

## Застосування мультимодальної серцево-судинної візуалізації у пацієнтів із захворюваннями перикарда

### Практичні рекомендації

Робоча група: Лазоришинець В. В., Коваленко В. М., Федьків С. В., Поташев С. В., Руденко А. В., Вітовський Р. М., Крикунов О. А., Сичов О. С., Іванів Ю. А., Мазур О. А., Груб'як Л. М., Руснак А. О.

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

**Резюме.** Патологія перикарда значно поширена у світі, з нею стикаються лікарі на різних ланках надання допомоги, включаючи первинну ланку медичної допомоги, відділення інтенсивної терапії та реанімації, а також у таких субспеціальностях, як ревматологія, інфекційні хвороби, онкологія і власне кардіологія, та може бути причиною зростання захворюваності й смертності. Діагностика та ведення пацієнтів з патологією перикарда можуть бути досить складними, включаючи такі стани, як «змішаний» констриктивний перикардит, ексудативно-констриктивний перикардит або локалізовану післяопераційну тампонаду. Під час клінічного оцінювання таких станів також можуть виникати труднощі, тому зростає роль використання мультимодальних методів візуалізації, зокрема ЕхоКГ, МРТ та МСКТ у діагностиці та лікуванні цих станів.

**Метою** цього документа є надання експертної оцінки належного використання мультимодальних візуалізаційних методик у діагностиці та веденні пацієнтів із захворюваннями перикарда.

**Ключові слова:** захворювання перикарда, мультимодальна візуалізація, ехокардіографія, магнітно-резонансна томографія серцево-судинної системи, комп'ютерна томографія серцево-судинної системи.

*Цей документ базується на основі «Клінічних рекомендацій застосування мультимодальної візуалізації у пацієнтів із захворюваннями перикарда», що розроблені Американською асоціацією з ехокардіографії та схвалені Американською асоціацією з магнітно-резонансної та комп'ютерно-томографічної серцево-судинної візуалізації (American Society of Echocardiography Clinical Recommendations for Multimodality Cardiovascular Imaging of Patients with Pericardial Disease. Endorsed by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and Society of Cardiovascular Computed Tomography. J.Am.Soc.Echocardiogr, 2013) [1], що викладений в скороченому друкованому варіанті.*

*Повна версія практичних рекомендацій «Застосування мультимодальної серцево-судинної візуалізації у пацієнтів із захворюваннями перикарда» викладена на офіційному сайті <https://amosovinstitute.org.ua> «Національного інституту серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України» в електронному вигляді.*

### Зміст

I. Вступ .....	107
II. Анатомія перикарда .....	110
1. Фіброзний та серозний перикард .....	110
2. Синуси перикарда .....	111
3. Реакція перикарда на ушкодження .....	112
III. Патофізіологія перикарда .....	112
IV. Захворювання перикарда .....	112
1. Гострий перикардит .....	112
2. Гідроперикард .....	114
3. Тампонада серця .....	116
4. Констриктивний перикардит .....	118
5. Ексудативно-констриктивний перикардит .....	121
6. Об'ємні утворення перикарда (пухлини, кісти та дивертикули) .....	122
6.1. Пухлини перикарда .....	122
6.2. Кісти та дивертикули перикарда .....	122
7. Вроджена відсутність перикарда .....	123
V. Рекомендації та ключові моменти візуалізації патології перикарда .....	124
VI. Висновки .....	125
Література .....	125

### I. Вступ

Метою представлених «Клінічних рекомендацій застосування мультимодальної візуалізації у пацієнтів із захворюваннями перикарда», що розроблені Американською асоціацією з ехокардіографії та схвалені Американською асоціацією з магнітно-резонансної та комп'ютерно-томографічної серцево-судинної візуалізації (American Society of Echocardiography Clinical Recommendations for Multimodality Cardiovascular Imaging of Patients with Pericardial Disease. Endorsed by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and Society of Cardiovascular Computed Tomography. J.Am.Soc. Echocardiogr, 2013) [1] та адаптовані для українських клініцистів, є надання експертної оцінки належного використання мультимодальних візуалізаційних методик у діагностиці та веденні хворих з патологією перикарда, з представленням переваг і

Таблиця 1

Порівняльна характеристика мультимодальних методів візуалізації при оцінюванні патології перикарда

	ЕхоКГ	КТ	МРТ
Основні переваги	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Метод діагностики патології перикарда першої лінії</li> <li>• Рутинна доступність</li> <li>• Низька вартість</li> <li>• Безпечність</li> <li>• Можливість виконання біля ліжка хворого у невідкладних ситуаціях</li> <li>• Портативність</li> <li>• ЧСЕхоКГ забезпечує краще оцінювання</li> <li>• Висока частота кадрів</li> <li>• Може виконуватися паралельно із спірометриєю та під час штучної вентиляції легенів (ШВЛ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Метод другої лінії для кращого розрізнення анатомічних меж</li> <li>• Паралельне оцінювання асоційованої/екстракардіальної патології</li> <li>• Краще планування потенційного оперативного втручання</li> <li>• Оцінювання кальцинозу перикарда</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Метод другої лінії для кращого розрізнення анатомічних меж</li> <li>• Краща характеристика тканинної структури</li> <li>• Оцінювання наявності ознак запалення</li> </ul>
Основні недоліки	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обмежене «вікно», вузьке поле огляду</li> <li>• Технічні обмеження при ожирінні, ХОЗЛ або в післяопераційних умовах</li> <li>• Відносна оператор-залежність</li> <li>• Низьке співвідношення сигналу до шуму перикарда</li> <li>• Обмежена можливість характеристики тканинної структури</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Застосування іонізуючої радіації</li> <li>• Застосування внутрішньовенно йодованих контрастів</li> <li>• Функціональне оцінювання можливе тільки при ретроспективних дослідженнях (зростає вища доза радіації, субоптимальне часове розрішення)</li> <li>• Труднощі інтерпретації за наявності тахікардії або при нестабільному ритмі серця (особливо під час проспективних досліджень)</li> <li>• Потреба у затримці дихання під час сканування</li> <li>• Виконується тільки у гемодинамічно стабільних пацієнтів</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значна тривалість дослідження, часоємність, висока вартість</li> <li>• Бажаний стабільний серцевий ритм</li> <li>• Відносно протипоказана за наявності імплантованих ШВР/ІКД, обов'язкова необхідність у МР-сумісних пристроях.</li> <li>• Гірша візуалізація легеневої тканини</li> <li>• Погана візуалізація кальцифікації</li> <li>• Використання внутрішньовенного контрастування гадолінієм протипоказане у випадку значущої при II–IV стадіях хронічної ниркової недостатності (ШКФ &lt; 30 мл/хв)</li> <li>• Потрібно декілька серій епізодів затримки дихання під час сканування</li> <li>• Виконується тільки у гемодинамічно стабільних пацієнтів</li> </ul>

*Примітка.* ЧСЕхоКГ – черезстравохідна ЕхоКГ; ХОЗЛ – хронічне обструктивне захворювання легень; ШВР – штучні водії ритму; ІКД – імплантовані кардіостимулятори; МР – магнітний резонанс; ШКФ – швидкість клубочкової фільтрації.

недоліків різних методів візуалізації, а саме: ЕхоКГ, МРТ та МСКТ.

Слід відзначити, що в світі проведено досить обмежену кількість рандомізованих клінічних досліджень з приводу патології перикарда [1–5], тому ці рекомендації є консенсусом експертної оцінки та не є спробою стандартизації згідно із системою рівнів доказовості (А–С). У «Клінічних рекомендаціях застосування мультимодальної візуалізації у пацієнтів із захворюваннями перикарда» [1] увага фокусується на мультимодальних засобах візуалізації при патології перикарда, включаючи ехокардіографію (ЕхоКГ), мультиспиральну комп'ютерну томографію (МСКТ) та серцево-судинну магнітно-резонансну томографію (МРТ).

Патологія перикарда значно поширена у світі з нею стикаються лікарі на різних ланках надання допомоги, включаючи первинну ланку медичної допомоги, відділення інтенсивної терапії та реанімації

та в таких субспеціальностях, як ревматологія, інфекційні хвороби, онкологія і власне кардіологія, та може бути причиною значущої захворюваності й смертності [7, 8]. Діагностика та ведення пацієнтів з патологією можуть бути досить складними, включаючи такі стани, як «змішаний» констриктивний перикардит, ексудативно-констриктивний перикардит або локалізовану післяопераційну тампонаду. Під час клінічного оцінювання таких станів також можуть виникати труднощі, тому зростає роль використання мультимодальних методів візуалізації, зокрема ЕхоКГ, МРТ та МСКТ у діагностиці та лікуванні цих станів [10–12].

Мультимодальна візуалізація є інтегральною частиною сучасних принципів ведення пацієнтів при всіх без винятку серцево-судинних захворюваннях, включаючи патологію перикарда. Хоча серцево-судинну візуалізацію часто виконують для підтвердження початкових клінічних підозр, можливі

Таблиця 2

Протоколи та знахідки для мультимодальної візуалізації при оцінюванні патології перикарда

ЕхоКГ	Проспективна або ретроспективна ЕКГ-синхронізована МСКТ	МРТ
2D-ЕхоКГ <ul style="list-style-type: none"> <li>Гідроперикард (розмір, локалізація, вільна рідина vs організований вміст, можливість перикардіоцентезу та вибір місця пункції)</li> <li>Товщина перикарда (особливо ЧСЕхоКГ)</li> <li>Колапс камер правих відділів (тривалість діастоли та зв'язок з диханням)</li> <li>Ранньо-діастолічне септальне відштовхування, респіраторний зсув МШП</li> <li>Застійна НПВ</li> <li>Гідроторакс/асцит</li> <li>Рестриктивна гемодинаміка в ПП</li> <li>Стаз контрасту (фізіологічний розчин тощо) в ПП (сповільнений кровотік)</li> </ul>	Аксіальні (поперечні) зображення: <ul style="list-style-type: none"> <li>Кальцифікація та потовщення перикарда</li> <li>Локалізація та характеристика ГП, кіст або об'ємних мас</li> <li>Оцінювання стану змін у легенях (гідроторакс, пострадіаційний фіброз, злоякісні утворення) та печінці (цироз, асцит)</li> <li>Дооперативне планування розташування шунтів і/або інших життєво значущих структур відносно грудини</li> </ul>	Зображення в режимі «Bright-blood single-shot» SSFP та «Black-blood axial stacks» (half Fourier SSTSE, electrocardiographically gated): <ul style="list-style-type: none"> <li>Наявність плеврального випоту, асцит, дилатації НПВ, оцінювання товщини перикарда</li> </ul>
Допплер + одночасна респірометрія† <ul style="list-style-type: none"> <li>Рестриктивне наповнення ЛШ</li> <li>Реципрокні респіраторні зміни діастолічних токів на МК та ТК</li> <li>Реципрокні респіраторні зміни діастолічного анероградного потоку та кінцево-діастолічного ретроградного потоку в печінкових венах</li> <li>TDI швидкості мітрального кільця, КДК в М-режимі діастолічного наповнення ЛШ</li> <li>2D-Strain поздовжньої та циркулярної деформації</li> </ul>	Мультипланарні реконструкції (зображення в «3-D реконструкціях») виявляють: <ul style="list-style-type: none"> <li>Збільшення порожнин (дилатація ПП, кінцева деформація шлуночків)</li> <li>Дає оцінку стану коронарного русла</li> </ul>	«Black-blood images»‡ (T1W + T2W fast SE); факультативно: T2W STIR (edema-weighted) fast SE <ul style="list-style-type: none"> <li>Характеристика тканини, вимірювання товщини перикарда</li> <li>Оцінювання наявності запального процесу в перикарді та об'ємних утворень/мас (послідовність STIR)</li> </ul>
М-режим <ul style="list-style-type: none"> <li>Сплющення задньої стінки в діастолу</li> <li>Респіраторні варіації розмірів шлуночків</li> </ul>	Зображення «Volume-rendered imaging» визначають: <ul style="list-style-type: none"> <li>Питому вагу та розподіл кальцифікації перикарда</li> </ul>	Зображення в режимі «Tagged cine images» (T1W gradient-echo) виявляють: <ul style="list-style-type: none"> <li>Епікардіальні/перикардіальні спайки</li> </ul>
	Зображення в режимі «Cine imaging» (запис відеозображень у режимі реального часу), тільки ретроспективне оцінювання <ul style="list-style-type: none"> <li>Функціональне оцінювання (септальне «відштовхування», перикардіальні спайки)</li> </ul>	Зображення в режимі «Bright-blood cine images» (SSFP) виявляють: <ul style="list-style-type: none"> <li>Розмір та функцію передсердь і шлуночків</li> <li>Порушення діастолічного наповнення шлуночків</li> <li>Конічну деформацію шлуночків</li> <li>Порушення міокардіальної функції</li> <li>Діастолічне септальне «відштовхування»</li> <li>Потовщення перикарда і/або гідроперикарда</li> </ul>
		Режим сканування «LGE images» (phase-sensitive inversion-recovery sequence), відтерміноване контрастування з гадолінієм: <ul style="list-style-type: none"> <li>Діагностика запального процесу в перикарді</li> </ul> «Gradient-echo cine image» в режимі реального часу: <ul style="list-style-type: none"> <li>Моніторинг респіраторних варіацій руху МШП та міжшлуночкової взаємозалежності</li> </ul>

Примітка. ГП – гідроперикард; ЛШ – лівий шлуночок; ПП – праве передсердя; КДК – кольорове доплерівське картування; МК – мітральний клапан; ТК – тристулковий клапан; НПВ – нижня порожниста вена; МШП – міжшлуночкова перегородка.

