

DOI: 10.26693/jmbs03.01.164

УДК 616.13-007.64:616.124

Мороз М. М., Лазоришинець В. В., Руденко А. В.,
Урсуленко В. І., Трембовецька О. М., Ювчик О. В

ОСОБЛИВОСТІ ДЕФОРМАЦІЇ СТІНОК ЛІВОГО ШЛУНОЧКА ПРИ ТРОМБОЗІ АНЕВРИЗМИ

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

nauka.17@ukr.net

Тромбоз аневризми являються частим супутнім діагнозом у хворих з постінфарктною аневризмою лівого шлуночка. Мета роботи дослідити вплив тромбу на деформацію стінок лівого шлуночка у хворих з постінфарктною аневризмою. Обстежено 63 пацієнта, що з діагнозом аневризми лівого шлуночка знаходились на лікуванні в «Національному інституті серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН» в період з 2012 по 2016 р. Досліджено параметри деформації стінок лівого шлуночка у хворих з аневризмою в залежності від наявності у них тромбу. За допомогою векторної ЕхоКГ у хворих з тромбозом аневризми лівого шлуночка виявлено зниження показників глобальної і регіональної поздовжньої деформації лівого шлуночка, зменшення скручування, ротації базальних і верхівкових відділів та зміщення базальних відділів.

Ключові слова: аневризма лівого шлуночка, тромбоз, деформація.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дана робота є фрагментом НДР «Дослідити механізм розвитку лівошлуночкової серцевої недостатності в залежності від динамічних характеристик міокарда», № державної реєстрації 0111U007962.

Вступ. Аневризма серця являє собою обмежену ділянку стінки (2 або більше сегмента), що складається з некротичної або рубцевої тканини. В більшості випадків вона розвивається в результаті ішемічної хвороби серця. Аневризма сприяє розвитку небезпечних ускладнень. Одним з них являється тромбоз її порожнини [1].

У нормі кров, що заповнює лівий шлуночок (ЛШ) під час ізовольюмічного розслаблення утворює вихревий потік з векторами швидкості проти годинникової стрілки. Мітральний струмінь швидкого наповнення утворює вихревий потік з векторами швидкості за годинниковою стрілкою. Два ці вихрі рухаються до вершини: вихор з векторами швидкості проти годинникової стрілки – розсіюється на стінках ЛШ; а вихор з векторами швидкості за

годинниковою стрілкою – утворює потік, який під час ізовольюмічної систоли по спіралі безперервно направляється до вихідного тракту. Правильна послідовність розвитку вихору виникає в результаті взаємодії між потоком і анатомічними структурами серця.

Одним з механізмів формування тромбу в області лівого шлуночка є аномальний шлях кровотоку. У пацієнта з аневризмою потік, що входить в шлуночок під час швидкого наповнення не збігається з головною віссю ЛШ, так утворюються кілька вихревих потоків, що взаємодіють один з одним і розсіюють кінетичну енергію один одного. Виникнення турбулентного кровотоку в порожнині ЛШ і аневризми веде до утворення внутрішньопорожнинних пристінкових тромбів [2, 7, 8].

Тромб (в перекладі з грецької – згусток) при аневризмі ЛШ представляє собою прижиттєвий згусток крові в порожнині аневризми серця. В більшості випадків має слоїсту будову, тобто складається як з тромбоцитів, фібрину, лейкоцитів, так і з еритроцитів [9]. Частина його прикріплена до ендотелію стінки ЛШ, що відрізняє тромб від посмертного згустка крові (рис.).

Рихлі пристінкові тромби схильні до фрагментації стають причиною тромбоемболічних ускладнень і смерті хворих. Висока медико-соціальна значущість проблеми хірургічного лікування пацієнтів з тромбованою аневризмою лівого шлуночка диктує вимоги до зваженої, якісної оцінки стану міокарда. Впровадження в практику ультразвукової методики векторної ЕхоКГ відкрило нові перспективи в цій галузі. За її допомогою виявилось можливим простежити рух кожного сегмента ЛШ і визначити його контрактильні можливості в цілому.

