

<https://doi.org/10.30702/ujcvs/20.4112/061090-095/073.7>  
УДК 616.124-007.64-073.7

**Мазур О. А.**, канд. мед. наук, завідувач відділення ультразвукової діагностики, <https://orcid.org/0000-0001-8266-4174>

**Грубяк Л. М.**, канд. мед. наук, ст. наук. співробітник відділу хірургічного лікування інфекційного ендокардиту, <https://orcid.org/0000-0002-1550-3351>

**Купчинський О. В.**, канд. мед. наук, ст. наук. співробітник відділу хірургічного лікування поліорганної патології та акушерської кардіохірургії, <https://orcid.org/0000-0003-4314-7937>

**Банковська Н. В.**, канд. мед. наук, завідувач науково-навчального відділу, <https://orcid.org/0000-0002-1953-6943>

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

## Застосування 3D speckle tracking ехокардіографії у діагностиці постінфарктної аневризми лівого шлуночка

**Резюме.** 3D speckle tracking ехокардіографія (3D STE) – це передова техніка візуалізації ехокардіографії для оцінювання деформації міокарда, що є перспективною для діагностики структурних ускладнень інфаркту міокарда та вибору оптимальних хірургічних методик.

У цьому випадку ми використовували 3D STE для оцінювання функції лівого шлуночка у пацієнта з постінфарктною аневризмою лівого шлуночка.

Хворий поступив до Національного інституту серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова з перенесеним інфарктом міокарда в анамнезі. За даними ангіографії виявлено дифузне ураження коронарних артерій. Результати 2D-ехокардіографії: кінцево-діастолічний об'єм лівого шлуночка (КДО ЛШ) – 206 мл, фракція викиду (ФВ) ЛШ за методом Сімпсона – 31 %. У верхівці ЛШ виявлено тромб розміром 2,2 на 1,6 см. Результати 3D ЕхоКГ: КДО ЛШ – 209 мл, кінцево-систолічний об'єм (КСО) – 182 мл, ФВ ЛШ – 13 %. Глобальний стрейн площі (GAS) склав –13,7 %, що відповідало значному зниженню. Проведена мультиспіральна комп'ютерна томографія (МСКТ) серця підтвердила результати ЕхоКГ.

Враховуючи отримані дані з плану хірургічної корекції було виключено резекцію верхівкової ділянки акінезії. Пацієнту було проведено АКШ (4 шунтування), видалення тромбів з лівого шлуночка (додаткові свіжі тромби були виявлені під час операції) та відновлення стінки лівого шлуночка із застосуванням штучного кровообігу. Результати 3D-ЕхоКГ після лікування: нормалізація КДО до 135 мл, зростання ФВ ЛШ з 13 % до 32 %. GAS збільшився до –20,4 %. Загальна динаміка була позитивною, пацієнт виписаний для проходження післяопераційної реабілітації.

Випадок показує, що дані 3D STE відповідають даним КТ у пацієнтів із патологічним ремоделюванням ЛШ після перенесеного інфаркту міокарда. 3D STE є достовірним методом для диференціації між акінетичною рубцевою тканиною та дискінетичною аневризмою лівого шлуночка.

**Ключові слова:** ехокардіографія, 3D speckle tracking, деформація міокарда, аневризма лівого шлуночка, інфаркт міокарда.

Одним із серйозних ускладнень перенесеного трансмурального інфаркту міокарда (ІМ) є розвиток «справжньої» аневризми лівого шлуночка (АЛШ) [1], яка являє собою чітку ділянку акінезії або дискінезії стінки лівого шлуночка (ЛШ), що пов'язана зі зниженою ФВ ЛШ. Функціонально АЛШ є зоною патологічної діастолічної релаксації з парадоксальним систолічним дискінезом.

На сьогодні магнітно-резонансна томографія (МРТ) вважається золотим стандартом для комплексного оцінювання розміру, форми та функції ЛШ, за-

безпечуючи високоточні та відтворювані дані [2]. Однак ця методика не є широкодоступною і не сумісна з певними серцевими пристроями.

Двовимірна ехокардіографія (2D-ЕхоКГ) у більшості випадків є першим дослідженням, яке дає змогу з великою імовірністю діагностувати АЛШ завдяки виявленню ділянок стоншення міокарда із зонами дис-/акінезії. Водночас їй притаманні похибки через припущення щодо геометрії порожнини ЛШ.