неочікувані діагнози, вона також забезпечує можливість зрозумілого підходу до клінічного оцінювання. Серед усіх засобів візуалізації ЕхоКГ є найчастіше вживаним, потім ідуть МРТ [13] та/або МСКТ [14, 15]. Кожен із засобів візуалізації може бути інформативним в оцінюванні структурних та гемодинамічних і/або функціональних порушень при захворюваннях перикарда.

Переваги та недоліки кожної методики наведені в таблиці 1 [10].

Протоколи та знахідки для мультимодальної візуалізації при оцінюванні патології перикарда наведені в таблиці 2.

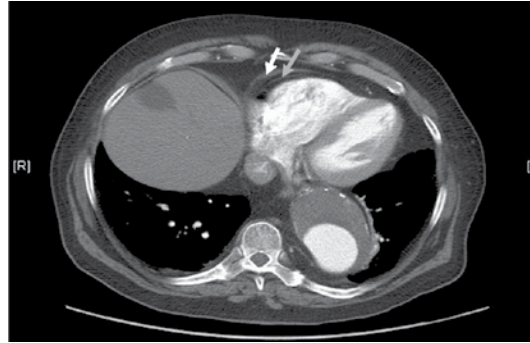
## II. Анатомія перикарда

### 1. Фіброзний та серозний перикард

Перикард – це «мішок», або «серцева сорочка», що оточує серце, і складається з фіброзної та серозної частин. Зовнішній фіброзний мішок складається переважно з колагенових волокон з проміжними короткими еластичними фібрилами [17]. Фіброзний «конверт» зверху є подовженням адвентиції магістральних судин, а знизу прикріплюється до центрального сухожилля діафрагми. У передньонижній частині перикард може безпосередньо прилягати до реберних хрящів лівих ребер (від четвертого до шостого). Латеральні поверхні контактують із середостінними частинами парієтальної плеври. Ззаду перикард межує з головними бронхами, стравоходом та низхідною частиною грудної аорти.

Діафрагмальні нерви та перикардодіафрагмальні судини пролягають у судинно-нервових пучках між фіброзним перикардом та медіастинальною плеврою спереду від легеневих воріт.

Між вісцеральним перикардом та міокардом міститься варіабельна кількість епікардіальної жирової

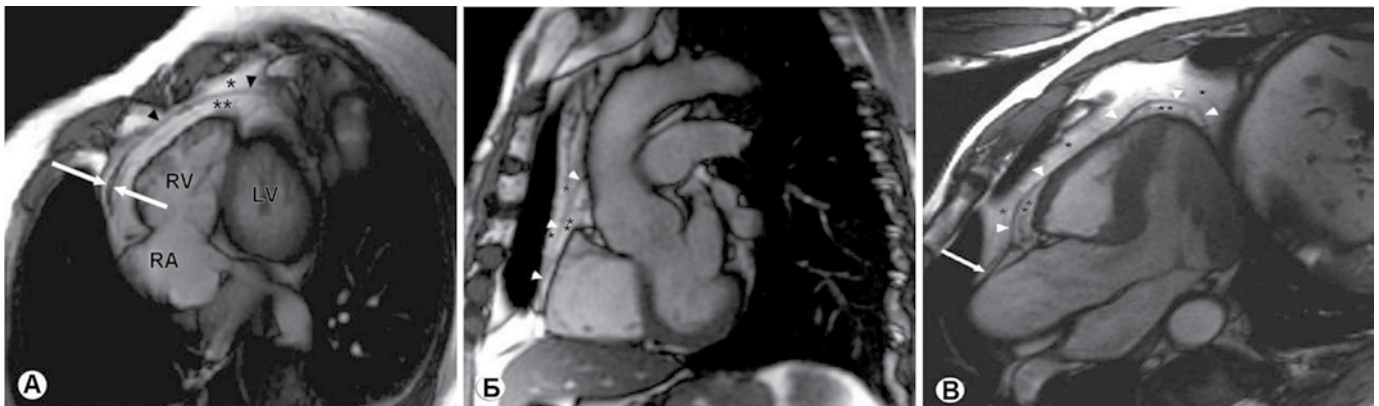


**Рисунок 1.** МСКТ-зображення з контрастним підсиленням (аксiale/поперечне зображення), що показує перикард спереду від правого шлуночка (біла стрілка), оточений шарами епікардіального (сіра стрілка) та перикардіального жиру [1]

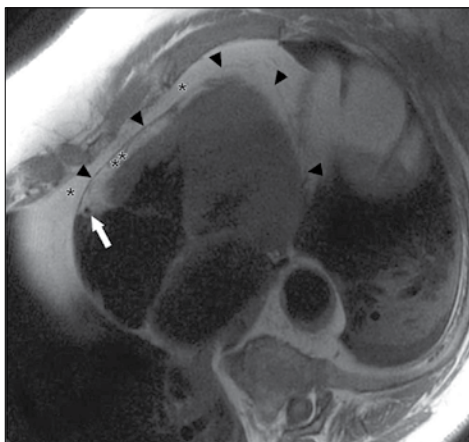
тканини. Епікардіальний жир найбільш рясно виражений уздовж атріовентрикулярної та міжшлуночкових борозен та над поверхнею правого шлуночка (ПШ), особливо в зоні гострого краю. Прошарок епікардіального жиру містить коронарні артерії та вени, лімфатичні судини та нерви.

Парієтальний перикард може бути візуалізований у вигляді циркулярного контуру підвищеної щільності під час МСКТ та як сигнал низької інтенсивності, відокремлений епіперикардіальним та епікардіальним жиром – на МРТ (рисунки 1–3).

Нормальна товщина парієтального перикарда є варіабельною залежно від ділянки та за даними анатомічних досліджень становить 0,8–1,0 мм, хоча під час візуалізації він виглядає дещо товстішим [18]. Найтонші сегменти перикарда сягають 0,7–1,2 мм за даними МСКТ або 1,2–1,7 мм за даними МРТ [19, 20]. Ці розбіжності можна частково пояснити включенням



**Рисунок 2.** Зображення з відео у SSFP gradient-echo/градієнтне-ехо (кров виглядає світлою) в модифікованому 4-камерному зображенні: А – зображення базального відділу ЛШ по короткій осі; Б – 3-камерне зображення; В – перикардіальний жир (одинарні зірочки) між грудною стінкою та перикардіальні шари (чорна стрілка), епікардіальний жир між перикардом і міокардом (подвійні зірочки) [1]



**Рисунок 3.** *Black-blood fast SE sequence / темна кров швидка SE-послідовність без пригнічення сигналу жиру показує перикардальний (одинарна зірочка) та епікардальний (подвійні зірочки) жир, розділені епікардальним та парієтальним листками перикарда (чорні стрілки), які за відсутності сепарації виглядають як одна тонка лінія. Епікардальний жир містить коронарні артерії та вени. Відзначте, що права коронарна артерія (велика стрілка) оточена жиром правої передсердно-шлуночкової борозни [1, 2]*

невеликої кількості перикардальної рідини, що наявна в нормі [20]. Трансторакальна ЕхоКГ (ТТЕхоКГ) є ненадійною щодо визначення товщини перикарда, однак доведено, що результати ЧСЕхоКГ порівняно з даними МСКТ є відтворюваними у здорових індивідів та пацієнтів з констриктивним перикардитом (КП) [21].

Порожнина перикарда в нормі містить < 50 мл серозної рідини, що може бути виявлено у верхньому аортальному та поперечному синусі під час МСКТ [23]. Перикардальна рідина є ультрафільтратом плазми, що просякає з епікардальних та парієтальних капілярів [24, 25]. Перикардальна рідина дренується лімфатичною системою на поверхні серця та парієтальним перикардом.

## 2. Синуси перикарда

Вісцеральний перикард є подовженням парієтального, починаючи з проксимальних сегментів магістральних артерій, порожнистих і легеневих вен (ЛВ). Аорта та головна легенева артерія (ЛА) разом повністю вкриті загальною складкою перикарда з обох листків та невеликим простором між ними. Друга складка окремо покриває вени. Ці складки серозного перикарда між артеріями та венами в основі серця формують перикардальні синуси та пазухи. Поперечний синус є складкою, що відокремлює артерії, які локалізуються спереду, від передсердь та вен, розташованих дорзальніше. Це простір, розташований поза висхідною аортою та стовбуром ЛА та над «дахом» ЛП. Нагору він пролягає уздовж правого краю висхідної аорти,



**Рисунок 4.** *МСКТ з контрастуванням: фіксоване аксіальне/поперечне зображення показує верхню аортальну пазуху поперечного синуса (стрілка) [1]*



**Рисунок 5.** *МСКТ з контрастуванням: фіксоване аксіальне/поперечне зображення із візуалізацією косою синусу (стрілка) [1]*

де формує верхню аортальну пазуху між аортою та верхньою порожнистою веною (ВПВ) (рисунок 4), а вниз – до рівня аортального клапана (АК). Простір між висхідною аортою та правим передсердям (ПП) має назву нижньої аортальної пазухи поперечного синуса [22]. Бокові (латеральні) подовження поперечного синуса нижче проксимальних відділів лівої та правої ЛА називаються лівою та правою легневими пазухами.

Посткавальна пазуха є подовженням порожнини перикарда, що пролягає за та над правим латеральним краєм ВПВ. Вона відокремлена від поперечного синуса складкою серозного перикарда, що вкриває ВПВ поперечно напрямку правої ЛА та правої верхньої ЛВ. Косий синус є cul-de-sac («тупик»), розташований за ЛП, що обмежується легневими венами та нижньою порожнистою веною і безпосередньо впирається в кіль трахеї (рисунок 5).

### 3. Реакція перикарда на uszkodження

Перикард зазвичай демонструє досить обмежену реакцію на uszkodження, що проявляється ексудацією рідини, фібрину та запальних клітин. Зцілення з організацією запального вмісту може призводити до локальної або дифузної облітерації порожнини перикарда адгезіями між вісцеральним та паріетальним перикардом. Фіброзна проліферація перикарда може залучати переважно лише один із серозних компонентів або як паріетальний, так і вісцеральний перикард. Хронічне накопичення випоту може асоціюватися з потовщенням перикарда. Іноді локалізоване накопичення випоту може призводити до здавлення серця з розвитком клінічної картини констрикції. Відкладення кальцію може бути фокальним або екстенсивним, а власне наявність кальцинацій зазвичай відповідає пізній стадії реакції на uszkodження. Гістологічні ознаки за даними біопсії унаслідок КП є неспецифічними щодо етіології uszkodження, та найчастіше відображають спектр змін від організованого фібринозного до організованого фіброзно-кальцинозного перикардиту. Пізні підсилення гадолінієм (ППГ/LGE) на МРТ вказує на асоціацію з наявністю грануляційної тканини та активним запаленням з підвищеною проліферацією фібробластів та неоангіогенезом [1].

### III. Патологіологія перикарда

Хоча перикард не є абсолютно необхідною для життя структурою, він виконує важливі анатомічні та фізіологічні функції (таблиця 3).