Мета роботи – дослідити вплив тромбу на механіку скорочення ЛШ при аневризмі.

Матеріали та методи дослідження. Об'єктом дослідження в даній роботі стали 63 пацієнта (середній вік $57,0 \pm 9,4$ р. чоловіків – 84%) з передньо перегородочною аневризмою ЛШ і нормокінезом неаневризматичної частини (секторальна

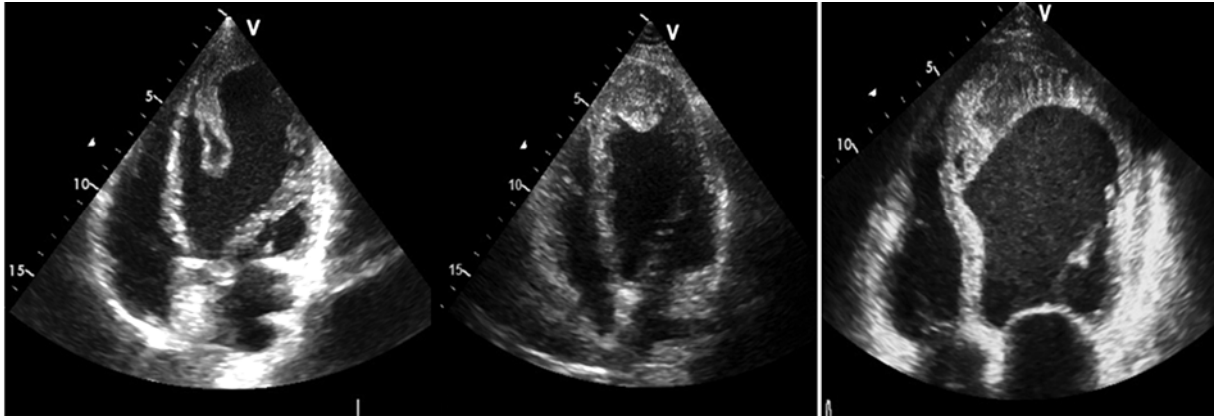


Рис. Приклади тромбозу ЛШ в 4-х камерному зрізі

фракція викиду 50%). Група була поділена на пацієнтів без тромбу в порожнині ЛШ і з тромбом.

Усі досліді проводили у відповідності до Конвенції Ради Європи «Про захист прав людини і людської гідності в зв'язку з застосуванням досягнень біології та медицини: Конвенція про права людини та біомедицину (ETS № 164)» від 04.04.1997 р і Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (2008 р.). Кожен пацієнт підписував інформовану згоду на участь у дослідженні.

Для діагностики аневризм, тромбозу, а також для оцінки функціонального стану міокарда, використано метод комплексної ехокардіографії. Ехокардіографія була виконана на ультразвуковому апа-

раті експертного класу VIVID E 9 фірми General Electric з використанням секторних датчиків зі змінною частотою від 1,5 до 5,0 Мгц.

За допомогою стандартної ЕхоКГ були визначені кінцевий систолічний і кінцевий діастолічний об'єми ЛШ, і фракція викиду (ФВ) ЛШ (по Simpson), розраховані кінцеводіастолічний і кінцевосистолічний індекси об'єму і індекс ударного об'єму. В анатомічному «В» режимі вимірювалась секторальна ФВ ЛШ (по Teicholtz) для визначення скоротливості неаневризматичної частини ЛШ.

За допомогою технології "Спекл трекінг" (Speckle Tracking Imaging – 2d Strain) були визначені показники поздовжньої деформації, скручування, ротації та зміщення [3–6].