Деформація лівого шлуночка – це тривимірний (3D) процес, що являє собою складові взаємодії спі-

рально розташованих протистисрямованих волокон, які вкорочуються і потовщуються впродовж серцевого циклу [3]. Через це саме 3D-ЕхоКГ, нова діагностична методика, за останні роки увійшла в широке застосування для правильної інтерпретації отриманих даних, визначення обсягів операції та оцінювання рівнів періопераційної та післяопераційної смертності [4].

Нещодавні розробки в галузі 3D-ЕхоКГ дозволили застосовувати її для оцінювання деформації з використанням speckle tracking ЕхоКГ (STE). Перевагами 3D STE є можливість отримання об'ємних зображень [5]. Результати 3D STE добре корелюють з аналізом деформації при використанні МРТ [6]. 3D STE – це сучасний метод візуалізації для оцінювання деформації міокарда, який може значно підвищити точність і відтворюваність аналізу функції ЛШ за допомогою ЕхоКГ, зменшити суб'єктивність у візуальній інтерпретації регіонального руху стінки, а, отже, визначити оптимальну для кожного пацієнта тактику хірургічної корекції [6, 7].

**Метою** висвітлення цього клінічного випадку є надання інформації щодо важливості використання 3D STE для функціонального оцінювання лівого шлуночка з розвитком постінфарктної аневризми.

Хворий Б. поступив до ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України» 30.03.2020 р. з діагнозом: ішемічна хвороба серця (ІХС). Стенокардія III функціонального класу (ФК). Постінфарктний (2016 р.) кардіосклероз. Хронічна аневризма передньоперегородково-верхівкових сегментів ЛШ; постійна форма фібриляції передсердь, тахісистоія, EHRA (European Heart Rhythm Association) III. III ФК за NYHA.

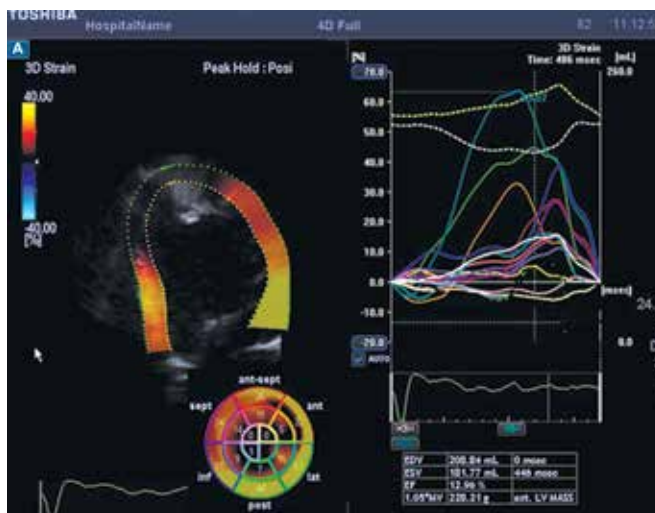
За даними аортокоронарентрикулографії від 16.03.2020 р. виявлено дифузне ураження коронарних артерій. Правий тип коронарного кровопостачання. Ліва коронарна артерія – стовбур без особливостей. Передні міжшлуночкова гілка (ПМШГ) – оклюзія середнього сегмента з ретроградним заповненням. Огиначаюча артерія – стенози середнього та дистального сегментів – 90 %, стеноз гілки тупого краю – 90 %. Права коронарна артерія (ПКА) – оклюзія проксимального сегмента з ретроградним заповненням.

Було проведено комплексну ЕхоКГ (Toshiba Artida) від 31.03.2020: міжшлуночкова перегородка (МШП) – 12 мм; задня стінка лівого шлуночка (ЗСЛШ) – 12 мм; маса міокарда ЛШ (ММЛШ) – 405 г ( $202 \text{ г/м}^2$ ), КДО ЛШ – 206 мл, КСО ЛШ – 141 мл, ударний об'єм (УО) ЛШ – 65 мл; ФВ ЛШ за Сімпсоном 31 %; ліве передсердя (ЛП) – 4,9 см, об'єм ЛП – 131 мл, індекс об'єму ЛП –  $65 \text{ мл/м}^2$ ; стінка правого шлуночка (ПШ) – 0,4 см; базальний розмір ПШ – 4,7 см; амплітуда систолічної екскурсії трикуспідального кільця (TAPSE) – 18 мм; незначна дилатація правого передсердя (ПП) (об'єм 80 мл).