**Таблиця 3**

*Функції перикарда*

Механічна
Впливи на камери серця
<ul style="list-style-type: none"><li>Обмежує короткочасне розтягнення серця</li><li>Забезпечує синхронну роботу та взаємодію шлуночків</li><li>Підтримка взаємозв'язку тиск–об'єм камер серця та викиду з них</li><li>Підтримка нормальної геометрії ЛШ</li></ul>
Впливи на серце в цілому
<ul style="list-style-type: none"><li>Лубрикант, мінімізація тертя, minimizes friction</li><li>Вирівнювання сил гравітації та інерційних гідростатичних сил</li><li>Механічний бар'єр для інфекції</li></ul>
Імунологічна
Вазомоторна
Фібринолітична
Модуляція структури міоцитів і функції та експресії генів «Транспорт» для введення медикаментів та генної терапії

### IV. Захворювання перикарда

#### 1. Гострий перикардит

Гострий перикардит є синдромом, що характеризується інфільтрацією перикарда запальними клітина-

ми. Етіологічні причини гострого перикардиту є множинними. Загалом вважається, що більшість випадків гострого перикардиту виліковуються спонтанно. Етіологія є дуже варіабельною: гострий перикардит може виникнути як первинний процес, або бути наслідком певних системних захворювань, таких як системний червоний вовчак, гострий інфаркт міокарда (ГІМ) або онкологічні захворювання [1, 2]. Більшість випадків гострого перикардиту за етіологією є ідіопатичними або вірусними. Зазвичай перебіг гострого міокардиту становить < 3 місяців. Якщо запальний процес перебігає довше, то його розглядають уже як хронічний перикардит [9]. У таблиці 4 наведено критерії діагно-

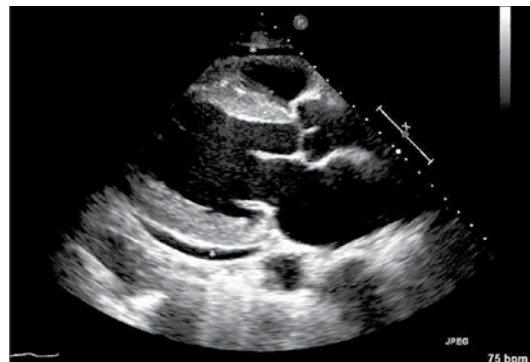
**Таблиця 4**

*Критерії гострого перикардиту (для встановлення діагнозу достатньо двох критеріїв) [5]*

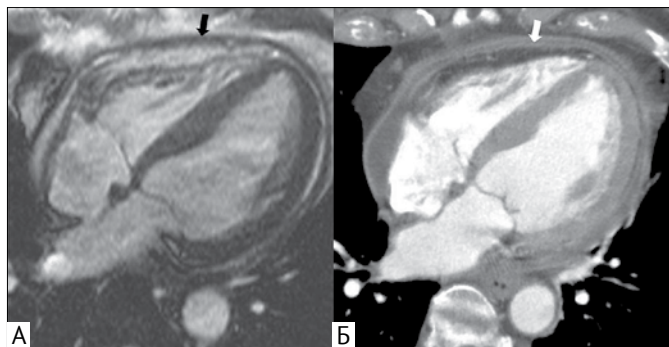
Типовий біль у грудях
Шум тертя перикарда
ЕКГ-зміни, типові для перикардиту
Поява або збільшення об'єму гідроперикарда
Підвищення рівня С-реактивного білка (СРБ) або надчутливого співвідношення СРБ / швидкість осідання за Вестергренном
LGE/ППГ (пізні підсилення гадолінієм) під час МРТ може бути новим підтверджуючим критерієм

зу гострого перикардиту. У більшості випадків мають місце два та більше критеріїв. В окремих амбівалентних і неясних випадках, коли потрібний чіткий клінічний діагноз, для ідентифікації набряку та запалення перикарда показано проведення МРТ серця в режимах T2-weighted (T2 33) та LGE/ППГ [10].

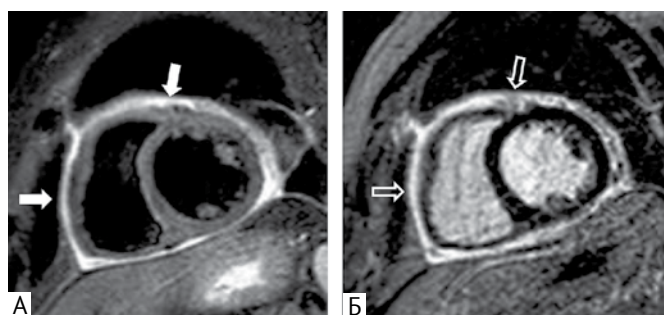
ЕхоКГ рекомендується як метод неінвазивної візуалізації першої лінії всім пацієнтам з гострим перикардитом, тому що вона є достатньо точною для діагностики й оцінювання ГП [1] та фізіології тампонади серця (ТС). ЕхоКГ має бути виконана протягом перших



**Зображення 6.** Гострий перикардит: парастернальна позиція по довгій осі (PLAX) у В-режимі в діастолі. Відзначте невелику кількість рідини навколо серця (зірочка) [1]



**Рисунок 7.** А – зміни поверхні перикарда внаслідок запалення на 4-камерному зображенні при контрастному МСКТ порівняно з МРТ серця в режимі реального часу (SSFP), яке відображає неспецифічне загальне потовщення перикарда (чорна стрілка). Б – відповідне зображення МСКТ після введення контрастної речовини вказує на підсилення як зовнішнього парієтального, так і внутрішнього вісцерального листків перикарда внаслідок запалення (біла стрілка) з помірним випотом між ними [1]

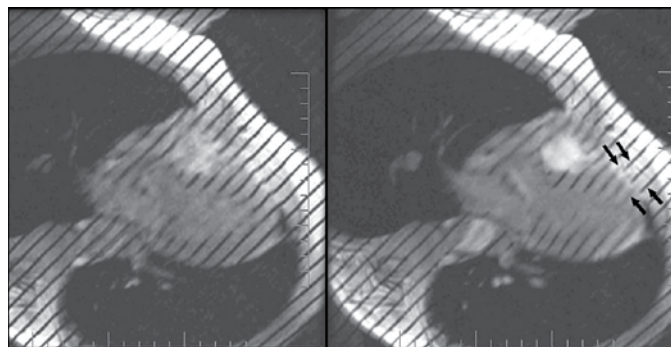


**Рисунок 8.** МРТ у режимах T2W та з контрастуванням (коротка вісь ЛШ). Ознаки підсилення перикарда внаслідок запалення: А – МР-зображення в режимі T2W STIR демонструє яскравий набряк перикарда (суцільні стрілки); Б – відповідне зображення після контрастування гадолінієм відображає яскравий сигнал перикарда запальної природи (несуцільні стрілки) [1]

24 годин від поступлення хворого. МСКТ та МРТ слід призначати, якщо недостатньо об'єктивних, інструментальних та лабораторних доказів (рисунки 6–9). Підсумок зі знахідок під час візуалізації при гострому перикардиті наведений у таблиці 5.

Сценарії, при яких слід розглядати необхідність додаткової візуалізації за допомогою МСКТ або МРТ, включають:

- суперечливі результати ЕхоКГ та високий рівень клінічної підозри щодо гострого перикардиту;
- відсутність швидкої відповіді на протизапальну терапію;
- атипичну клінічну картину;
- пошук специфічної причини та етіології (онкологія або туберкульоз);



**Рисунок 9.** МРТ з контрольними лініями, розташованими ортогонально перикарду, що демонструє переривання контрольних ліній на рівні перикардіальних шарів, що вказує на відсутність адгезій і виключає наявність перикардіальної констрикції [1]

**Таблиця 5**

Підсумкова інформація з візуальних характеристик гострого перикардиту

#### ЕхоКГ характеристики

- ГП з або без патофізіології тампонади
- Порушення сегментарної скоротливості (при залученні в процес міокарда)
- Нормальні знахідки в деяких пацієнтів
- Підвищення ехогенності («яскравості») перикарда

#### МСКТ характеристики

- Некальцифіковане потовщення перикарда
- Підсилення сигналу потовщених вісцеральної та парієтальної поверхонь перикардіальної «сорочки» (сумки) при контрастуванні
- Загасання сигналу ГП під час МСКТ може допомогти диференціювати між ексудатом і трансудатом

#### МРТ характеристики

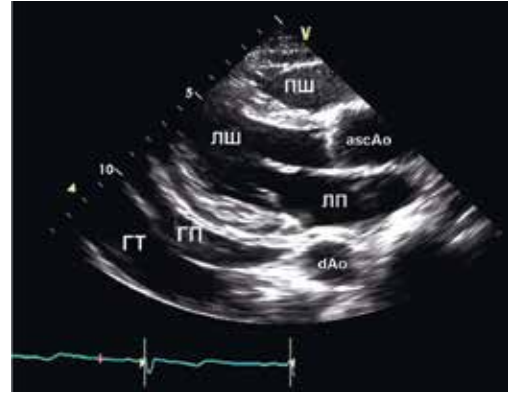
- Підсилення потовщеного перикарда на зображеннях у режимі T1W SE/T1 33 спін-ехо або LGE/ППГ відповідає активному запальному процесу
- Значний сигнал від тканини перикарда на зображеннях у режимі T2W/T2 33 корелює з наявністю набряку, неоваскуляризацією та/або формуванням грануляцій
- Висока інтенсивність сигналу в режимі T1W/T1 33 на SE-зображеннях свідчить про ексудативну природу випоту
- Втрата нормального ковзання зовнішнього шару перикарда по епікардальній поверхні під час серцевого циклу при динамічному tagging-маркуванні відповідає наявності перикардіальних адгезій (спайок) між запаленими вісцеральним та парієтальним листками перикарда

- підозру на КП або на ексудативно-констриктивний перикардит (ЕКП)
- асоційовану травму (проникаюче поранення, травма грудної клітки);
- гострий перикардит в умовах ГІМ, онкологічного захворювання, легеневої інфекції або інфекції грудної клітки, або панкреатиту.

**2. Гідроперикард**

Як згадувалося вище, у нормі перикард має маленький резервний об'єм [1]. Накопичення трансудату або ексудату в об'ємі понад 50 мл є патологією, яка може виникати при захворюваннях, що селективно уражують перикард, або при загальних системних захворюваннях, таких як гіпотиреоз, термінальні стадії захворювань нирок або онкологічні захворювання [1]. Гострий перикардит за вмістом може бути запальним трансудатом, незапальним ексудатом, гемоперикардом або піоперикардом [9]. Хоча визначення є досить суперечливими, сьогодні звичайно під «малим» ГП розуміють об'єм від 50 до 100 мл, «помірним» – 100–500 мл, «великим» – об'єм > 500 мл. Об'єм ГП насправді слабо корелює з його гемодинамічними наслідками та впливом на серце, але часто є ключем до визначення етіології та хронічності процесу.

За підозри на ГП завжди слід призначати візуалізацію серця та оточуючих структур, оскільки об'єктивний огляд та рентгенографія органів грудної клітки (ОГК) не дозволяють дійти остаточного висновку. Тому всім пацієнтам з болем у грудній клітці, що може асоціюватися з перикардитом або розшаруванням аорти, системними захворюваннями, що асоційовані з ГП та застоєм яремних вен показані візуалізація серця та оточуючих структур [4], рентгенографія ОГК, що зазвичай виявляє збільшення контурів серця (силует «фляги»). Крім того, візуалізація кардіальних структур є рекомендованою всім пацієнтам після ГІМ або інвазивних (хірургічних або перкутанних) карді-

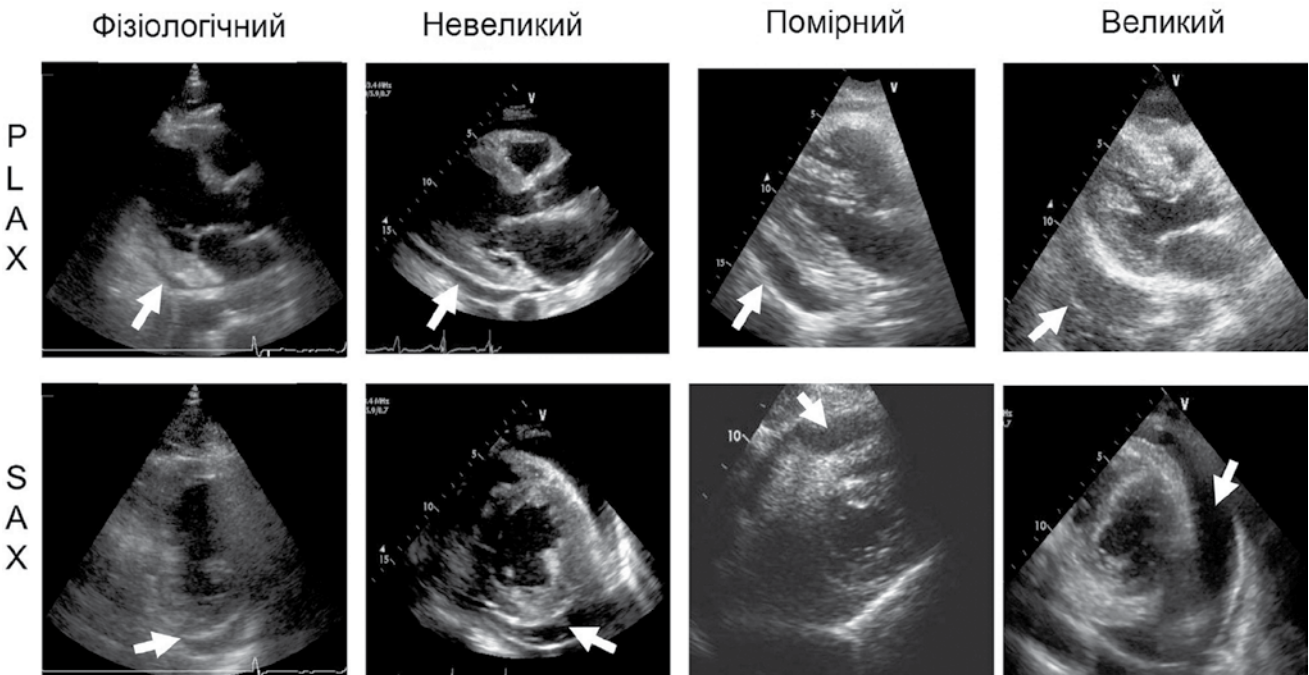


**Рисунок 10.** В-режим PLAX у пацієнта з одночасним ГП та ГТ зліва. Заходження рідини сепарації в кут між поперечним зрізом нижньої аорти (dAo) та серцем свідчить про ГП, у той час як рівень рідини ГТ поширюється нижче аорти [1]

альних процедур при розвитку гіпотензії або нестабільної гемодинаміки.