Таблиця 1 – Особливості функціональних показників лівого шлуночка серця у хворих з тромбозом передньоверхівково-перетинкової аневризми і нормокінезом неаневризматичної зони на основі стандартної ехокардіографії

Параметр	Норма (n = 35)	без тромбу (n = 47)	з тромбом (n = 15)	p ¹	p ²	p ³
КДІ мл/м ²	65,7 ± 9,0	87,4 ± 16,1	96,6 ± 21,5	0,001*	0,001*	0,025*
КСІ мл/м ²	23,8 ± 4,9	53 ± 14,2	59,7 ± 17,7	0,001*	0,001*	0,014*
УІ мл/м ²	44,5 ± 8,3	34,2 ± 6	36,5 ± 8,1	0,001*	0,001*	0,177
ФВ%	65,5 ± 5,3	40,4 ± 5,4	38,4 ± 5,3	0,001*	0,001*	0,023*
МШП мм	7,92 ± 1,9	11,6 ± 1,6	12,2 ± 0,8	0,001*	0,001*	0,005*
Зад Ст мм	7,3 ± 1,1	9,1 ± 2,2	9,5 ± 1,1	0,001*	0,001*	0,031*
МНд	0,3 ± 0,31	1,15 ± 0,35	1,11 ± 0,28	0,001*	0,001*	0,268
ЛП мм	32,4 ± 3,3	4,3 ± 0,46	4,36 ± 0,39	0,001*	0,001*	0,938
Індекс сферичності	0,4 ± 0,17	0,39 ± 0,14	0,35 ± 0,23	0,001*	0,001*	0,502
Індекс конусності	0,6 ± 0,1	0,81 ± 0,36	0,94 ± 0,07	0,001*	0,001*	0,273
Індекс скорочування	1,0 ± 0,0	1,89 ± 0,16	1,99 ± 0,16	0,001*	0,001*	0,001*
Індекс скорочувальної функції	0,66 ± 0,05	0,39 ± 0,08	0,38 ± 0,05	0,001*	0,001*	0,016*
Індекс залишкового міокардіального резерву	0,45 ± 0,16	0,59 ± 0,07	0,62 ± 0,05	0,001*	0,001*	0,001*

Примітка: * p₁ – значимість відмінності між групою норми та групою без тромбу; p₂ – значимість відмінності між групою норми та групою з тромбом; p₃ – значимість відмінності між групою з тромбом і групою без тромбу; * – різниця статистично значима на рівні p = 0,05.

Таблиця 2 – Показники поздовжньої деформації міокарда у хворих з тромбозом передньо-верхівково-перетинкової аневризми і нормокінезом неаневризматичної зони

Рівень	без тромбу (n = 48)	з тромбом (n = 15)	p
базальний	-15,0 (-16,6; -13,7)	-14,0 (-14,8; -12,1)	0,001*
середній	-10,2 (-11,7; -8,1)	-9,3 (-11,5; -7,2)	0,112
верхівковий	-2,2 (-3,7; 0,3)	-1,2 (-3,3; -0,5)	0,001*
глобальний	-9,0 (-10,2; -7,6)	-8,3 (-9,8; -6,8)	0,001*

Примітка: * – різниця статистично значима на рівні $p = 0,05$.

Після створення бази даних в програмі Microsoft Excel проводилась статистична обробка результатів пакетом IBM SPSS Statistics 21.0.

Опис статистичних величин представлено в залежності від їх типу і розподілу, яке визначалось за параметричним критерієм Холмогорова–Смірнова. Для даних, розподіл яких відповідав нормальному, розраховані показники середніх величин і стандартне відхилення ($M \pm m$, где M – середнє значення показника, m – стандартная похибка середньої). При ненормальному розподілу – розраховані медіани, квартилі, мінімальне та максимальне значення. При порівнянні величин користувались коефіцієнтом Стюдента для визначення їх достовірності. Різниця між показниками признавалась достовірною при $p < 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення.

Особливості функціональних показників лівого шлуночка серця у хворих з тромбозом постінфарктної аневризми на основі стандартної ехокардіографії представлені в **таблиці 1**.

