іванівна — доктор технічних наук, доцент, професора кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: natalia.zabolotna@vntu.edu.ua.

Ihor Myslovskyy — Postgraduate Student of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: igor.myslovskyy@gmail.com.

Natalia Zabolotna — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: natalia.zabolotna@vntu.edu.ua