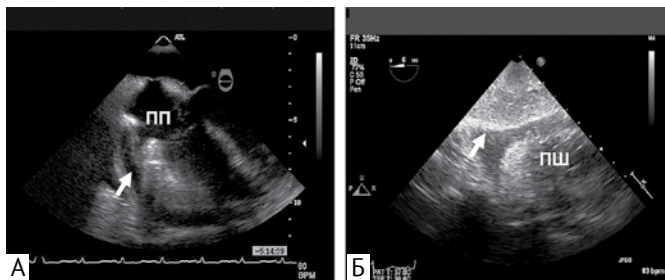
ЕхоКГ (рисунки 10–12) є методом візуалізації першого вибору для виявлення ГП, тому що її можна виконати з мінімальною затримкою при точності методу близько 100 %. ЕхоКГ також є найкращим діагностичним інструментом з оцінювання фізіологічних і гемодинамічних ефектів ГП. Алгоритм правильного відповідного виконання дослідження при виявленні ГП та оцінювання наявності ТС наведений у таблиці 2.

Гострий перикардит є досить частою випадковою знахідкою при проведенні МСКТ ОГК [1]. У пацієнтів,



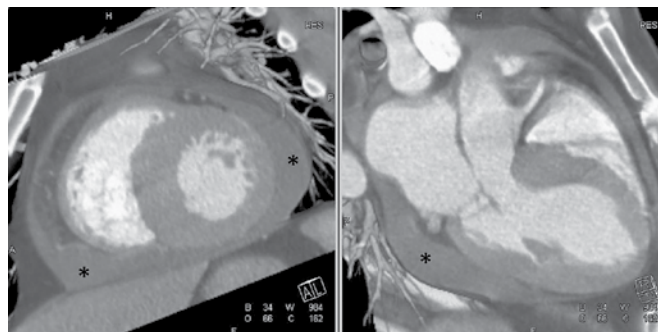
**Рисунок 11.** Типові зображення фізіологічного, невеликого, помірного та великого ГП у PLAX (зверху) та SAX (знизу) [1]





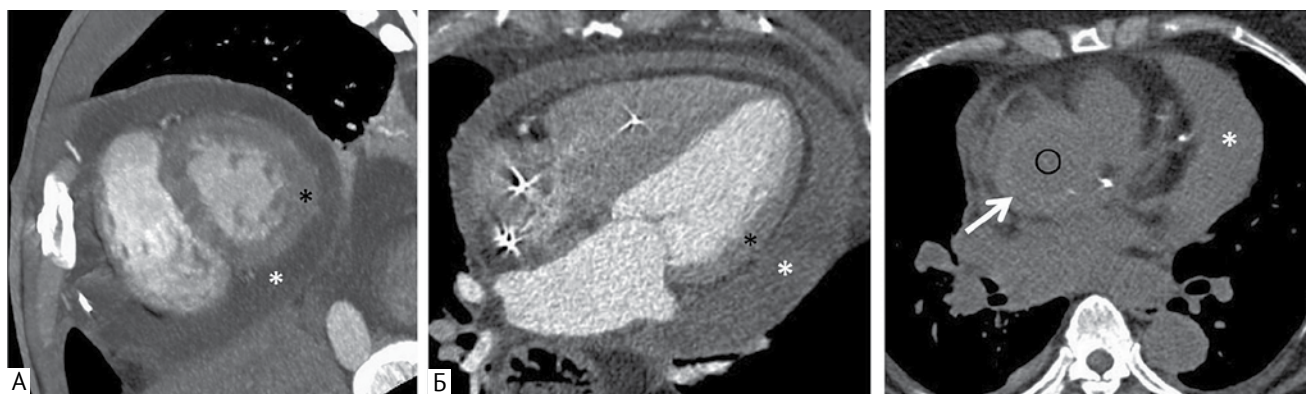
**Рисунок 12.** ЧСЕхоКГ із середньостравохідного доступу, що демонструє невеликий локалізований ГП (стрілка) прилеглий до ПП (А) та організований помірний ГП, прилеглий до стінки ПШ у пацієнта із синдромом Дресслера (Б) [1]

яких госпіталізують з невідкладними станами та направляють на МСКТ з метою виключення тромбоемболії гілок ЛА (ТЕЛА) середня частота виявлення ГП становить близько 5 % [1]. Найчастіше у цих пацієнтів виявляли емболи гілок ЛП, пневмонії, збільшення легневих лімфовузлів та аденопатію середостіння, які також можуть бути частковими причинами розвитку ГП. Хоча більшість випадків підозри на ГП досліджується за допомогою ЕхоКГ, МСКТ є важливим додатковим методом візуалізації, особливо у разі утрудненої візуалізації на ЕхоКГ і за потреби дета-



**Рисунок 13.** Розподіл перикардiального випоту (ПВ) на МСКТ. Динамічні МСКТ зображення по короткій осі (зліва) та по довгій осі виносного тракту лівого шлуночка (ВТЛШ) (справа) демонструють невеликий «простий» ексудативний випіт (чорні зірочки) з фокальними вогнищами збільшеної сепарації листків перикарда нижче ПШ, латеральніше ЛШ та нижче лівої атріо-вентрикулярної борозни [1]

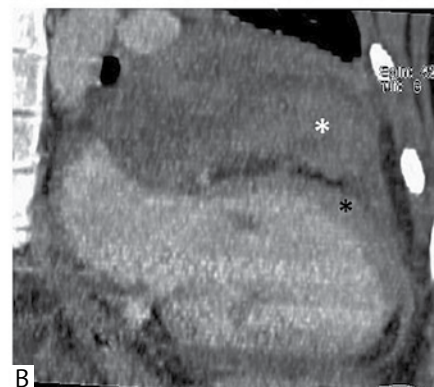
лізації та кількісного оцінювання ГП (рисунок 13), а також у випадках складних контурів випоту, його інкапсулятив або тромбоподібного вмісту [1]. Останнє часто буває особливо складно оцінити за допомогою ЕхоКГ, але добре оцінюється під час МСКТ. Епікардiальний жир також надійно диференціюється за допомогою МСКТ, що є цінною діагностичною харак-



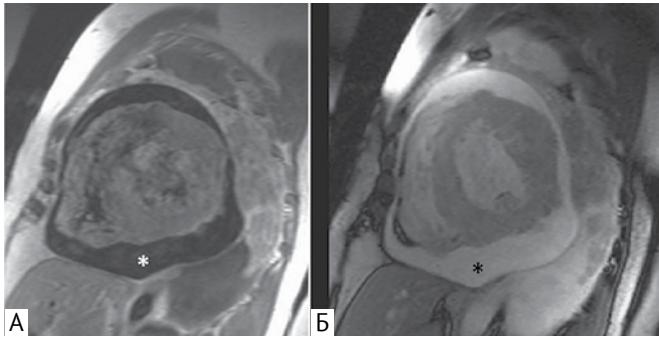
**Транссудат**

**Ексудат**

**Рисунок 14.** Характеристики ПВ на МСКТ. Зображення демонструють характерні зміни щільності ПВ (білі зірочки) (порівняно з підсиленим контрастом міокардом (чорні зірочки), характерне для трансудативної рідини (А), ексудативної рідини (Б) та гемоперикарда/гематоми (виглядають однаково) (В), які, подібно до інтрамуральної гематоми при розшаруванні аорти (біла стрілка) мають, очевидно, вищу щільність порівняно з непідсиленою контрастом кров'ю (відкритий кружечок) [1]



**Кров / Гематома**



**Рисунок 15.** Простий ексудативний ГП на МР-зображеннях. Простий вільний ПВ (зірочка) типово на МР-зображеннях SE виглядає темним (А), в той час як на відеопетлях (сіпe images) (Б) виглядає яскравим [1]

теристикою при невизначених результатах ЕхоКГ або при нашаруваннях фібрину на епікарді [1]. Найскладнішими для оцінювання під час ЕхоКГ є зони спереду від серця та його основа. МСКТ та МРТ дозволяють всебічно дослідити ці важкодоступні для ЕхоКГ ділянки [1]. МСКТ ОГК також допомагає чітко визначитися з патологічними станами, що симулюють патологію перикарда. Складні випадки гострої тампонади (ГТ), ателектази нижніх часток легенів, екстракардіальні маси, що стикаються з перикардом, або патологічні утворення середостіння часто становлять складнощі для ехокардіографіста та можуть бути детальніше вивчені саме на МСКТ ОГК [1].

Гострий перикардит може бути охарактеризованим під час МСКТ за рівнем щільності (рисунок 14).

МРТ рідко використовують як засіб візуалізації першої лінії для оцінювання ГП. Однак вона може надати точну інформацію щодо об'єму та особливостей локалізації ГП, а також можливого потовщення перикарда. При невизначених результатах також можуть використовуватися додаткові режими із пригніченням сигналу від жиру для диференціації жиру від інших прилеглих тканин або рідини в порожнині перикарда. МРТ здатна виявляти наявність рідини в перикарді, починаючи з об'єму 30 мл (рисунок 15) [1].

У разі складних за формою випадках ГП або при осумкованих випадках і тромбах МРТ та МСКТ є однаково інформативними для визначення локалізації, характеристик і кількісного оцінювання ГП, причому МРТ має переваги перед МСКТ.

### 3. Тампонада серця

Тампонада серця є потенційно життєзагроюючим станом, що спричинений накопиченням рідини в порожнині перикарда в кількості, достатній для здавлення камер серця з утрудненням їх нормального наповнення [1]. У виражених випадках ТС характеризується підйомом та вирівнюванням тиску

в порожнині перикарда та діастолічного тиску в камерах серця, зниженням серцевого викиду (СВ) та вираженим інспіраторним зниженням систолічного артеріального тиску (САТ) (> 10 мм рт. ст.), що має назву феномену парадоксального пульсу (pulsus paradoxus). У міру накопичення рідини в порожнині перикарда системний і легеневий венозний тиск мають зростати для підтримання адекватного наповнення камер серця. У міру збільшення тяжкості ступеня ТС ці венозні градієнти продовжують зменшуватися, що призводить до прогресивного зниження СВ. Коли компенсаторні механізми виснажуються, переднавантаження зменшується до значень, неадекватних для підтримання наповнення камер серця та адекватної коронарної та системної перфузії. Різне зниження частоти серцевих скорочень (ЧСС) та АТ є звичайним термінальним наслідком цього патофізіологічного сценарію.

На додаток до гостроти процесу (гостра, підгостра та хронічна ТС), тампонада може бути або з низьким тиском (прихована) або регіональною внаслідок локалізованого осумкованого випоту чи кров'яного тромбу, що локально стискає певні окремі камери серця. Також ТС може бути зумовленою великим об'ємом випоту в плеврі при незначному на фоні цього ГП [1].

Тампонада серця, асоційована з кардіохірургічними втручаннями за часом буває раною (< 24 годин) або пізньою (довільно визначається як така, що виникла в термін > 5–7 днів). Рання тампонада зазвичай пов'язана з хірургічною кровотечею або коагулопатією, зумовленою кардіопульмонарними шунтами. Її слід підозрювати у будь-якій ситуації з розвитком нестабільної гемодинаміки після операції. Пізня тампонада є багатофакторним ускладненням.

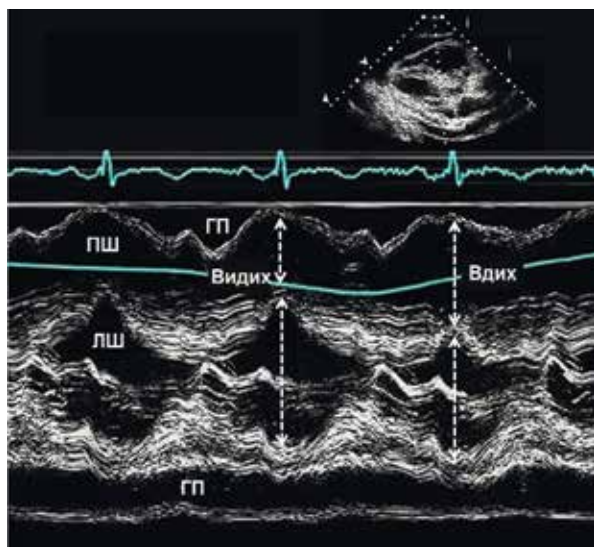
Загально початковим методом візуалізації, діагностики та оцінювання гемодинамічних наслідків ТС є ЕхоКГ, а МСКТ та МРТ серця застосовують тільки в ускладнених випадках (наприклад, післяопераційний або локалізований ГП). У таблиці 6 наведена сумарна узагальнена інформація щодо знахідок при ГП та ТС за даними різних методів візуалізації.