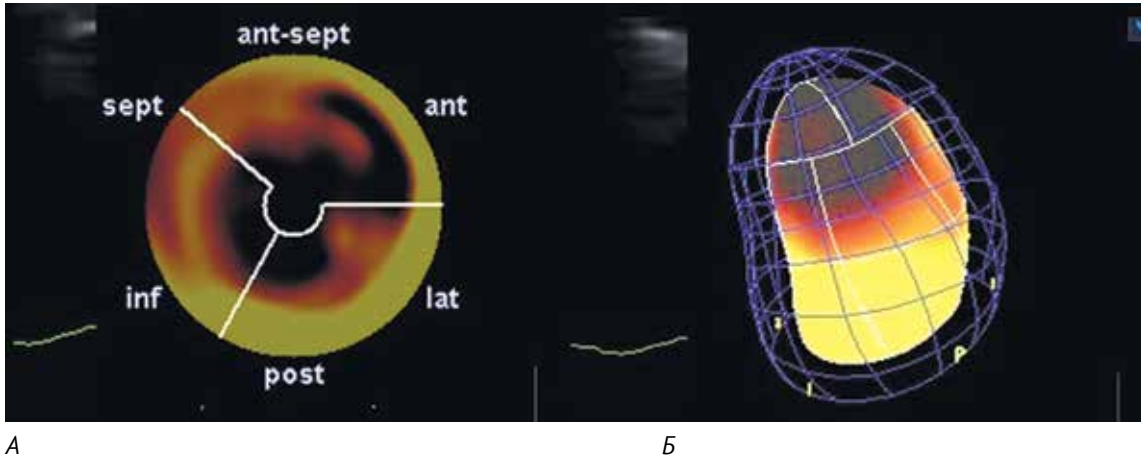


**Рисунок 1.** Модифікована верхівкова двокамерна позиція. У ділянці верхівки ЛШ візуалізується додаткове утворення без капсули розміром  $2,2 \text{ см} \times 1,6 \text{ см}$ , що відповідає тромбу ЛШ. Ознаки некомпактності у серединних сегментах ЛШ

Показники діастолічної функції ЛШ відповідали рестриктивному типу, мала місце легка відносна мітрально-трикуспідальна недостатність; помірна легенева гіпертензія (середньосистолічний тиск у легеневій артерії (ЛА) – 46 мм рт. ст.); акінезія верхівкових, гіпокінез базально-серединних сегментів передньоперегородково-бокової ділянки ЛШ. У ділянці верхівки виявлено утворення розміром  $2,2 \text{ см} \times 1,6 \text{ см}$ , що відповідає тромбу ЛШ (рисунок 1). Ознаки некомпактного міокарда передньобової стінки ЛШ.



**Рисунок 2.** 3D speckle tracking ЕхоКГ. Патерн ІКМП за даними STE (модель ЛШ «bull's eye», або «мішень») та схема графік поздовжнього стрейну окремих сегментів міокарда ЛШ



**Рисунок 3.** 3D STE. Схематичне зображення кривих поздовжньої деформації міокарда ЛШ відповідно до зон кровопостачання (А). Об'ємна модель ЛШ («у клітці») з різким зниженням поздовжньої деформації у верхівкових і суміжних сегментах (Б)

3D STE ЕхоКГ: КДО – 209 мл, КСО – 182 мл, ФВ ЛШ 13 %. Глобальний стрейн площі (GAS) різко знижений (–13,7 %) за рахунок дифузного зниження деформації у верхівкових та середніх сегментах усіх стінок і базальних сегментах переднього та передньоперегородкового сегментів ЛШ – патерн ішемічної кардіоміопатії (ІКМП) з багатосудинним ураженням (рисунки 2, 3).