Загалом для пацієнтів з аневризмою характерне збільшення об'єму ЛШ, зниження ФВ, та як видно з наведених даних пацієнти з тромбованою

Таблиця 3 – Показники кутового зміщення міокарда лівого шлуночка у хворих з тромбозом передньо-верхівково-перетинкової аневризми і нормокінезом неаневризматичної зони

Параметр	Без тромбу (n = 48)	З тромбом (n = 15)	p
Скручування	11,2 (8,7; 13,1)	7,1 (4,4; 12,2)	0,001*
Ротація апікального відділу	6,3 (4,2; 8,3)	4,1 (0,4; 7,2)	0,008*
Ротація базального відділу	-5,0 (-7,2; -3,0)	-3,0 (-1,4; 5,5)	0,006*

Примітка: * – різниця статистично значима на рівні $p = 0,05$.

аневризмою мають ще більший кінцево-діастолічний індекс (КДІ), та кінцево-систолічний індекс (КСІ), більшу товщину стінок та ще меншу фракцію викиду. Достовірне збільшення показників індексу скорочувальної функції, індексу залишкового міокардіального об'єму також свідчать про напруженість компенсаторного процесу.

За допомогою Спекл-трекінг ехокардіографії були визначені показники поздовжньої деформації в кожному сегменті ЛШ, і на основі цих даних обчислені середні показники на базальному, середньому, верхівковому відділі та глобальна деформація всього ЛШ.

Особливості деформації міокарда лівого шлуночка серця у хворих з тромбозом передньо-верхівково-перетинкової аневризми представлені **табл. 2**.

Виявилось, що для пацієнтів з тромбозом ЛШ характерно достовірне зниження показників поздовжньої деформації на верхівковому і базальному рівні та глобальної поздовжньої деформації. Показники кутового зміщення міокарда лівого шлуночка у хворих з тромбозом передньо-верхівково-перетинкової аневризми представлені в **табл. 3**.

У пацієнтів з тромбозом і нормокінезом неаневризматичної зони виявлено достовірне зниження показників ротації верхівкового і базального відділів. Показники скручування, як наслідок, були теж нижчі у пацієнтів з тромбозом.

Показники поздовжнього зміщення міокарду лівого шлуночка у хворих з тромбозом передньо-верхівково-перетинкової аневризми представлені в **табл. 4**.

У пацієнтів з тромбозом відмічалось статистично достовірне зниження показника середнього

Таблиця 4 – Показники поздовжнього зміщення базального відділу міокарда лівого шлуночка у хворих з тромбозом передньо-верхівково-перетинкової аневризми і нормокінезом неаневризматичної зони

Стінка базального відділу	Без тромбу (n = 48)	З тромбом (n = 15)	p
нижньо-перегородкова	8,3 (6,7; 10,7)	7,5 (4,8; 10,5)	0,074
передньо-перегородкова	6,4 (5,8; 9,2)	4,5 (3,3; 6,1)	0,001*
передня	7,8 (4,8; 9,3)	6,9 (5,8; 9,3)	0,625
бокова	8,1 (5,8; 9,6)	6,5 (2,6; 10,6)	0,039*
задня	8,5 (5,7; 11,8)	8 (5,9; 10,9)	0,310
нижня	10,9 (7,1; 12,5)	8,2 (6,6; 10,9)	0,001*
середнє значення зміщення	8 (6,5; 9,4)	6,5 (3,8; 7,5)	0,001*

Примітка: * – різниця статистично значима на рівні $p = 0,05$.

поздовжнього зміщення базального відділу ЛШ по відношенню до пацієнтів без тромбів ЛШ.

Різниця в вище наведених показниках (деформація, ротація, скручування, зміщення) ймовірно зумовлена декількома факторами: зміною тиску в порожнині ЛШ, збільшенням товщини стінок базального відділу, зменшенням еластичності сегментів, до яких фіксований тромб. Таким чином сегменти базального відділу, що в нормі деформуються менше, яким при аневризмі не допомагають зміщуватись вниз нижче розташовані відділи, завдяки тромбу і щільним сусіднім сегментам просто не можуть деформуватись в міру своїх обмежених (з-за гіпертрофії) можливостей. Звертає на себе увагу той факт, не дивлячись на вплив тромбу на різні ланки механізму скорочення і зменшення ФВ, УІ залишається статистично незмінним. Ймовірно

це відбувається завдяки тому, що у пацієнтів з тромбом зростає об'єм лівого шлуночка, отже зростають об'єми базального відділу, які при меншому зміщенні все ж підтримують той же УО(УІ).

