

Еволюція діагностики в кардіології

В.Ф. Петров, О.В. Щур, Р.В. Яремкевич

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна

Анотація. Стрімкий розвиток кардіології привертає увагу як методами лікування, так і засобами діагностики. Від останніх залежать правильність і своєчасність лікувальної тактики. **Мета:** дослідити етапи становлення сучасних принципів кардіологічної діагностики. **Результати.** В оглядовій статті проведено дослідження основних етапів розвитку діагностичних методик у кардіології. Виділено три історичних періоди. Перший період (від доісторичних часів до XVII ст.) характеризується відсутністю правильних знань про функціонування серцево-судинної системи і несистемністю в діагностиці. Перший період завершився з відкриттям кіл кровообігу. У другий період (XVII ст.–середина XX ст.) на підставі сучасних засад гемодинаміки відбувся розквіт фізикальних методів діагностики. Третью періоду (середина XX ст.–сьогодення) притаманний розвиток технічних приладів, а саме комп'ютерної томографії, ехокардіографії і магнітно-резонансної томографії. Три візуалізаційні методики пройшли шлях до суттєвого підвищення якості та інформативності зображень. Завдяки цим технологіям вперше в історії людства прижиттєво візуалізують серце у три- і чотиривимірному функціонуючому стані. **Висновок.** Кардіологічна діагностика пройшла етапну еволюцію від окремих спостережень до візуалізаційних технологій високого ступеня розрішення. Зростаючі можливості і доступність відповідних апаратів вимагають від кардіологів володіння навиками проведення цих обстежень та інтерпретації отриманих даних.

Ключові слова: діагностика, аускультация, томографія, ехокардіографія.

Вступ

Еволюцію діагностики в кардіології поділяють на три періоди. Перший період тривав з доісторичних часів до XVII ст. Цей період характеризується відсутністю правильних знань про функціонування серцево-судинної системи і несистемністю діагностики. Другий період почався з відкриттям замкнутих кіл кровообігу у XVII ст. і завершився в середині XX ст. Під час цього періоду відбувся розквіт фізикальних методів діагностики, на основі яких лікарі почали створювати цілісну уяву про нормальну роботу та захворювання серця. Третій період розпочався в середині XX ст. і триває досі. У третій період інженери та науковці створюють прилади, які дають можливість прижиттєво спостерігати за станом серця та судин.

Давній період (до XVII ст.)

Від найдавніших часів і до епохи Просвітництва лікарі дізнавалися, що у людини настала хвороба серця, за її скаргами або на підставі симптомів, які отримували найпростішими методами фізикального обстеження [1]. До наших днів збережені оригінали стародавніх текстів, що навіть сьогодні дивують своєю спостережливістю.

Папіруси Древнього Єгипту (4 тисячоліття до н.е.) містять типові скарги при ішемічній хворобі серця: «Якщо ви обстежуєте людину на предмет хвороби серця, а вона має біль у руках, грудях і з боку серця... то це загрожує життю» [2]. У Гіппократа (IV–III ст. до н.е.), в його трактаті «Прогностика» знаходимо картину зниження серцевого викиду і централізації кровообігу: «Якщо голова, руки і ноги холодніють, а живіт і боки теплі, то це віщує недобре. Але якщо все тіло рівномірно тепле і м'яке, то це дуже добре» [3]. Китайський лікар Ван Шу-Хе (II–III ст. н.е.) в «Книзі про пульс» описав тахікардію і знижену варіабельність пульсу, імовірно, спостерігаючи надшлуночкову тахікардію: «Якщо тип серцебиття стає таким же регулярним, як дзюбання дятла або падіння крапель з даху, пацієнт помре через 4 дні» [4].

Акуратність і точність древніх описів цікаві насамперед тим, що до XVII ст. лікарі не мали правильної уяви про роль серця в життєдіяльності організму. Було зрозуміло, що із зупинкою серця зникає життя, а зміни пульсу можуть вказати на «втому» серця, але механізми цих зв'язків залишалися та-

ємницею. Розглянемо розвиток знань про серце і судини, щоб зрозуміти появу і розвиток досконаліших методів діагностики.