Провести МРТ-дослідження серця не було можливим через технічні труднощі. 02.04.2020 проведено КТ-ангіографію коронарних артерій на апараті Toshiba Aquilion One. Діагностовано субендокардіальну гіперфузію перегородкових, передніх сегментів на базальному, серединному та апікальному рівнях; апікально-латерального сегмента, нижніх сегментів на базальному та серединному рівнях. Відзначено гіпо/акінезію передніх і перегородкових сегментів на всіх рівнях; підвищену трабекулярність бокових сегментів ЛШ на серединному та апікальному рівнях. У порож-

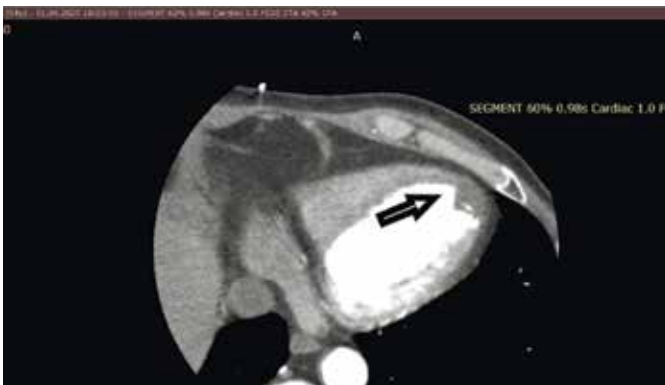
нині ЛШ на верхівці виявлено пристінковий дефект контрастування розмірами 33 × 17 × 21 мм. Товщина міокарда на рівні верхівки – 4–5 мм. КДО ЛШ – 258 мл, ФВ – 15 %.

Висновок: КТ-ознаки оклюзії ПМШГ лівої коронарної артерії, ПКА – CAD-RADS 5; ішемічна кардіоміопатія з різким зниженням систолічної функції ЛШ (рисунок 4); пристінковий тромб верхівки ЛШ; дилатація ЛП.

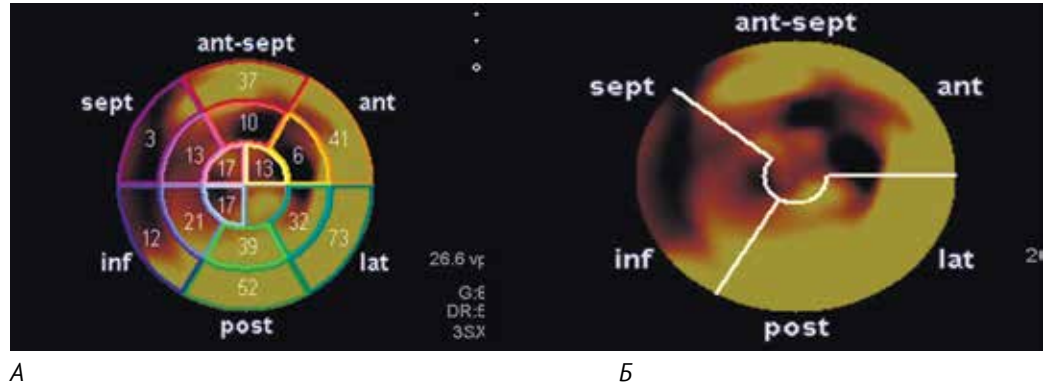
За результатами комплексного ЕхоКГ-дослідження з проведенням 3D STE ЕхоКГ була обрана тактика відмови від резекції зони акінезії верхівки ЛШ, обмежившись видаленням тромбів. Дані, отримані під час проведення ЕхоКГ, повністю корелювали з даними МСКТ.

02.04.2020 р. виконано операцію аорто-коронарного шунтування (АКШ) (4 шунти) з видаленням тромбів ЛШ, пластикою аневризми ЛШ в умовах штучного кровообігу. Передньоверхівково-перегородкова аневризма ЛШ розкрита розрізом 12 см. У порожнині ЛШ виявлено свіжі рихлі тромби, які було видалено.