За першої підозри на ТС ЕхоКГ у В-режимі з доплерографією має бути виконана ургентно. Незалежно від об'єму випоту ТС є потенційно летальним станом. Найбільш важливими знахідками є наявність ГП, дилатація НПВ, характерні профілі потоку у ПВ, що вказують на підвищення венозного тиску, та зменшення кінцево-діастолічного (КДР) та кінцево-систолічного (КСР) розмірів ЛШ, а також доплерівські ознаки зниження ударного об'єму (УО) та СВ. У більшості випадків ТС інші «класичні» доплерографічні ознаки також є наявними та підтверджують діагноз. Вони включають діастолічний колапс правих відділів серця в той момент, коли тиск рідини в перикарді перевищує внутрішньосерцеві тиски у відповідних камерах,

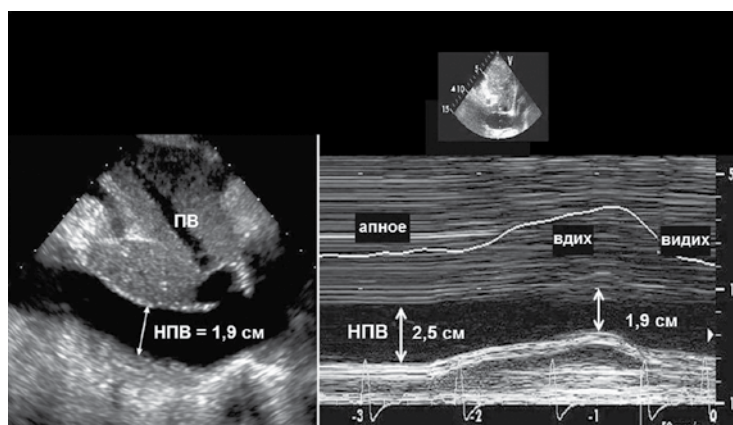
Таблиця 6

Візуальні характеристики ГП і ТС

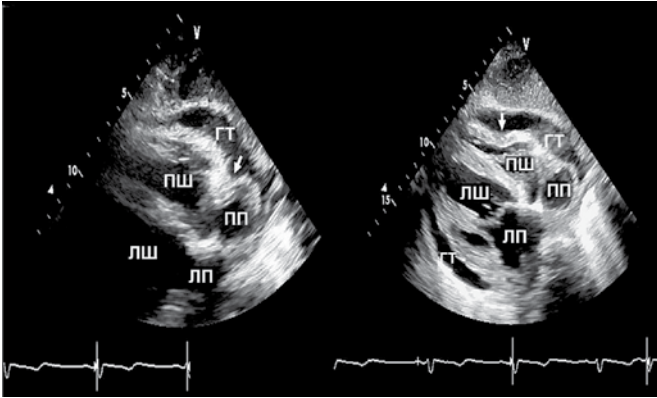
ЕхоКГ	МСКТ	МРТ
Випіт		
Ехо-прозорий простір між вісцеральним та парієтальним перикардом	Локалізація та оцінювання кількості ГП	Локалізація та оцінювання кількості ГП
Якісне оцінювання розміру та розподілу випоту	Характеристика тканини на основі показників щільності під час МСКТ	Характеристика тканини на основі інтенсивності сигналу
Ниткоподібні утворення, адгезії, повільний рух контрасту (за наявності крові) при ексудативному випоті	Диференціація потовщення перикарда від рідини (випоту)	Диференціація потовщення перикарда від рідини (випоту)
Тампонада		
ГП	Вирішення про вибір між відкритою хірургією та перкутанним дренажуванням складних випотів	Аналогічно до КТ
Зменшення порожнини ЛШ, ілюзія гіпертрофії ЛШ	«Сплюснуте серце»; компресія коронарного синусу; вигинання МШП; дилатація ВПВ та НПВ при статичній МСКТ	
Дилатація НПВ та ПВ	Інформація, подібна до ЕхоКГ під час динамічної МСКТ	
Колапс камер серця		
Респіраторні варіації розмірів порожнин (↑ ПШ, ↓ ЛШ на вдиху)		
Респіраторні варіації швидкостей на клапанах (↑ на ТК та КЛА, ↓ на МК та АК на вдиху) та ↑ IVRT на вдиху		
Низькі швидкості потоку в ПВ, експіраторне зниження діастолічної швидкості у ПВ зі збільшенням ретроградного потоку в систолу передсердь		



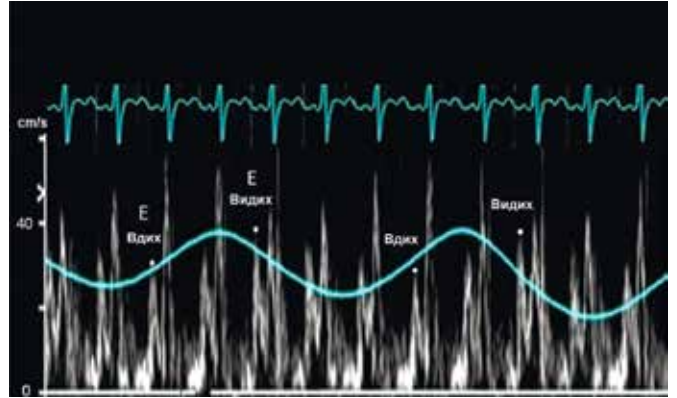
**Рисунок 16.** ЕхоКГ у М-режимі у пацієнта з ГП та тампонадою серця. При збільшенні ПШ на вдиху порожнина ЛШ зменшується. На видиху відбуваються протилежні зміни [1]



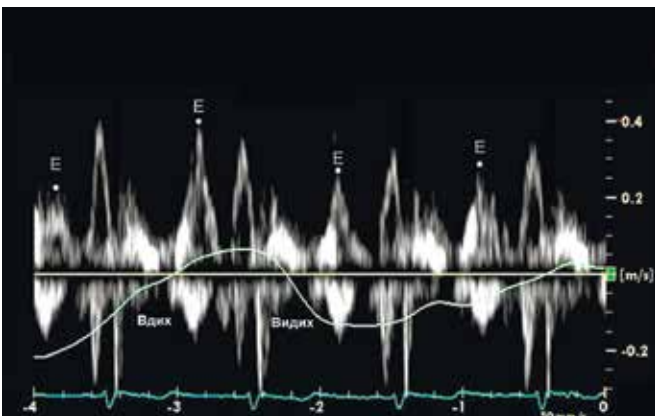
**Рисунок 17.** В-режим із субкостального доступу в пацієнта з тампонадою серця, що демонструє дилатовану НПВ (2,5 см) у В- та М-режимі протягом дихального циклу. Запис у М-режимі використовується для розрахунку інспіраторного колапсу та зменшення діаметра НПВ. Для тампонади характерним є зменшення інспіраторного колапсу < 50 % та менше, як видно в цьому випадку (24 %). Відзначте також дилатацію ПВ [1]



**Рисунок 18.** Субкостальні зрізи серця в В-режимі у пацієнта з тампонадою, що демонструють вдавлення або «колапс» ПП та ПШ (маленькі стрілки). Спадання стінок як ПП, так і ПШ відбувається під час їх розслаблення, коли тиск у порожнинах найнижчий та тимчасово стає нижчим за зовнішній тиск рідини з боку ГП. Як видно за стрілками, релаксація ПП із колапсом стінки відбувається близько піку комплексу QRS, а спадання ПШ відбувається в ранню діастолу [1]



**Рисунок 19.** Запис імпульсно-хвильової доплерограми (ІХД) діастолічного потоку на МК синхронно із записом дихальної кривої у пацієнта з тампонадою серця. Пікові швидкості та VTІ є низькими, відбиваючи знижений серцевий викид. Також порівняно з нормою мають місце надлишкові респіраторні варіації швидкості піку Е, з найнижчим значенням у перший цикл під час вдиху та найвищим у перший кардіальний цикл під час видиху. Проміжні кардіальні цикли демонструють проміжні значення. Від видиху до вдиху зазвичай зниження пікової швидкості Е перевищує 30 %, що є типовим для гемодинамічно значущої тампонади [1]



**Рисунок 20.** Запис ІХД діастолічного потоку на ТК синхронно із записом дихальної кривої у пацієнта з ТС. Пікові швидкості та VTІ є низькими, відбиваючи низький серцевий викид. Має місце надлишкова респіраторна варіабельність швидкості Е (порівняно з нормою, білі точки), з найвищою швидкістю в перший кардіальний цикл вдиху та найнижчим значенням у перший цикл видиху. Ці респіраторні варіації мають зворотний характер по відношенню до МК (рисунок 19)

інспіраторне вигинання або «відштовхування» МШП у бік ЛШ та характерні аномальні респіраторні коливання швидкостей внутрішньосерцевих токів під час доплерографії (рисунки 16–20).

МСКТ та МРТ серця не відіграють суттєвої ролі в діагностиці гострої життєво небезпечної ТС, що вимагає ургентного перикардіоцентезу. При розвитку підгострих випадків унаслідок осумкованих, локалізо-

ваних і складної конфігурації випотів, МСКТ може допомогти у визначенні показань до перкутанного або хірургічного дренування. МРТ серця є неперевершеною методикою візуалізації патології перикарда, але її використання при тампонаді є обмеженим унаслідок досить довгої тривалості дослідження, що є неприйнятним у гострих хворих із задишкою, тахікардією та в стані збудження.

#### 4. Констриктивний перикардит

Констриктивний перикардит (КП) – стан, при якому потовщений з рубцевими змінами після запалення, нееластичний та часто кальцинований неподатливий перикард обмежує діастолічне наповнення шлуночків [8, 9, 14]. Етіологічні чинники КП є досить різноманітними та включають наслідки вірусного перикардиту, ятрогенні КП після кардіохірургічних втручань, системні колагенози, радіаційні ураження, туберкульоз та ідіопатичні КП [1]. Найбільш часті причини КП у різних географічних регіонах можуть бути різні.

Патофізіологія КП пов'язана з підвищенням компресії серця та тиску, що визначається наявністю перикардіальних рубцевих фіброзних змін і пов'язано з нееластичним перикардом. Як і при тампонаді, це змушує камери серця працювати у «фіксованому» некомплаєнтному просторі, що призводить до зростання системного та легеневого венозного тиску, як компенсації та спробі підтримання переднавантаження (діастолічного наповнення камер серця).

Таблиця 7

Порівняння патофізіології ТС та КП

ТС	КП
Фіксований об'єм порожнин, що обмежує діастолічне наповнення шлуночків; ↑ респіраторні варіації наповнення шлуночків	Фіксований об'єм порожнин, що обмежує діастолічне наповнення шлуночків; ↑ респіраторні варіації наповнення шлуночків
Шлуночкова взаємозалежність («септальне відштовхування»)	Шлуночкова взаємозалежність («септальне відштовхування»)
Підвищені та приблизно рівні ЦВТ, тиск у ЛВ та діастолічний тиск у ЛШ	Підвищені та приблизно рівні ЦВТ, тиск у ЛВ та діастолічний тиск у ЛШ
Домінує наповнення правих відділів у систолу (ПВ: S >> D за рахунок зменшення D)	Домінує наповнення правих відділів у систолу (ПВ: S >> D за рахунок зменшення D)
Інспіраторне ↓ внутрішньогрудного тиску не передається на серце (дисоціація внутрішньосерцевого та внутрішньогрудного тиску)	Інспіраторне ↓ внутрішньогрудного тиску не передається на серце (дисоціація внутрішньосерцевого та внутрішньогрудного тиску)
Звичайним симптомом є pulsus paradoxus	Pulsus paradoxus є нетиповим
Симптом Куссмауля відсутній	Типово симптом Куссмауля

Примітка. ЦВТ – центральний венозний тиск.

Клінічно КП маніфестує у вигляді симптомів затримки рідини (асцит, набряки нижніх кінцівок), задишки, слабкості, дискомфорту в черевній порожнині та іноді ГТ. Характерними об'єктивними ознаками є підвищення венозного тиску в яремних венах зі швидким зниженням кривої «у» та симптомом Куссмауля, периферичні набряки, гепатомегалія, діастолічний ритм галопу швидко після другого аускультативного тону (перикардіальний «стук») та асцит.

У таблиці 7 наведено порівняння основних патофізіологічних аспектів ТС та КП.

Усі ці симптоми не є занадто специфічними, та не викликають відповідної підозри, тому діагноз КП часто є випадковим, що встановлюється під час візуалізації de novo. Перикардектомія є єдиним радикальним вирішенням ситуації, причому її результат часто залежить від етіології перикардиту [1].

ЕхоКГ є початковою діагностичною процедурою за підозри на КП. Потовщення та кальцифікація перикарда, а також порушення діастолічного наповнення ЛШ призводить до характерних змін у М- та В-режимі.