Як відомо, в трупному організмі кров збирається у венах і відсутня в артеріях. Тому стародавні дослідники, які проводили розтини, виявляли, що вени заповнені кров'ю, а артерії — повітрям. Крім того, оскільки у венах біля печінки завжди відмічали згустки, було зроблено висновок про те, що саме печінка викликає рух крові. На підставі робіт попередників і власних спостережень Клавдій Гален (Древній Рим, II ст. н.е.) висунув теорію, що кров утворюється в печінці і з неї по нижній порожнистій вені розноситься до внутрішніх органів. Кров потрапляла до правого шлуночка і звідти, на думку Галена, менша частина текла по легеневої артерії до легень, а більша частина через дрібні отвори в міжшлуночкової перегородці потрапляла до лівого шлуночка, де змішувалася з «життєвою силою». Додамо, що пульсація артерій розглядалася як самостійне явище, не пов'язане із систолою шлуночків [5]. Ця теорія залишалася єдиним дозволеним трактуванням функції печінки, серця, судин і крові протягом наступних 15 століть, що, очевидно, гальмувало розвиток медицини загалом, а особливо вчення про серце.

Можна виділити декілька причин, які змушували кардіологію залишатися на зачатковому рівні. До них відносимо заборони проти проведення розтинів людини в Стародавньому Світі і Середньовіччі та, як наслідок, обмежені знання анатомії серцево-судинної системи. Достатньо вказати, що перший повноцінний атлас анатомії людини належить Андреасу Везалію (Італія, XVI ст.), в якому зі всією очевидністю заперечено існування Галенівських отворів у міжшлуночкової перегородці [6]. Поряд з недосконалою базою фактичних даних не менш вагомою проблемою був спосіб вивчення цього матеріалу, оскільки замість логічного аналізу даних медицини користувалися догмами, які часто не мали жодного зв'язку з побаченням.

Становлення кардіології (XVII–XX ст.)

У XIV ст. міста-держави Відродження почали видавати дозволи на проведення розтинів трупів людей, а з XVI ст. дослідники все частіше вказували на суперечності трактатів Галена. Поряд з цим в Європі настала епоха Просвітництва, яка проголосила віру в розум і науковий метод у вивченні світу.

Науковий метод вимагав заперечення надприродного початку, логічну побудову висновків на основі лише доведених спостережень чи експериментів, простий і неупереджений виклад матеріалу. Вільям Гарвей (Англія) у XVII ст. застосував науковий метод, піддав сумніву уявлення Галена, врахував дослідження останніх десятиліть, виконав велику кількість розтинів, провів низку спостережень та експериментів на живих тваринах. Гарвей правильно проаналізував накопичений матеріал і дійшов висновку, що кров повинна послідовно циркулювати через легені, потім через внутрішні органи і повертатися венами до серця. В. Гарвей запропонував теорію закритої циркуляції крові з центральною роллю серця в ній у тому вигляді, який прийнято сьогодні. З цього часу фізикальні дані перестали бути знахідками, причини яких залишалися без цілісних пояснень, а почали формувати логічну і зрозумілу систему. Водночас спектр можливих обстежень став на шлях постійного удосконалення й розширення.

Пальпація була відома ще з древніх часів, проте тепер її роль для обстеження серця оцінена заново. У своїй фундаментальній книзі «Про рух серця» (1628 р.) В. Гарвей викрив причину верхівкового поштовху: *«Таким чином, наступні події відбуваються разом або одночасно: серце напружується, вдаряє верхівкою, що відчувається ззовні грудної стінки ударом... і з силою виштовхує кров скороченням шлуночків»* [7].

Пульсація вен шиї, яка до цього часу взагалі ігнорувалася, вперше описана у пацієнтів з недостатністю трикуспідального клапана Джованні Ланчізі (Італія) у XVII ст., більш глибоко вивчена в XIX–XX ст. Сучасні принципи аналізу венозного пульсу розробив Джеймс МакКензі (США). У своїй книзі «Дослідження пульсу» (1902 р.) він пояснив: *«Вивчаючи венний пульс, ми часто отримуємо в руки інструмент спостереження тих процесів, які відбуваються під час систоли і діастолі правого передсердя, а також систоли і діастолі правого шлуночка... можна судити про такі нюанси хворого, які не чинять видимого впливу на артеріальний тиск»* [8].