За даними ЕхоКГ від 07.04.2020, на 5-й день після операції, відзначалася позитивна динаміка: МШП – 1,2 см; ЗСЛШ – 1,2 см; КДО та КСО за Сімпсоном – 145 та 94 мл відповідно; УО ЛШ – 51 мл; ФВ ЛШ – 35 %. При розрахунках за допомогою 3D-реконструкції ЛШ: КДО та КСО – 135 та 92 мл відповідно, ФВ ЛШ – 32 %. Передньозадній розмір ЛП – 4,8 см, об'єм – 110/55 мл/м<sup>2</sup>; стінка ПШ – 0,4 см, функція ПШ задовільна (TAPSE 1,8 см); норма порожнини ПП (4,4 × 6,2 см, об'єм – 64 мл). Показники діастолічної функції ЛШ ще відповідали рестриктивному наповненню ЛШ, але з явним зниженням тиску в ЛП: Е/А – 3,16; Е/Е' – 6,30. Внутрішньошлуночкова диссинхронія – 263 мсек. Невелика відносна мітральна недостатність (МН) 1-го ст. та трикуспідальна недостатність (ТН) 2-го ст. Невелика ле-



**Рисунок 4.** КТ серця. Візуалізується тромб (стрілка) у верхівці ЛШ та ознаки підвищеної трабекулярності бокової стінки

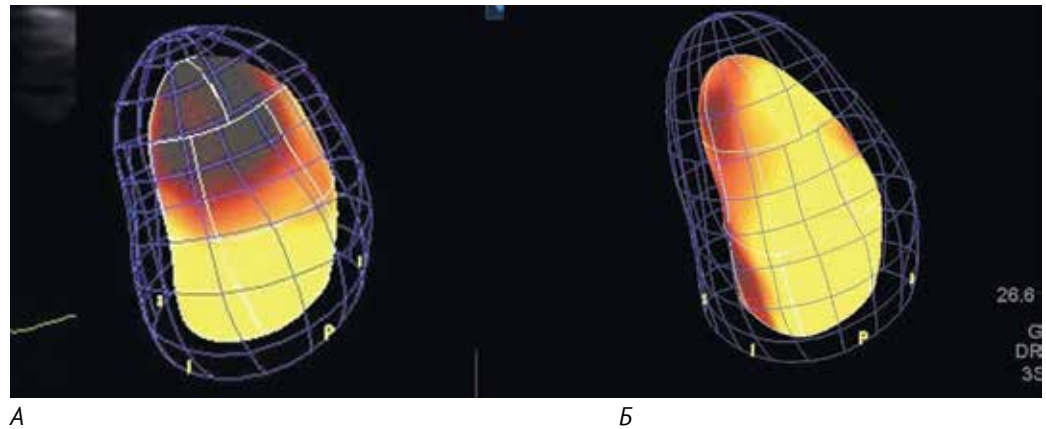


**Рисунок 5.** 3D STE. Схематичне зображення змін деформації міокарда ЛШ (модель ЛШ «bull's eye») (А) та відповідно до зон кровопостачання (Б)

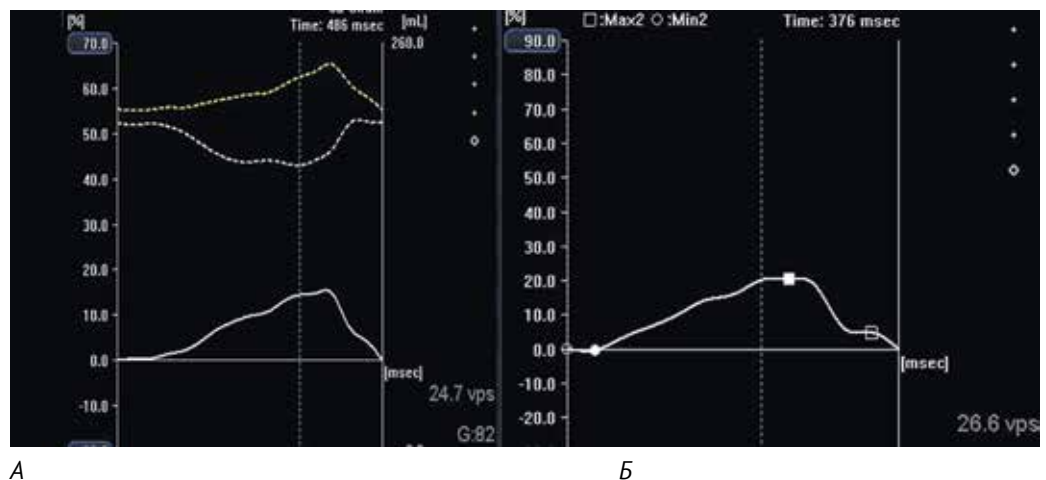
генева гіпертензія (розрахунковий систолічний тиск у ЛА – 40 мм рт. ст.).