Констриктивний перикардит характеризується зниженням швидкості наповнення ЛШ на 25–40 % із паралельним зростанням швидкостей діастолічних потоків на ТК (> 40 % – 60 %) на першому ударі серця після вдиху (рисунок 21) [1]. Сумарно можна виділити декілька ключових моментів застосування доплерографії для діагностики КП:

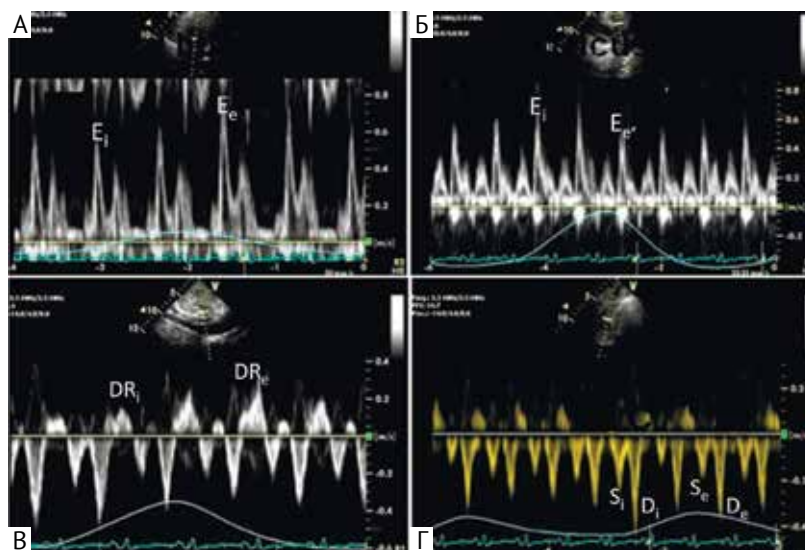


Рисунок 21. Характерні доплерівські знахідки в ІХД, характерні для КП: А – запис діастолічного потоку на МК; Б – на ТК; В – потік у ПВ; Г – потік у ВПВ із одночасним записом кривої дихання [1]

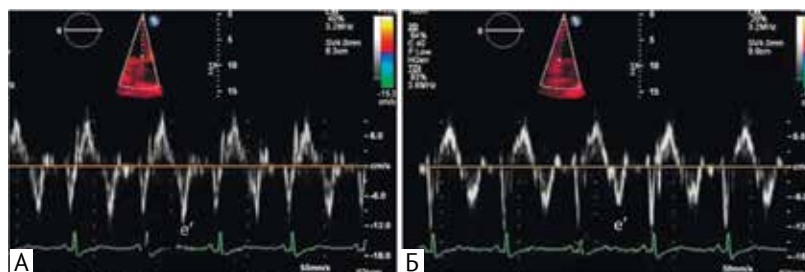


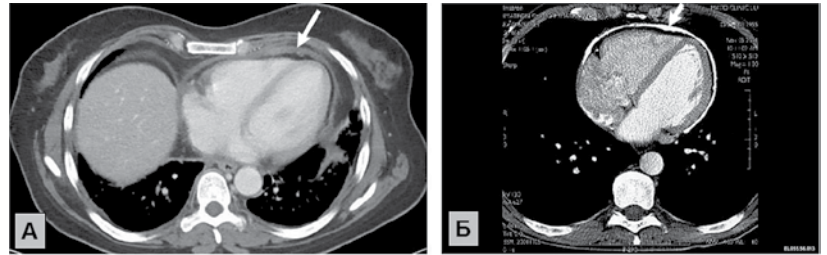
Рисунок 22. TDI медіального (А) та латерального (Б) сегментів мітрального кільця. Медіальна швидкість е' становить 12 см/с, а латеральна – лише 8 см/с (annulus reversus) [1]

1. Існує експертний консенсус щодо бажаної калькуляції конкретного відсотка респіраторних варіацій швидкостей діастолічних потоків на МК та ТК за формулою «(видих – вдих) / видих».
2. На МК максимальне зниження швидкості при КП має спостерігатися на першому ударі серця на вдиху з варіацією понад 25 %.
3. На ТК максимальне зниження швидкості при КП має спостерігатися на першому ударі серця на видиху з варіацією понад 40 % (розрахунковий відсоток, таким чином, має негативне значення) з одночасною реверсією потоку під час систоли передсердь у ПВ.

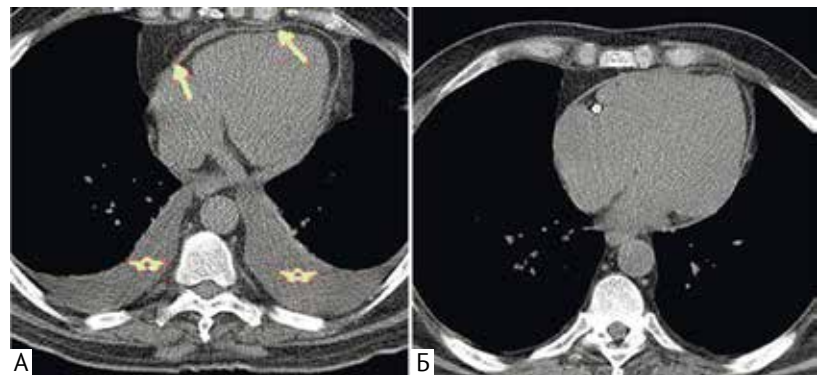
Тканинна доплерографія (ТД) є особливо корисною для диференційної діагностики між КП та рестриктивною кардіоміопатією (РКМП) [1]. При КП ТД вказує на збережену міокардіальну, в тому числі діастолічну функцію із вищою швидкістю медіального сегменту мітрального кільця (e'), що є важливою диференціально-діагностичною ознакою від РКМП – так званий феномен «annulus paradoxus» унаслідок того, що в міру погіршення тяжкості констрикції швидкість мітрального кільця в сегменті МШП прогресивно зростає (рисунки 22).

МСКТ є високоточною методикою оцінювання товщини перикарда, і тому відіграє важливу роль у діагностиці та веденні пацієнтів з КП [1]. Унаслідок схожих морфологічних змін при КП та РКМП, потовщення перикарда на МСКТ є цінною диференціально-діагностичною ознакою (рисунки 23, А). Як зазначалося вище, в одному з досліджень у 28 % з 143 хірургічно підтверджених випадків КП за результатами МСКТ товщина перикарда була нормальною (у 18 % вона виявилася в нормі також і під час біопсії хірургічно отриманих зразків) [1]. МСКТ також є найкращим засобом візуалізації для виявлення кальцифікації перикарда (рисунки 23, Б). Кальцифікати виявляють у близько 50 % випадків перикардіальної констрикції.

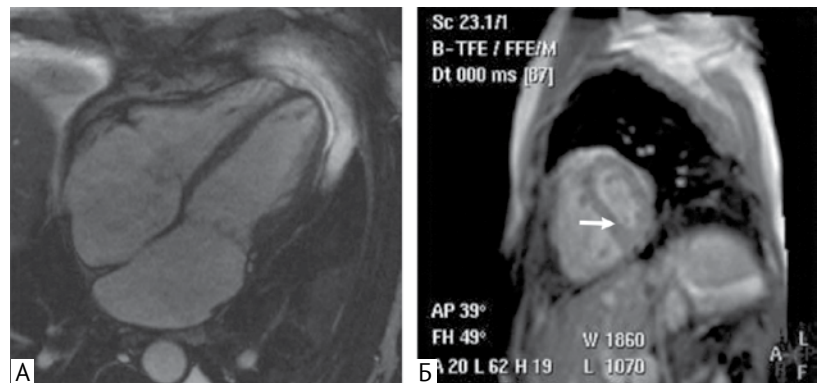
МСКТ може відігравати цінну допоміжну роль у плануванні оперативного втручання під час вирішення питання про перикардектомію внаслідок здатності локалізації та ступеня вираженості потовщення та кальцинозу перикарда, особливо у пацієнтів з кардіохірургічними втручаннями в анамнезі, внаслідок її



**Рисунок 23.** МСКТ грудної порожнини: А – збільшення товщини перикарда (біла стрілка); Б – циркулярна кальцифікація перикарда (біла стрілка) у чоловіка віком 40 років із задишкою та периферичними набряками



**Рисунок 24.** МСКТ грудної клітки у пацієнта з транзиторним КП, що демонструє товстий перикард (стрілки) та плевральний випіт (зірочки) у пацієнта із симптомами констрикції (А). Ці феномени розішлись із поверненням перикарда до нормальної товщини через 1 місяць терапії кортикостероїдами (Б) [1]



**Рисунок 25.** МРТ у режимі реального часу із «септальним відштовхуванням» (А) та послідовність запису під час вільного дихання, що демонструє міжшлуночкову взаємозалежність із відштовхуванням МШП вліво (біла стрілка) (Б)

здатності ідентифікувати критично важливі судинні структури [1, 10]. Крім того, МСКТ дає змогу оцінити ступінь вираженості ураження легенів у пацієнтів з радіаційною експозицією в анамнезі, локалізацію та ступінь вираженості кальцинозу перикарда, а також визначити показання для інвазивної коронароангі-

ографії у пацієнтів з нормальними результатами на МСКТ.

Унаслідок наявності природного контрасту між листками перикарда та оточуючим обідком епікардіального та перикардіального жиру, використання внутрішньо-

## Таблиця 8

### Візуальні характеристики КП

#### Підсумок ЕхоКГ характеристик

- М-режим: діастолічне сплюснення ендокарда задньої стінки лівого шлуночка (ЗСЛШ) при мінімальному або відсутньому респіраторному русі, little or absent respiratory movement, різкий інспіраторний задній рух МШП у ранню діастолу з реципрокними змінами розмірів ЛШ/ПШ протягом респіраторного циклу; дострокове раннє відкриття клапана легеневої артерії (КЛА)
- 2D: різке раннє припинення наповнення ЛШ та ПШ; інспіраторний рух МШП вправо («септальне відштовхування»); значна дилатація та відсутність або мінімальний інспіраторний колапс НПВ та ПВ
- Допплер: рестриктивна графіка наповнення ПШ та ЛШ; постінспіраторне (протягом першого удару після вдиху) зниження швидкостей діастолічного потоку на МК > 25 % та збільшення швидкостей діастолічного потоку на ТК > 40 %; зворотні зміни діастолічних потоків на видиху; низькі антероградні швидкості потоків у ПВ; експіраторне зниження діастолічного потоку у ПВ зі збільшенням швидкості ретроградного потоку в систолу передсердь
- Тканинний доплер (TDI): нормальні або підвищені швидкості руху мітрального кільця (> 7 см/с); «annulus paradoxus»; «annulus reversus»
- КДК у М-режимі: нормальна або підвищена швидкість поширення ранньодіастолічного потоку Vp

#### Підсумок МСКТ характеристик

- Товщина перикарда > 4 мм; визначення кальцифікації перикарда
- Непрямі знахідки: звуження й тубулярна деформація ПШ або ЛШ, нормальні розміри шлуночків; сплюснення (випрямлення) МШП; дилатація НПВ, ПВ та ПП; гепатоспленомегалія, асцит та гідроторакс

#### Підсумок МРТ характеристик

- Потовщення перикарда; функціональні зміни, подібні до знахідок під час ЕхоКГ при використанні відеозапису в режимі реального часу (різке раптове припинення діастолічного наповнення, «септальне відштовхування», або варіації руху МШП на різних фазах дихання)
- Набряк та ознаки запалення при використанні режимів T2 STIR та послідовностей LGE/ППГ
- Послідовності МРТ з міченим міокардом: pericardial-myocardial adherence
- Велосиметрія (фазове кодування) (Phase encoding velocimetry): інформація, подібна до доплерівської ЕхоКГ
- Відеозапис у режимі реального часу: демонстрація респірофазних зсувів (рухів) МШП

венного контрастування не є абсолютно необхідним, хоча багато дослідників все ж таки віддають перевагу внутрішньовенному контрастуванню, тому що воно дає змогу провесту чітку демаркацію порожнин серця, а також іноді здатне продемонструвати підсилення сигналу перикарда (ознака запалення) (рисунок 24).

МРТ серця забезпечує пряму візуалізацію незмінного перикарда, що складається з фіброзної тканини та має низьку інтенсивність МРТ-сигналу. Хоча МСКТ має переваги перед МРТ у виявленні кальцифікацій перикарда, МРТ дозволяє краще диференціювати малі об'єми випоту від потовщення листків перикарда. Крім того, МРТ також добре візуалізує фокальні, вузлові фіброзно-кальцинозні зміни. МРТ також має добрий потенціал виявлення гемодинамічних наслідків перикардіальної констрикції (септального «відштовхування») та здатна краще ідентифікувати запальний процес у перикарді та наявність перикардіально-міокардіальних адгезій [1]. На відміну від МСКТ, МРТ серця не є джерелом іонізуючої радіації.

Попередні дослідження продемонстрували, що МРТ має точність близько 93 % у диференціальній діагностиці КП та РКМП при використанні граничного значення товщини перикарда > 4 мм [16]. МРТ подібно до ЕхоКГ дає змогу оцінювати функціональні порушення з непоганою (але гіршою за ЕхоКГ) часовою роздільною здатністю з визначенням гемодинамічних наслідків констрикції (рисунок 25).

У таблиці 8 наведено сумарну інформацію щодо результатів методів візуалізації при КП.

### 5. Ексудативно-констриктивний перикардит

Ексудативно-констриктивний перикардит є найменш типовим із синдромів перикардіального здавлення серця. Це окрема нозологія з транзиторними та супутніми патофізіологічними рисами, в якій співіснують характеристики як гострого ексудативного перикардиту з елементами ТС, так і хронічного КП. Ексудативно-констриктивний перикардит розвивається, коли перикардіальна рідина збирається між потовщеними та набряклими або фіброзованими парієтальним та вісцеральним листками перикарда [1].

Підходи до діагностики ЕКП майже аналогічні до таких за підозри на КП. Унаслідок того, що загалом більшість випадків ЕКП є хронічними, клінічна картина зазвичай є ближчою до КП, ніж до ТС. Таким чином, в усіх подібних випадках показана серцево-судинна візуалізація для діагностики, оцінювання тяжкості порушень анатомії та гемодинаміки й визначення тактики ведення пацієнта аналогічно умовам, описаним вище для КП.

У таблиці 9 наведена сумарна інформація щодо результатів методів візуалізації при ЕКП.