Аускультация серця, яка сьогодні посідає чи не центральне місце в підготовці лікарів, відома з древніх часів у вигляді так званої безпосередньої аускультатії, коли лікар прикладав вухо до грудної стінки пацієнта. Аускультация отримала суттєвий поштовх до розвитку від Рене Лаеннека (Франція) у 1816 р.: *«Я щільно згорнув аркуш паперу, один кінець якого приставив до ділянки серця, а інший до вуха. Я був настільки ж здивований, як і втішений тим, що міг чути удари серця набагато голосніше та точніше, ніж це мені уявлялося при безпосередньому прикладанні вуха»* [9]. Лаеннек сконструював дерев'яний стетоскоп із змінними насадками різного діаметра та запропонував термін цього приладу. Вже в 1851 р. Артур Леард (Ірландія) удосконалив модель від однопросвітної трубки до бінаурального стетоскопа, який застосовують досьогодні [10].

Карл фон Вірордт (Німеччина) у 1855 р. висловив думку, що тиск, з яким треба стиснути артерію, відповідає тиску всередині артерії. Він створив апарат, який стискав променеву артерію людини з дозованою силою. У наступні десятиліття запропоновані різні модифікації таких приладів, найуспішніший з яких належав Сципіоне Ріва-Роччі (Італія, 1896 р.): *«Сфігмоманометрія побудована на принципах Вірордта... Сфігмоманометр накладають на одну з великих гілок аорти, а саме плечову. Оскільки плечова артерія є прямим продовженням підключичної... то замір відповідає тиску в самій аорті (якщо обрана ліва рука) або плечоголовному стовбурі (якщо обрана права рука)»* [11]. Під час вимірювання тиску лікар пальпував променеву артерію і в такий спосіб дізнавався про систолічний артеріальний тиск. Сфігмоманометрія

Ріва-Роччі мала лише один значущий недолік, а саме неможливість вимірювання діастолічного тиску. Цю проблему вдалося вирішити Миколі Короткову у 1905 р., який представив аускультативні феномени в артерії під час вимірювання артеріального тиску за Ріва-Роччі: *«Нарешті всі звуки зникають. Час зникнення звуків вказує на вільне проходження потоку крові; іншими словами, в момент зникнення чи значного приглушення тонів найнижчий тиск в артерії зрівнявся з тиском у манжеті»* [11].

Попри свою значущість і в сучасній кардіології, всі фізикальні методики мають спільний недолік — вони не показують, як насправді працює серце і в чому саме полягають зміни серцевих структур. Замість цього дані фізикального обстеження ставлять лікаря на початок індуктивного пошуку, в кінці якого належить створити уявлення про такий стан серця, який найімовірніше міг викликати виявлені симптоми. Методи, які дозволили візуалізувати серце та судини, розроблені завдяки інтенсивному розвитку природничих наук.

Променева діагностика (XX–XXI ст.)

У другій половині XIX ст. фізики зацікавилися вивченням властивостей електронів, які випромінюються катодом у вакуумі. Для цього були сконструйовані скляні лампи із запаяними в них електродами. Найвідоміша конструкція такої лампи належала Вільяму Круксу (Англія), розроблена в 1869–1875 рр. Власну модель лампи виготовив Іван Пулюй (Україна) у 1881 р. і, користуючись нею, поглиблено дослідив катодні промені та світло, яке вони випромінюють, опублікувавши свої результати в 1880–1883 рр. Одну або кілька зі своїх ламп І. Пулюй надав у користування Вільгельму Рентгену (Німеччина). В. Рентген виявив, що з газорозрядної лампи виходять промені, які проникають крізь дерево і папір, але затримуються металами. Згодом ним виявлено, що невідомі, або «ікс»-промені, затримуються скелетними кістками. Рукопис відкриття і перша рентгенограма представлені Рентгеном у 1895 р. [12]. Проте в кардіологічних дослідженнях особливо корисною виявилася не рентгенологічна тінь серця у прямій і бокових проєкціях, а технологія ангіографії. Егас Монізі (Італія) у 1927 р. виконав першу ангіографію, на ній візуалізовані артерії головного мозку. Вернер Форсманн (Німеччина) у 1929 р. ввів сечовий катетер у своє праве передсердя під рентгеноконтролем, а в 1931 р. спробував провести першу контрастну ангіокардіографію [13]. У 1960-х роках запропонована селективна коронарографія, а вдосконалення цієї техніки, запропоновані Мелвіном Джадкінсом (США), використовують досьогодні [14].

У середині XX ст. в арсеналі дослідників з'явилися електронно-обчислювальні машини і способи швидшого обчислення математичних даних з великою кількістю невідомих. Годфрі Хаунсфілд (Англія) розробив систему, яка подавала Х-промені в одну ділянку під різними кутами і одночасно приймала пропущені промені. При цьому отримані показники поглинання Х-променів розраховувалися комп'ютером і видавалися у вигляді зображення, яке відповідало аксіальному зрізу тіла. Годфрі Хаунсфілд представив комп'ютерний томограф в 1971 р., а перша комп'ютерна томографія (КТ) серця з електрокардіографічною синхронізацією виконана Йо Ічіроу Умегаки (Японія) в 1976 р. У томографах ранніх поколінь сканер покроково рухався над пацієнтом, при цьому зображення серця мало відносно невисоку якість [15]. Наприкінці 1980-х років томографи отримали сучасний вигляд, а саме порт у вигляді тунелю, в який завдяки технології контактних кілець вмонтовані рухома катодна трубка і детектор (обертаюча кільцепо-

дібна установка має назву «гентрі»). У томографах, виготовлених у 1990-х роках, для прийому зрізу від одного оберту гентрі в детекторі була одна прийомна доріжка. Пізніше завдяки зменшенню розмірів елементів детектора та удосконаленню обчислювальної техніки для одного зрізу в детектор вдалося вмістити 2 (1992 р.), 4 (1998 р.), 16 (2001 р.), 64 (2004 р.), 128 (2007–2008 рр.), 256 (2007–2008 рр.) і 320 (2007–2008 рр.) доріжок. Частота зрізів важлива тим, що зі зростанням зменшується час обертання гентрі, що дає можливість швидше сканувати серце, яке рухається, а також зменшити товщину зрізу, що особливо важливо для візуалізації детальної анатомії. Перші достовірні КТ серця були можливі на 16-зрізових томографах, але для досить якісного зображення серця і коронарних артерій сьогодні вимагається томограф не менше 64 зрізів [14, 15]. Останніми досягненнями КТ серця є фазне контрастування (1994 р.), визначення індексу коронарного кальцію (1990-ті роки), резерв коронарного кровоплину (*англ.* fractional flow reserve, 1993 р.), КТ-коронарографія (1999 р.), КТ з двома катодними трубками (2005 р.), визначення ступеня послаблення інтенсивності сигналу вздовж просвіту коронарної артерії (*англ.* transluminal attenuation gradient, 2010 р.), міокардіальна перфузія (2010-ті роки), фотонний підрахунок (2015 р.) і КТ з надвисоким розрішенням (2018 р.) [15–19].

Окрім Х-променів, наприкінці XIX ст. зроблене ще одне фундаментальне відкриття, яке розширило можливості візуалізації серця. Жак і П'єр Кюрі (Франція) у 1880 р. виявили, що під дією змінного електричного струму деякі кристали здатні деформуватися з дуже високою частотою і в такий спосіб випромінювати ультразвук. Науковці швидко знайшли, як можна практично застосувати відкритий п'єзоелектричний ефект. Наприклад, створені генератори ультразвуку для сканування металу, які виявляли внутрішні деформації у промислових виробках [20]. Інге Едлер (Швеція) і Карл Герц (Німеччина) позичили в компанії «Siemens» такий генератор ультразвуку і просканували ним заповнене водою серце. Так, встановлено, що для ідентифікації неоднорідностей серця найкраще обрати частоту ультразвуку 2,5 МГц. Едлер і Герц використали промисловий 2,5 МГц ультразвуковий генератор і в 1953 р. отримали перше зображення задньої стінки лівого шлуночка в М-режимі [21]. Спочатку цю роботу зустріли досить критично, проте наприкінці 1960-х років методику активно підтримував Гарвей Фейгенбаум (США). Г. Фейгенбаум заснував перші навчальні курси ультразвукової діагностики серця і запропонував термін «ехокардіографія» (ЕхоКГ) (за аналогією з ехоenceфалографією в неврології) [21]. У наступні десятиліття ЕхоКГ збагатилася такими технологіями, як двовимірна ЕхоКГ (1971 р.), кольорова і спектральна доплерографія (1970-ті роки), ЕхоКГ з тривимірними реконструкціями (1974 р.), черезстравохідна ЕхоКГ (1980 р.), ЕхоКГ з контрастним підсиленням (1988 р.), ЕхоКГ напруги (1988 р.), тканинна доплерографія (1992 р.), внутрішньосерцева ЕхоКГ (1993 р.) [20–22].