3D ЕхоКГ з STE: зменшення порожнини ЛШ з 209 до 135 мл та зростання ФВ ЛШ з 13 % до 32 %. Глобальний стрейн площі (GAS) залишався зниженим – 20,4 % (від 31.03.2020 значний приріст +49 % за рахунок вираженого підвищення стрейнів усіх сегментів до суб-нормальних) за рахунок дифузного зниження деформації у верхівкових сегментах усіх стінок. Зменшення

значень внутрішньошлуночкової дисинхронії – майже в 2 рази. Зберігалось виражене зниження стрейну верхівкових передньоперегородкових сегментів. Ішемічний патерн, характерний для ішемічної КМП (рисунок 5). Рух усіх сегментів в одному напрямку. ФВ ЛШ 35 %. Зберігалась сферизація ЛШ, помірна дилатація ЛП з незначущою відносною МН. Помірна легенева гіпертензія. Ознаки ішемічної КМП. Від 31.03.2020 – позитивна динаміка (рисунок 6, 7).



**Рисунок 6.** Патерн ІКМП за даними STE (об'ємна модель ЛШ («у клітці») у хворого перед виписуванням. Наочна позитивна динаміка загальної та сегментарної деформації (Б) порівняно з картиною перед операцією (А)



**Рисунок 7.** Крива GAS до операції – 13,7 %, внутрішньошлуночкова дисинхронія – 446 msec (А); GAS після операції – 20,4 %, внутрішньошлуночкова дисинхронія – 263 msec (Б)

Дані інструментальних методів дослідження відповідали також клінічному стану пацієнта, який був виписаний для проходження післяопераційної реабілітації із серцевою недостатністю (СН) II ст., II ФК за NYHA.

**Обговорення.** Найбільша перевага 3D-ЕхоКГ при оцінюванні геометрії ЛШ полягає в тому, що для отримання об'ємів та ФВ потрібний лише один доступ. Крім того, ця методика позбавлена проблеми урахування геометричних припущень про форму ЛШ [7, 8], що підвищує її значення в оцінюванні прогнозу пацієнтів з аномальним рухом стінок ЛШ, у тому числі при постінфарктних аневризмах [8] та зумовлює хорошу кореляцію з даними МРТ серця [6, 7]. Слід зазначити, що 3D-ЕхоКГ виявилася більш точною порівняно з 2D-ЕхоКГ для аналізу аномалій руху стінки та виявлення нежиттєздатних сегментів, а ідентифікація ступеня рубця міокарда й типу асинергії (дискінезія проти акінезії) мала важливе прогностичне значення для результатів хірургічної реконструкції ЛШ [9].

**Висновок.** 3D-реконструкція ЛШ має добру кореляцію з даними КТ у випадках патологічного ремоделювання ЛШ внаслідок перенесеного ІМ. Дані 3D STE дають змогу диференціювати рубцеву акінетичну зону із «класичною» дискінетичною аневризмою ЛШ, що в свою чергу надає додаткові дані для вибору оптимальної тактики хірургічного лікування.