Таблиця 9

Візуальні характеристики ЕКГ

Підсумок ЕхоКГ характеристик
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ГП</li> <li>• Ехогенний/організований вміст у випоті та просторі сепарації листків перикарда</li> <li>• Фібринові тяжі поперечно через порожнину перикарда від вісцеральної до парієтальної поверхні</li> <li>• Нерівності/потовщення перикардіальної поверхні</li> <li>• Осумковані вогнища ГП</li> <li>• Знахідки, що асоціюються з глобальною або локальною тампонадою</li> <li>• Знахідки, що асоціюються з КП після перикардіоцентезу</li> </ul>
Підсумок МСКТ характеристик
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ГП</li> <li>• Вміст у ГП з високим рівнем загасання (attenuation) сигналу</li> <li>• Підсилення перикардіальних шарів ± ниткоподібні тяжі/синехії</li> <li>• Вузлуваті потовщення перикардіальних поверхонь</li> <li>• Кальцифікація перикарда</li> <li>• Розподіл порожнини перикарда на відокремлені камери (відділи) (локуляція)</li> <li>• Морфологія та об'єми камер серця ± функція шлуночків при використанні режиму отримання зображення gated acquisition</li> </ul>
Підсумок МРТ характеристик
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ГП</li> <li>• Структури із сигналом аномальної інтенсивності в порожнині випоту ± синехії</li> <li>• Раннє укорочення T1 після введення гадолінію або LGE (ППГ) перикардіальних шарів</li> <li>• Вузлуваті потовщення перикардіальних поверхонь</li> <li>• Розподіл порожнини перикарда на відокремлені камери (відділи) (локуляція)</li> <li>• Характерні профілі наповнення шлуночків на фазово-контрастних зображеннях (phase-contrast imaging)</li> <li>• Повільний потік при фазовому контрастуванні (Slow phase-contrast flow) (при використанні кодування дуже низьких швидкостей) дозволяє диференціювати рідину в перикарді від потовщення листків перикарда</li> <li>• Морфологія/об'єми/функція порожнин, включаючи респірофазну фізіологію (шлуночкова взаємозалежність)</li> <li>• Відео з маркуванням міокарда (Tagged cine) може демонструвати адгезії в зонах без накопичення рідини в порожнині перикарда (у випадках локуляції)</li> </ul>

## 6. Об'ємні утворення перикарда (пухлини, кісти та дивертикули)

### 6.1. Пухлини перикарда

Пухлини перикарда розподіляються на первинні (доброякісні та злоякісні) і метастатичні. Первинні пухлини перикарда є дуже рідкісним явищем та переважно доброякісними. ЕхоКГ є адекватним методом

Таблиця 10

Візуальні характеристики пухлин перикарда

Дослідження	Знахідки під час візуалізації	Переваги
ЕхоКГ	Вузлуваті формації або дифузне потовщення перикарда	Визначення гемодинамічних ефектів (наслідків) пухлини або випоту
МСКТ	Маси в перикарді, що підсилюються контрастуванням	Точна локалізація та визначення розмірів, визначення наявності кальцифікації, крові або жиру
МРТ	Висока інтенсивність сигналу в режимі T233	Точна локалізація та визначення розмірів; характеристика тканини пухлини

візуалізації першої лінії для виявлення наявності пухлинного процесу із залученням перикарда, а також найкращим методом оцінювання гемодинамічних наслідків інфільтративного росту пухлини та наступного динамічного спостереження. Однак МРТ та МСКТ є кращими методами більш детального оцінювання локалізації та ступеня поширеності, включаючи диференціальну діагностику з тромбами, жировим вмістом та ступінь васкуляризації пухлини. У таблиці 10 наведена інформація можливих знахідок при діагностиці об'ємних утворень в перикарді.

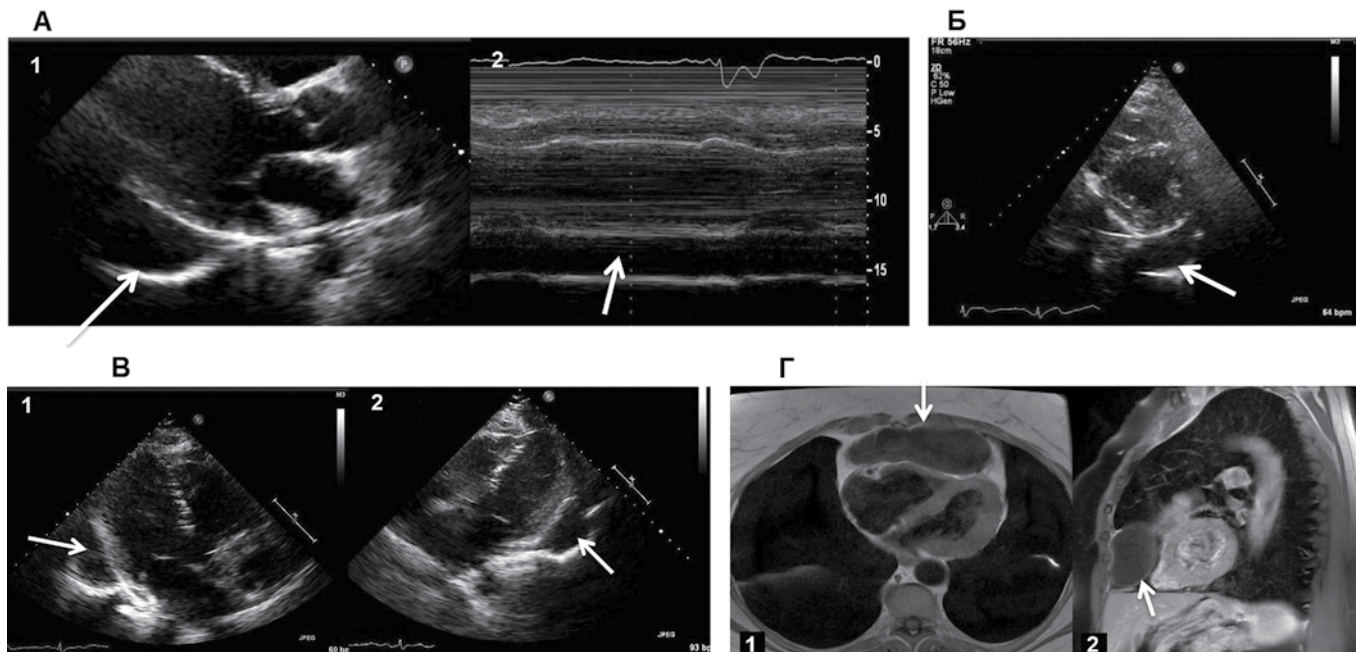
### 6.2. Кісти та дивертикули перикарда

Кісти перикарда є рідкісними та загалом доброякісними ураженнями [9–11]. Більшість з них є вродженими мальформаціями, хоча деякі, наприклад гідатидозні кісти, мають інфекційну або паразитарну природу. Вроджені кісти перикарда зазвичай являють собою монокамерний, наповнений рідиною «мішок», відокремлений капсулою з мезотеліальних клітин. Кісти – це інкапсульовані утворення, що не сполучаються з порожниною перикарда. У більшості випадків це випадкова знахідка при рентгенографії ОГК, ЕхоКГ або МСКТ. Хоча здебільшого кісти є безсимптомними, приблизно у 25 % пацієнтів з кістами перикарда можуть спостерігатися неспецифічні симптоми, такі як біль у грудях, кашель, задишка та серцебиття. Кісти перикарда рідко мають якусь клінічну значущість, якщо не викликають компресії камер серця.

ЕхоКГ є методом візуалізації першої лінії, що випадково дозволяє виявити кісту або дивертикул перикарда, але МСКТ та МРТ також показані для деталізації тканинних характеристик (рисунок 26).

У таблиці 11 наведені сумарні дані щодо знахідок при візуалізації кіст і дивертикулів перикарда.





**Рисунок 26.** А та Б. Парастернальна позиція по довгій осі ЛШ (1, PLAX, зліва) та М-режим (2, справа) та зріз по короткій осі ЛШ (Б, SAX). Велика ехо-негативна кістозна структура ззаду ЛШ. В апікальних позиціях (В) прозора структура візуалізується під час ЕхоКГ тільки при легкій ротації датчика з направленням променя дистальніше назад від стандартних А3С (1, зліва) та А4С (2, справа) позицій. Під час МРТ (Г) кіста перикарда добре візуалізується. Аксіальне T133 МР-зображення (1) демонструє гіпоінтенсивний сигнал локалізованого об'єму в передньому середостінні, що свідчить на користь кісти з простим складом рідини. Сагітальний T133 МР-зріз (2) після введення гадолінію демонструє відсутність підсилення рідини в утворенні переднього середостіння (біла стрілка вказує на кісту перикарда на всіх зображеннях)

**Таблиця 11**

*Візуальні характеристики дивертикулів та кіст перикарда*

Дослідження	Кіста перикарда	Дивертикул перикарда
ЕхоКГ	Ехо-прозорий простір, прилеглий до меж серця	Ехо-прозорий простір, прилеглий до меж серця з дефектом лінії (перериванням) перикарда
МСКТ	Порожнина з рідиною з добре визначеним периметром із сигналом загасання води; типова локалізація в реберно-діафрагмальному куті; не визначається комунікацій з рештою порожнини перикарда	Дуже подібно до кісти, але з комунікацією з порожниною перикарда
МРТ	Інкапсульована порожнина з гладкими краями, прилеглий до перикарда з характеристиками води; висока інтенсивність сигналу в режимі T233 та низька інтенсивність у режимі T233	Дефект переривання лінії перикарда або комунікація з порожниною «серцевої сорочки»

## 7. Вроджена відсутність перикарда

Вроджена відсутність перикарда описана в літературних джерелах тільки у вигляді окремих випадків та малих серій спостережень [1]. Вона може бути ізольованим станом (65 %) або асоціюється з іншими вродженими вадами [1]. Класифікація вродженої відсутності перикарда визначає п'ять її типів: повна відсутність перикарда взагалі; повна право- або лівобічна відсутність; часткова (парціальна) право- або лівобічна відсутність. Розміри дефекту є досить варіабельними від типу маленьких вікон до поширених екстенсивних дефектів. Найбільш типовим випадком є повна відсутність перикарда лівого серця з частотою поширеності в популяції за різними літературними джерелами від 0,0001 % до 0,044 % [1]. Діагностика вродженої відсутності перикарда є найчастіше випадковою та несподіваною під час хірургічних втручань або візуалізаційних досліджень ОГК та серця з інших причин. Однак випадки вродженої відсутності перикарда можуть бути симптомними, причому мають характерні риси. У пацієнтів можуть виявлятися неспецифічні симптоми у вигляді болю у грудях, задишки, серцебиття та перебоїв у роботі серця, хоча домінуючим симптомом є біль. Необхідність у залученні додаткових методів

Таблиця 12

Візуальні характеристики вродженої відсутності перикарда

#### Підсумок ЕхоКГ характеристик

- М-режим – парадоксальний рух МШП, акцентований рух ЗСЛШ, відсутність сепарації між епікардом та перикардом
- В-режим – дилатація ПШ, підвищена мобільність серця («серце-маятник»), орієнтація верхівки дозад та незвичайні акустичні вікна (PLAX), більш латеральне позиціонування датчика, видовжене передсердя з розширеними шлуночками (контур серця за типом «крапля сльози»), аномальний передсердно-шлуночковий кут, випинання нижньої та задньої стінок ЛШ назовні в апікальних позиціях
- Допплер – трикуспідальна регургітація (ТР) за рахунок дилатації АВ-кільця або відриву хорд, підвищення діастолічного потоку в ПВ та ВПВ

#### Підсумок МСКТ та МРТ характеристик

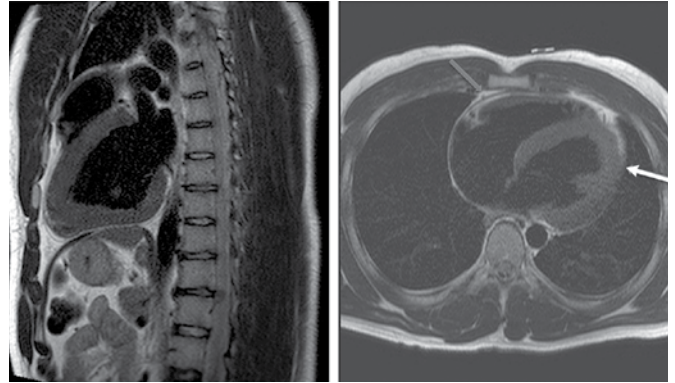
- Відсутність перикардального шару
- Ротація серця вліво
- Інтерпозиція легеневої тканини в передній простір між аортою та ЛА або між діафрагмою та основою серця

візуалізації залежить від конкретної клінічної ситуації. У безсимптомних пацієнтів з підозрою на таку ситуацію під час виконання візуалізаційних досліджень першої лінії подальше оцінювання зазвичай недоцільне, тому що ситуація не матиме будь-яких клінічних наслідків.

Деякі специфічні і неспецифічні ознаки вродженої відсутності перикарда під час мультимодальної візуалізації наведені в таблиці 12.

Під час відповідної візуалізації перикарда за допомогою МСКТ та МРТ слід використовувати відповідні кардіологічні протоколи із синхронізацією візуалізації з ЕКГ. МСКТ серця для означених задач слід використовувати на низьких дозах випромінювання, коли це можливо.