Явище ядерного магнітного резонансу (ЯМР), описане в 1946 р. Феліксом Блохом і Едвардом Парселом (США), стало ще одним відкриттям, яке забезпечило розвиток візуалізаційних методів діагностики. ЯМР полягає у властивості ядер атомів поглинати чи випромінювати електромагнітну енергію під дією зовнішнього магнітного поля. Виділену енергію можна зареєструвати і перетворити на графічне зображення. Перші ЯМР-томографії фізичних тіл виконані Полом Лаутербуром (США) у 1973 р., через декілька років дослідниками проведено томографію рук і грудної клітки [14, 23]. Попри відсутність опромінювального ефекту, у суспільстві термін «ядерний магнітний резонанс» викликав негативні асоціації з радіоактив-

ністю і тому в 1980-х рр. замінений на «магнітно-резонансну томографію» (МРТ). МРТ-дослідження серцево-судинної системи в нормі і при патології розпочалися у 1983 р. [24]. Перші апарати вимірювали випромінювання енергії в момент часу позовжньої релаксації T1, в середині 1990-х років для серцево-судинної системи запропоновано будувати зображення на основі часу поперечної релаксації T2 [14]. До технік МРТ, які стали невід'ємними при обстеженні серця, належать кінопетля (1988 р.), тегування міокарда (1988 р.), візуалізація потоку крові в кольорі (1991 р.), контрастне підсилення гадолінієм (1994 р.), дифузійно-тензорне зображення (1994 р.), МРТ-коронарографія (2000 р.), оцінка метаболічної активності міокарда (*англ.* chemical exchange saturation transfer, 2000-ті роки), напруга міокарда (*англ.* strain, 2010-ті роки) і чотири-вимірне сканування з одночасним зображенням структури та кровоплину (2010-ті роки) [14, 25–28].

Таким чином, можна виділити три періоди еволюції діагностики в кардіології. Перший охоплює період з доісторичних часів до XVII ст. Він характеризується відсутністю правильних знань про функціонування серцево-судинної системи і, відповідно, сам підхід до впізнання хвороби серця був несистемним. Другий період почався з відкриттям замкнутого кола кровообігу у XVII ст. і завершився в середині XX ст. У цей час відбувся розквіт фізикальних методів діагностики, на основі яких лікарі почали створювати цілісну уяву про захворювання та роботу серця. Третій період розпочався в середині XX ст. і триває досі. Йому притаманний розвиток технічних приладів, які візуалізують працююче серце і показують деталі його структур. В останній період, очевидно, доцільно відокремити перші десятиліття XXI ст., оскільки в цей час КТ, МРТ й ЕхоКГ розвиваються особливо швидко за рахунок стрімкого зростання потужності обчислювальної техніки. Завдяки цьому вперше в історії людства прижиттєво візуалізують серце у три- і чотиривимірному функціонуючому стані. Зростаючі технічні можливості роблять діагностику в кардіології більш точною, своєчасною і достовірною [29–30].

Висновок

Фізикальні методи діагностики через дешевизну і клінічну цінність залишаються обов'язковими в кардіологічній діагностиці. У той самий час можна очікувати зменшення частки їх застосування на користь візуалізаційних методів діагностики. Зростаючі можливості і доступність апаратів для проведення КТ, МРТ і ЕхоКГ вимагають від кардіологів володіння навиками проведення цих обстежень або інтерпретації отриманих даних.

Конфлікт інтересів

Відсутній.