#### Список використаних джерел

#### References

1. Sui Y, Teng S, Qian J, Zhao Z, Zhang Q, Wu Y. Treatment outcomes and therapeutic evaluations of patients with left ventricular aneurysm. *J Int Med Res.* 2019 Jan;47(1):244-251. <https://doi.org/10.1177/0300060518800127>
2. Epstein FH. MRI of left ventricular function. *J Nucl Cardiol.* 2007 Sep-Oct;14(5):729-44. <https://doi.org/10.1016/j.nuclcard.2007.07.006>
3. Bijnens B, Cikes M, Butakoff C, Sitges M, Crispi F. Myocardial motion and deformation: What does it tell us and how does it relate to function? *Fetal Diagn Ther.* 2012;32(1-2):5-16. <https://doi.org/10.1159/000335649>
4. Pedrizzetti G, Sengupta S, Caracciolo G, Park CS, Amaki M, Goliash G, et al. Three-dimensional principal strain analysis for characterizing subclinical changes in left ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr.* 2014;27(10):1041-1050.e1. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.05.014>
5. Muraru D, Niero A, Rodriguez-Zanella H, Cherata D, Badano L. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: benefits and limitations of integrating myocardial mechanics with three-dimensional imaging. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2018;8(1):101-117. <https://doi.org/10.21037/cdt.2017.06.01>
6. Zhu W, Liu W, Tong Y, Xiao J. Three-dimensional speckle tracking echocardiography for the evaluation of the infarct size and segmental transmural involvement in patients with acute myocardial infarction. *Echocardiography.* 2014;31(1):58-66. <https://doi.org/10.1111/echo.12284>
7. van der Heide JA, Kleijn SA, Aly MF, Slikkerveer J, Kamp O. Three-dimensional echocardiography for left ventricular quantification: fundamental validation and clinical applications. *Neth Heart J.* 2011;19(10):423-431. <https://doi.org/10.1007/s12471-011-0160-y>
8. Qin JX, Jones M, Shiota T, Greenberg NL, Tsujino H, Firstenberg MS, et al. Validation of real-time three-dimensional echocardiography for quantifying left ventricular volumes in the presence of a left ventricular aneurysm: in vitro and in vivo studies. *J Am Coll Cardiol.* 2000 Sep;36(3):900-7. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)00793-2](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)00793-2)
9. Kawakami H, Ramkumar S, Pathan F, Wright L, Marwick TH. Use of echocardiography to stratify the risk of atrial fibrillation: comparison of left atrial and ventricular strain. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2020 Apr 1;21(4):399-407. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jez240>

### Case Study: Using 3D Speckle Tracking Echocardiography for Left Ventricular Aneurysm Diagnosis

Mazur O. A., Hrubyak L. M., Kupchynskyi O. V., Bankovska N. V.

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery, Kyiv, Ukraine

#### Abstract

Nowadays magnetic resonance imaging (MRI) is a gold standard for diagnosing abnormalities of left ventricular geometry and function, however, it is not universally accessible. Furthermore, MRI is not compatible with pacemakers and similar devices. 3D speckle tracking echocardiography (3D STE) is a cutting-edge echocardiography imaging technique for myocardial deformation assessment. As such, 3D STE looks very promising for diagnosing structural complications of myocardial infarction (MI) and choosing the optimal surgical techniques.

In this case study, we used 3D STE to assess left ventricular function in a patient with left ventricular aneurysm.

The patient was admitted to National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery three weeks after having a second MI (the first MI was reported 4 years ago). His coronary angiography showed diffuse coronary artery disease. 2D echocardiography (performed on Toshiba Artida) results: end-diastolic volume (EDV) 206 ml, end-systolic volume (ESV) 141 ml, ejection fraction (EF) (Simpson's method) 31%. An object sized 2.2\*1.6 cm was discovered in the apical region (left ventricular thrombus). 3D STE results: EDV 209 ml, ESV 182 ml, EF 13%. Global area strain (GAS) was considerably decreased (-13.7 %) showing the pattern of ischemic cardiomyopathy with multivessel disease. Due to several reasons, it

was impossible to obtain an MRI scan, so a CT coronary angiography was performed (Toshiba Aquilion One). The results of multi-slice computed tomography (MSCT) were consistent with those of echocardiography.

According to the results, the initial plan to resect the apical akinesia region was ruled out. The patient underwent coronary artery bypass grafting (CABG) (4 shunts), the removal of thrombi from the left ventricle (additional fresh thrombi were discovered during the surgical intervention), and left ventricular aneurysm repair under cardiopulmonary bypass. Post-treatment 3D STE results: EDV dropped to 135 ml, EF rose from 13% to 32%. GAS increased up to -20.4 %, while the strains of all segments increased to subnormal levels. The overall dynamics was positive, and the patient was discharged to undergo postoperative rehabilitation.

The case shows that 3D STE data is consistent with CT data in patients with abnormal ventricular remodeling. 3D STE is a good method for differentiation between akinetic scar tissue and a dyskinetic left ventricular aneurysm.

**Keywords:** *echocardiography, 3D speckle tracking, cardiac strain, left ventricular aneurysm, myocardial infarction.*

Стаття надійшла в редакцію 28.10.2020 р.