На зображеннях МСКТ та МРТ при виконанні відповідного протоколу із синхронізацією з ЕКГ перикард можна ідентифікувати за відмінностями його сигналу від прилеглого міокарда та епікардального та перикардального шарів жиру. У пацієнтів з мінімальними прошарками епікардального та перикардального жиру перикард лежить майже безпосередньо на міокарді, що може утруднювати або унеможливити диференціацію саме в типових місцях розташування його дефектів (відсутності), зокрема у бокової, задньої та нижньої стінок ЛШ [1]. У таких ситуаціях слід пам'ятати про можливість гіпердіагностики вродженої відсутності перикарда (рисунок 27).



**Рисунок 27.** МРТ серця в сагітальній (А) та аксіальній (Б) площинах у спортсмена, що демонструє складності у визначенні відсутності перикарда в ділянці бокової стінки з наявністю мінімальної кількості епікардального та перикардального жиру. Чітка стрілка вказує на нормальний перикард спереду від ПШ, що розташований між епікардальним та перикардальним жиром. Навпаки, в ділянці бокової стінки ЛШ перикард чітко не визначається (біла стрілка)

## V. Рекомендації та ключові моменти візуалізації патології перикарда

### А. Ключові моменти для гострого перикардиту

1. Всім пацієнтам з гострим перикардитом слід виконати ТТЕхоКГ для оцінювання наявності чи відсутності ГП, фізіології тампонади та залучення міокарда. На додаток до ЕхоКГ, слід цілеспрямовано призначити МСКТ та МРТ серця за наявності труднощів, асоційованих з клінічною картиною гострого перикардиту, включаючи:

- Неінформативність ТТЕхоКГ або високий рівень підозри, що лишається після негативних даних ТТЕхоКГ.
- Відсутність швидкої клінічної відповіді на проти-запальне лікування.
- Нетипову клінічну картину.
- Підозру на КП на основі даних об'єктивного огляду.
- Асоційовану травму (проникаюча травма грудної клітки, закрита травма грудної клітки).
- При таких основних діагнозах як ГІМ, онкологія, інфекція легенів або грудної клітки, панкреатит.

### Б. Ключові моменти для повторного перикардиту

- Ключові моменти, подібні до гострого перикардиту (див. вище).

### В. Ключові моменти для гідроперикарда й тампонади серця

- Всім пацієнтам з ГП або тампонадою показана ТТЕхоКГ для оцінювання розмірів ГП та ступеня порушень гемодинаміки.
- МСКТ та/або МРТ слід призначити пацієнтам із складним ГП з підгострою тампонадою, що потребують пункції/дренування.

- МСКТ та/або МРТ слід призначати пацієнтам із підозрою на гемоперикард або тромби в порожнині перикарда, а також для оцінювання джерела ГП та виключення малігнізації або запального процесу.
- ЧСЕхоКГ, МСКТ або МРТ можуть використовуватися для оцінювання регіональної тампонади, яка може траплятися після оперативних втручань або інвазивних процедур.

#### **Г. Ключові моменти для констриктивного перикардиту**

- Всім пацієнтам з клінічною підозрою на КП показано проведення ТТЕхоКГ з доплерографією як візуалізаційне дослідження першої лінії, що може підтвердити чіткий діагноз КП у більшості пацієнтів.
- МРТ та/або МСКТ слід використовувати як допоміжні методики для підтвердження КП та в окремих пацієнтів із незадовільною ЕхоКГ візуалізацією та нечіткими (недіагностичними) висновками. МСКТ та/або МРТ забезпечують більш точні виміри товщини перикарда та характеристики досліджуваних тканин, включаючи режими T2 STIR (набряк) та LGE/ППГ (запалення).
- МСКТ може використовуватися перед плановими оперативними втручаннями для удосконалення діагностики у пацієнтів із доведеним КП для оцінювання ступеня кальцифікацій та їх близькості до критичних (магістральних) судинних структур у пацієнтів із попередніми кардіохірургічними втручаннями в анамнезі.

#### **Г. Ключові моменти для ексудативно-констриктивного перикардиту**

- Ключові моменти, подібні до КП (див. вище).

#### **Д. Ключові моменти для об'ємних утворень, кіст і дивертикулів перикарда**

- ЕхоКГ є методом візуалізації першої лінії для оцінювання об'ємних утворень, кіст і дивертикулів перикарда.
- МСКТ та/або МРТ слід призначати для кращої диференціації та характеристики тканин об'ємних утворень і діагностики метастатичних об'ємних утворень (за підозри на онкопатологію).
- МСКТ та/або МРТ слід призначати для оцінювання кіст і дивертикулів перикарда.

#### **Е. Ключові моменти для вродженої відсутності перикарда**

- ЕхоКГ є методом візуалізації першої лінії для ідентифікації функціональних порушень, пов'язаних з вродженою відсутністю перикарда (випинання серцевих камер і надлишкові рухи стінок) у пацієнтів з підозрою та клінічною симптоматикою такої.
- МСКТ та/або МРТ можуть використовуватися для морфологічної (анатомічної) ідентифікації дефектів перикарда.

## **VI. Висновки**

Сьогодні мультимодальна візуалізація є необхідною для діагностики та ведення пацієнтів з патологією перикарда. ЕхоКГ є методом візуалізації першої лінії для більшості таких нозологій, включаючи гострий перикардит, повторний перикардит та КП. Проведення МРТ та МСКТ зазвичай призначають при виникненні діагностичних утруднень, що не можуть бути визначені за допомогою ЕхоКГ внаслідок технічних обмежень, обмежень виведення відповідних вікон або за потреби у детальнішій характеристиці тканин, таких як набряк та запалення. У майбутньому в умовах тенденцій до зниження вартості діагностичних методик існує необхідність у проведенні клінічних досліджень для оцінювання ролі мультимодальної візуалізації в діагностиці та веденні пацієнтів із захворюваннями перикарда.

### **Список використаних джерел**

#### **References**

1. Klein AL, Abbara S, Agler DA, Appleton CP, Asher CR, Hoit B, et al. American Society of Echocardiography Clinical Recommendations for Multimodality Cardiovascular Imaging of Patients with Pericardial Disease: Endorsed by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and Society of Cardiovascular Computed Tomography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013;26(9):965-1012. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2013.06.023>
2. Imazio M, Bobbio M, Cecchi E, Demarie D, Demichelis B, Pomari F, et al. Colchicine in addition to conventional therapy for acute pericarditis: results of the Colchicine for Acute Pericarditis (COPE) trial. *Circulation.* 2005;112(13):2012-6. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.542738>
3. Imazio M, Brucato A, Cemin R, Ferrua S, Belli R, Maestroni S, et al. Colchicine for Recurrent Pericarditis (CORP): a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2011;155(7):409-14. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-155-7-201110040-00359>
4. Imazio M, Trincherо R, Brucato A, Rovere ME, Gandino A, Cemin R, et al. Colchicine for the Prevention of the Post-Pericardiotomy Syndrome (COPPS): a multicentre, randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Eur Heart J.* 2010;31(22):2749-54. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq319>
5. Imazio M, Spodick DH, Brucato A, Trincherо R, Adler Y. Controversial issues in the management of pericardial diseases. *Circulation.* 2010;121(7):916-28. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.844753>
6. Khandaker MH, Espinosa RE, Nishimura RA, Sinak LJ, Hayes SN, Melduni RM, et al. Pericardial disease: diagnosis and management. *Mayo Clin Proc.* 2010;85(6):572-93. <https://doi.org/10.4065/mcp.2010.0046>
7. Troughton RW, Asher CR, Klein AL. Pericarditis. *Lancet* 2004;363(9410):717-27. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)15648-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)15648-1)
8. Maisch B, Seferovic PM, Ristic AD, Erbel R, Rienmuller R, Adler Y, et al. Guidelines on the diagnosis and management of pericardial diseases executive summary; the Task Force on the Diagnosis and Management of Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2004;25(7):587-610. <https://doi.org/10.1016/j.ehj.2004.02.002>

9. Verhaert D, Gabriel RS, Johnston D, Lytle BW, Desai MY, Klein AL. The role of multimodality imaging in the management of pericardial disease. *Circ Cardiovasc Imaging* 2010;3(3):333-43. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.109.921791>
10. Yared K, Baggish AL, PicardMH, Hoffmann U, Hung J. Multimodality imaging of pericardial diseases. *JACC Cardiovasc Imaging* 2010;3(6):650-60. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2010.04.009>
11. Bogaert J, Francone M. Pericardial disease: value of CT and MR imaging. *Radiology*. 2013;267(2):340-56. <https://doi.org/10.1148/radiol.13121059>
12. American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents; Hundley WG, Bluemke DA, Finn JP, Flamm SD, Fogel MA, et al. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SCMR 2010 expert consensus document on cardiovascular magnetic resonance: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55(23):2614-62. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.11.011>
13. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M, Hendel RC, Carr JC, et al. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48(7):1475-97. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.07.003>
14. Taylor AJ, Cerqueira M, Hodgson JM, Mark D, Min J, O'Gara P, et al. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 appropriate use criteria for cardiac computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2010;4(6):407.e1-e33. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2010.11.001>
15. Mocumbi AO, Ferreira MB. Neglected cardiovascular diseases in Africa: challenges and opportunities. *J Am Coll Cardiol* 2010;55(7):680-7. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.09.041>
16. Ishihara T, Ferrans VJ, Jones M, Boyce SW, Kawanami O, Roberts WC. Histologic and ultrastructural features of normal human parietal pericardium. *Am J Cardiol*. 1980;46(5):744-53. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(80\)90424-5](https://doi.org/10.1016/0002-9149(80)90424-5)
17. Ferrans VJ, Ishihara T, Roberts WC. Anatomy of the pericardium. In: Reddy PS, Leon DF, Shaver JA, editors. *Pericardial disease*. New York: Raven; 1982. pp. 77-92.
18. Bull RK, Edwards PD, Dixon AK. CT dimensions of the normal pericardium. *Br J Radiol*. 1998;71(849):923-5. <https://doi.org/10.1259/bjr.71.849.10195005>
19. Sechtem U, Tscholakoff D, Higgins CB. MRI of the normal pericardium. *AJR Am J Roentgenol*. 1986;147(2):239-44. <https://doi.org/10.2214/ajr.147.2.239>
20. Ling LH, Oh JK, Tei C, Click RL, Breen JF, Seward JB, et al. Pericardial thickness measured with transesophageal echocardiography: feasibility and potential clinical usefulness. *J Am Coll Cardiol*. 1997;29(6):1317-23. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(97\)82756-8](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(97)82756-8)
21. Vesely TM, Cahill DR. Cross-sectional anatomy of the pericardial sinuses, recesses, and adjacent structures. *Surg Radiol Anat*. 1986;8:221-7. <https://doi.org/10.1007/BF02425071>
22. Levy-Ravetch M, Auh YH, Rubenstein WA, Whalen JP, Kazam E. CT of the pericardial recesses. *AJR Am J Roentgenol*. 1985;144(4):707-14. <https://doi.org/10.2214/ajr.144.4.707>
23. Miyazaki T, Pride HP, Zipes DP. Prostaglandins in the pericardial fluid modulate neural regulation of cardiac electrophysiological properties. *Circ Res*. 1990;66(1):163-75. <https://doi.org/10.1161/01.res.66.1.163>
24. Mebazaa A, Wetzel RC, Dodd-o JM, Redmond EM, Shah AM, Maeda K, et al. Potential paracrine role of the pericardium in the regulation of cardiac function. *Cardiovasc Res*. 1998;40(2):332-42. [https://doi.org/10.1016/s0008-6363\(98\)00134-5](https://doi.org/10.1016/s0008-6363(98)00134-5)
25. Aql RA, Aljaroudi W, Hage FG, Tallaj J, Rayburn B, Nanda NC. Left ventricular collapse secondary to pericardial effusion treated with pericardicentesis and percutaneous pericardiotomy in severe pulmonary hypertension. *Echocardiography*. 2008;25(6):658-61. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8175.2008.00661.x>

## Multimodality Cardiovascular Imaging in Patients with Pericardial Diseases. Practical Recommendations

Working group: Lazoryshynets V. V., Kovalenko V. M., Fedkiv S. V., Potashev S. V., Rudenko A. V., Vitovskiy R. M., Krikunov O. A., Sychov O. S., Ivaniv Y. A., Mazur O. A., Hrubyak L. M., Rusnak A. O.

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the NAMS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

**Abstract.** Pericardial pathology has wide distribution in population and is observed in various therapeutic areas, including primary care, intensive care and resuscitation, as well as such subspecialties as rheumatology, infectious diseases, oncology and namely cardiology. It may significantly contribute to morbidity and mortality growth. Therefore, diagnosis and management of patients with pericardial pathology may be challenging, including such nosology as a "mixed" constrictive pericarditis, exudative-constrictive pericarditis or localized postoperative tamponade. Clinical evaluation of such conditions may be rather complicated. That is why the use of multimodality imaging including echocardiography, heart MRI and MSCT grows continuously in the diagnosis and treatment in such patients.

The aim of this document is to provide expert evaluation for comprehensive and appropriate use of multimodality imaging in the diagnosis and management of patients with pericardial diseases.

This document is based on the American Society of Echocardiography Clinical Recommendations for Multimodality Cardiovascular Imaging of Patients with Pericardial Disease endorsed by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and Society of Cardiovascular Computed Tomography (2013) adopted for local specificities.

**Keywords:** *pericardial disease, multimodality imaging, echocardiography, cardiovascular magnetic resonance imaging, cardiovascular computed tomography.*