Список використаної літератури

1. Phoon C.K.L. (2000) Must doctors still examine patients? *Perspect. Biol. Med.*, 43(4): 548–561. doi.org/10.1353/pbm.2000.0050.
2. Boisaubin E. (1988) Cardiology in ancient Egypt. *Tex. Heart Inst. J.*, 15(2): 80–85. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15227256/.
3. Hippocrates (2016) The book of prognostics. The Big Nest. www.scribd.com/book/382439502/The-Book-of-Prognostics.
4. Cheng T.O. (2000) Decreased heart rate variability as a predictor for sudden death was known in China in the third century A.D. *Eur. Heart J.*, 21(24): 2081–2082. doi.org/10.1053/euhj.2000.2232.
5. Aird W.C. (2011) Discovery of the cardiovascular system: from Galen to William Harvey. *J. Thromb. Haemost.*, 9(15): 118–129. doi.org/10.1111/j.1538-7836.2011.04312.x.
6. Barr J. (2015) The anatomist Andreas Vesalius at 500 years old. *J. Vasc. Surg.*, 61(5): 1370–1374. doi.org/10.1016/j.jvs.2014.11.080.

7. Carty J.A. (Ed.) (2016) On the motion of the heart and blood in animals. Eugene: Wipf and Stock Publishers.
8. Mackenzie J. (1902) The study of the pulse: arterial, venous, and hepatic, and of the movements of the heart. Edinburgh: Pentland Press. wellcomecollection.org/works/r29u5ba4.
9. Roguin A. (2006) Rene Theophile Hyacinthe Laënnec (1781–1826): The man behind the stethoscope. *Clin. Med. Res.*, 4(3): 230. doi.org/10.3121/cmr.4.3.230.
10. Montinari M.R., Minelli S. (2019) The first 200 years of cardiac auscultation and future perspectives. *J. Multidiscip. Healthc.*, 12: 183. doi.org/10.2147/JMDH.S193904.
11. Booth J. (1977) A short history of blood pressure measurement. *Proc. R. Soc. Med.*, 70(11): 793–799. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1543468/.
12. Pidvalna U., Plyatsko R., Lonchyna V. (2021) Ivan Puluj and the discovery of X-rays. *Proceeding of the Shevchenko Scientific Society Medical Sciences*, 64(1): 180–190. [In Ukrainian]. mspss.org.ua/index.php/journal/article/view/388.
13. Forssmann-Falk R. (1997) Werner Forssmann: a pioneer of cardiology. *Am. J. Cardiol.*, 79(5): 651–660. doi.org/10.1016/S0002-9149(96)00833-8.
14. de Roos A., Higgins C.B. (2014) Cardiac radiology: centenary review. *Radiology*, 273(2 Suppl.): S142–S159. doi.org/10.1148/radiol.14140432.
15. Hurlock G.S., Higashino H., Mochizuki T. (2009). History of cardiac computed tomography: single to 320-detector row multislice computed tomography. *Int J Cardiovasc Imaging*, 25 (Suppl 1): 31–42. doi.org/10.1007/s10554-008-9408-z.
16. Kwan A.C., Pourmorteza A., Stutman D. et al. (2021) Next-generation hardware advances in CT: cardiac applications. *Radiology*, 298(1): 3–17. doi.org/10.1148/radiol.2020192791.
17. Heseltine T.D., Murray S.W., Ruzsics B., Fisher M. (2020) Latest advances in cardiac CT. *Eur. Cardiol. Rev.*, 15. doi.org/10.15420/scr.2019.14.2.
18. van der Bijl N., Geleijns J., Joemai R.M.S. et al. (2011). Recent developments in cardiac CT. *Imaging in Medicine*, 3(2). doi.org/10.2217/iim.11.7.
19. Tian X.W., Ma A.L., Zhou R.B. et al. (2020) Advances in cardiac computed tomography functional imaging technology. *Cardiology (Switzerland)*, 145(10). doi.org/10.1159/000505317.
20. Kaproth-Joslin K.A., Nicola R., Dogra V.S. (2015) The history of US: from bats and boats to the bedside and beyond. *Radiographics*, 35(3): 960–970. doi.org/10.1148/rg.2015140300.
21. Singh S., Goyal A. (2007) The origin of echocardiography: a tribute to Inge Edler. *Tex. Heart Inst. J.*, 34(4): 431. pmc/articles/PMC2170493/.
22. Maleki M., Esmailzadeh M. (2012) The evolutionary development of echocardiography. *Iran J. Med. Sci.*, 37(4): 222–232.
23. Pohost G.M. (2008) The history of cardiovascular magnetic resonance. *JACC Cardiovasc. Imaging*, 1(5): 672–678. doi.org/10.1016/j.jcmg.2008.07.009.
24. Herfkens R.J., Higgins C.B., Hricak H. et al. (1983) Nuclear magnetic resonance imaging of the cardiovascular system: normal and pathologic findings. *Radiology*, 147(3): 749–759. doi.org/10.1148/radiology.147.3.6601813.
25. Prince M.R. (1994) Gadolinium-enhanced MR aortography. *Radiology*, 191(1): 155–164. doi.org/10.1148/radiology.191.1.8134563.
26. Riederer S.J., Wright R.C., Ehman R.L. et al. (1991) Real-time interactive color flow MR imaging. *Radiology*, 181(1): 33–39. doi.org/10.1148/radiology.181.1.1887053.
27. Lee S.E., Nguyen C., Xie Y. et al. (2019). Recent advances in cardiac magnetic resonance imaging. *Korean Circ. J.*, 49(2): 146. doi.org/10.4070/KCJ.2018.0246.
28. Salerno M., Sharif B., Arheden H. et al. (2017) Recent advances in cardiovascular magnetic resonance techniques and applications. *Circ. Cardiovasc. Imaging*, 10(6). doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.116.003951.
29. Udelson J.E. (2020) Testing our tests: the evolution of evidence for cardiac imaging. *Trans. Am. Clin. Climatol. Assoc.*, 131: 25–32.
30. Choi A.D., Geske J.B., Lopez-Mattei J.C. et al. (2020) Cardiovascular imaging through the prism of modern metrics. *JACC Cardiovasc. Imaging*, 13(5): 1256–1269. doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.03.003.

Evolution of diagnostics in cardiology

V.F. Petrov, O.V. Shchur, R.V. Yaremkevych

Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

Abstract. The rapid development of cardiology draws attention to both therapeutic methods and diagnostic tools. The correctness and timeliness of management depends on the latter. **Aim:** to investigate the stages cardiac diagnostics modern principles development. **Results.** This review investigates the key stages of cardiovascular diagnostic techniques development. Three historical periods were identified. The first period (from prehistoric times to the 17th century) is characterized by a lack of correct knowledge about the functioning of the cardiovascular system and thus diagnostic was non-systematic. The first period ended up with the discovery of blood circulation circles. In the second period (17th century–mid-20th century) physical methods of diagnosis flourished utilizing modern understanding hemodynamics basis. The third period (mid 20th century–the present) is characterized by the development of technical devices, namely computer tomography, echocardiography, and magnetic resonance imaging. Three visualization techniques have made their way to significantly improve the quality and informativeness of images. Due to these technologies, for the first time in the history of mankind, the heart is visualized in a three- and four-dimensional functioning state. **Conclusion.** Cardiology diagnostics has undergone a step-by-step evolution from occasional observations to high-resolution imaging technologies. The growing capabilities and availability of appropriate devices require from cardiologists to have the skills to conduct these examinations and interpret the obtained data.

Key words: diagnostics, auscultation, tomography, echocardiography.

Інформація про авторів:

Петров Віталій Федорович — доктор філософії, асистент кафедри хірургії та трансплантології Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, Львів, Україна. orcid.org/0000-0002-2205-5403

Щур Олександр Володимирович — кандидат медичних наук, доцент, завідувач кафедри хірургії та трансплантології Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, Львів, Україна. orcid.org/0000-0001-7627-5295

Яремкевич Роксолана Володимирівна — кандидат медичних наук, доцент кафедри хірургії та трансплантології Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, Львів, Україна. orcid.org/0000-0001-7398-212X

Адреса для кореспонденції:

Петров Віталій Федорович
79010, Львів, вул. Пекарська, 69а
E-mail: Vtly.12@gmail.com

Information about the authors:

Petrov Vitaly F. — MD, PhD, Assistant of the Department of Surgery and Transplantology of the Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine. orcid.org/0000-0002-2205-5403

Shchur Oleksandr V. — MD, PhD, Associate Professor, Head of the Department of Surgery and Transplantology of the Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine. orcid.org/0000-0001-7627-5295

Yaremkevych Roksolana V. — MD, PhD, Associate Professor of the Department of Surgery and Transplantology of the Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine. orcid.org/0000-0001-7398-212X

Address for correspondence:

Vitaly Petrov
79010, Lviv, Pekarska Str., 69a
E-mail: Vtly.12@gmail.com

Надійшла до редакції/Received: 07.02.2023

Прийнято до друку/Accepted: 10.02.2023