Висновки

1. Для пацієнтів з тромбозом передньо-верхівково-перетинковою аневризмою і нормокінезом неаневризматичної зони характерно збільшення КДІ, КСІ та зменшення ФВ.
2. При тромбозі передньо-верхівково-перетинкової аневризми спостерігається зменшення глобальної і регіональної поздовжньої деформації, скручування, ротації базальних і верхівкових відділів та зміщення базальних відділів.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується простежити зміни ударного об'єму в залежності від змін деформації лівого шлуночка.

References

1. Dolozhenko MN. Anevrizma levogo zheludochka: definitsii, mekhanizmy formirovaniya, diagnostika, pokazaniya k operatsii i prognoz. *Sertseva nedostatnist*. 2009; 2: 29-32. [Russian].
2. Hong GR, Kim M, Pedrizzetti G, Vannan MA. Current Clinical Application of Intracardiac Flow Analysis Using Echocardiography. *J Cardiovascular Ultrasound*. 2013; 21: 155–62. PMID: 24459561. PMCID: PMC3894365. <https://doi.org/10.4250/jcu.2013.21.4.155>.
3. Voigt JU, Pedrizzetti G, Lysyansky P, Marwick TH, Houle H, Baumann R, Pedri S, Ito Y, et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015; 16: 1-11. PMID: 25525063. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu184>.
4. Alekhin MN. Ultrazvukovye metody otsenki deformatsii miokarda i ikh klinicheskoe znachenie. M: Vidar, 2012. s 88-9. [Russian].
5. Leischik R, Dworak B, Hensel KI. Intraobserver and interobserver reproducibility for radial, circumferential and longitudinal strain echocardiography. *Open Cardiovasc Med J*. 2014; 8: 102-9. PMCID: PMC4211138. <https://doi.org/10.2174/1874192401408010102>.
6. Pedrizzetti G, Mangual J, Tonti G. On the geometrical relationship between global longitudinal strain and ejection fraction in the evaluation of cardiac contraction. *J Biomech*. 2014 Feb 7; 47 (3): 746-9. PMID: 24411099. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2013.12.016>.
7. Solheim S, Selefot I, Lunde K, Bjørnerheim R, Aakhus S, Forfang K, Arnesen H. Frequency of left ventricular thrombus in patients with anterior wall acute myocardial infarction. *J Am Cardiol*. 2010 Nov 1; 106 (9): 1197-200. PMID: 21029812. doi: 10.1016/j.amjcard.2010.06.043.
8. Agati L, Cimino S, Tonti G, Cicogna F, Petronilli V, De Luca L, Iacoponi C, Pedrizzetti G. Quantitative analysis of intraventricular blood flow dynamics by echocardiographic particle image velocimetry in patients with acute myocardial infarction at different stages of left ventricular dysfunction. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014; 15: 1203-12. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu106>.
9. Gandron M, Dand Niemam PD, Bijnens B. Differentiation between fresh and old left ventricular thromb by ultrasonic imaging. *Eur J Echocar*. 2010; 10 (11): pii61.

УДК 616.13-007.64:616.124

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ СТенок ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ ТРОМБОЗЕ АНЕВРИЗМЫ

Мороз М. Н., Лазорилинец В. В., Руденко А. В., Урсуленко В. И., Трембовецкая Е. М., Ювчик Е. В.

Резюме. Тромбоз аневризмы является частым сопутствующим диагнозом у больных с постинфарктной аневризмой левого желудочка (ЛЖ).

Цель работы – исследовать влияние тромба на деформацию стенок ЛЖ у больных с постинфарктной аневризмой. Обследовано 63 пациента, с диагнозом аневризмы ЛЖ, которые находились на лечении в «Национальном институте сердечно-сосудистой хирургии имени Н. Н. Амосова НАМН» в период с 2012

по 2016 г. Исследованы параметры деформации стенок левого желудочка у больных с аневризмой, в зависимости от наличия у них в полости левого желудочка тромба. С помощью векторной ЭхоКГ у больных с тромбозом аневризмы левого желудочка наблюдается снижение показателей глобальной и региональной продольной деформации левого желудочка, уменьшение скручивания, ротации базальных и верхушечных отделов, а также снижение смещения базальных отделов.

Ключевые слова: аневризма левого желудочка, тромбоз, деформация.

UDC 616.13-007.64:616.124

Features of Deformation of Left Ventricular Walls at Thrombosis of Aneurism

Moroz M. M., Lazoryshinetz V. V., Rudenko A. V., Ursulenko V. I., Trembovetskaya O. M., Juvchik O. V.

Abstract. Thrombosis of left ventricular (LV) is a frequent concomitant diagnosis in patients with post infarct aneurysm. Thrombus (translated from the Greek-bunch) with aneurysm of LV is a lifelong blood clot in the cavity of the heart's aneurysm. Some of it is attached to the endothelium of the wall of the lungs, which distinguishes the blood clot from the posthumous blood clot.

One of the mechanisms for the thrombus formation in the left ventricle is an abnormal way of blood flow. In an aneurysm patient, the stream entering the ventricle during rapid filling does not coincide with the main axis of the lungs. So, several vortex streams are formed that interact with each other and dissipate the kinetic energy of each other. The emergence of turbulent blood flow in the lungs cavity and aneurysms leads to the formation of intracavitary mastoid blood clots.

Objective: to investigate the effect of thrombus on the deformation of the walls of LV in patients with post infarct aneurysm. We investigated 63 patients of the «National Institute of Cardio-Vascular Surgery» in the period from 2012–2016 with a diagnosis of aneurysm LV. The parameters of the deformation of the stems LV have been determined.

In general, patients with aneurysm are characterized by an increase in the volume of LV, a decrease in EF, and as seen from the data, patients with thromboid aneurysms have an even greater LVEDV/BSA, LVESV/BSA, a larger wall thickness and even a smaller fraction of the discharge. There can be seen a significant increase in the indicators of the index of contractile function. The index of residual myocardial volume also indicates the tension of the compensatory process.

With the help of Spectral Tracking Echocardiography, longitudinal deformation indices were determined in each segment of the LV and based on these data, the average indices were calculated on the basal, middle, upper appendix and global deflection of the entire LV. It turned out that patients with thrombosis of LV have significant decrease in the parameters of longitudinal deformation at the apex and basal level and global longitudinal deformation.

We noted a significant decrease in the rotation rates of the apical and basal divisions in patients with thrombosis of LV and good kinesis of the non-aneurysm zone. As a result, twisting rates were also lower in patients with thrombosis. In patients with thrombosis, there was a statistically significant decrease in the mean longitudinal displacement of basal segments as opposite to patients without LV thromboses.

The difference in the above values (deformation, rotation, twisting, displacement) is probably due to several factors: a change in pressure in the LV cavity, an increase in the thickness of the walls of the basal unit, a decrease in the elasticity of the segments to which the fixed thrombus is fixed.

Thus, segments of the basal unit which normally deform less than aneurysm, it does not help to move down the lower divisions. Due to the thrombus and dense adjacent segments simply can not deform to the extent of their limited (due to hypertrophy) possibilities. Despite the influence of the thrombus on various links of the mechanism of reduction and reduction of PV, the UI remains statistically unchanged. Probably this is due to the fact that in patients with thrombus, the volume of the left ventricle increases, consequently, the volume of the basal unit increases. However, with a smaller displacement, it still supports the same stroke volume (SV/ BSA).

Keywords: left ventricular aneurysm, thrombosis, deformation.

Стаття надійшла 18.10.2017 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування