

РОЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ МИОКАРДА ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ В КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКЕ КАРДИОЭМБОЛИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

Хамидова Л.Т., Рыбалко Н.В., Иванников А.А., Баширова Е.А., Рамазанов Г.Р.

НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия

Резюме

Введение. Одним из новых методов оценки предсердной кардиомиопатии (ПКМ) является спекл-трекинг эхокардиография, позволяющая провести неинвазивную диагностику дисфункции левого предсердия (ЛП).

Цель исследования. Определение диагностической роли деформации миокарда ЛП в развитии кардиоэмболического инсульта (КЭИ).

Материал и методы. В исследование включено 150 пациентов в остром периоде ишемического инсульта (ИИ). Пациенты разделены на 2 группы: группу I составили 30 пациентов с КЭИ, II — 120 человек с другими этиопатогенетическими типами ИИ. Всем пациентам выполнена трансторакальная ЭхоКГ с оценкой деформации миокарда левых камер сердца.

Результаты. Значения диаметра, объема и индексированного объема ЛП в группе I были больше и составили 39 [36,3; 41] мм, 65,5 [55,8; 77,5] мл и 37 [25,8; 44,8] мл/м², соответственно. Показатели деформации миокарда ЛП у пациентов группы I выходили за пределы нормальных значений и статистически значимо отличались, составив 14,1 [22; 5,25]%, -10 [-11,5; -5,25]% и -4,25 [-10,4; 0,575]% для показателей деформации в фазу резервуара (ЛПСрКД), проводника (ЛПСпрКД) и сокращения (ЛПСскрКД), соответственно. При проведении многофакторного регрессионного анализа с поправками на конфаундеры, статистически значимыми показателями оставались ЛПСпрКД и ЛПСскрКД. Так, каждое последующее увеличение показателя ЛПСпрКД на 1% увеличивало шансы КЭИ в 1,151 раза (ОШ: 1,151, 95% ДИ: 1,043–1,271, p = 0,006), каждое последующее увеличение показателя ЛПСскрКД на 1% — в 1,11 раза (ОШ: 1,102, 95% ДИ: 1,032–1,178, p = 0,004). Для определения оптимального диагностического порога и диагностической эффективности анализа деформации в отношении КЭИ проведен ROC-анализ.

Заключение. В группе I регистрировали статистически значимо более высокие значения размеров и объемов ЛП, а показатели деформации ЛП статистически значимо отличались от показателей II группы и выходили за пределы нормы. Установлено, что статистически значимыми показателями деформации миокарда ЛП, позволяющими диагностировать КЭИ, были ЛПСпрКД и ЛПСскрКД.

Ключевые слова: деформация миокарда, левое предсердие, кардиоэмболический инсульт, эхокардиография

Для цитирования: Хамидова Л.Т., Рыбалко Н.В., Иванников А.А., Баширова Е.А., Рамазанов Г.Р. Роль определения деформации миокарда левого предсердия в комплексной диагностике кардиоэмболического инсульта. *Российский неврологический журнал*. 2024;29(5):46–54. DOI 10.30629/2658-7947-2024-29-5-46-54

Для корреспонденции: Баширова Е.А., e-mail: dr.bashirova@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено без финансовой поддержки.

Информация об авторах

Хамидова Л.Т., <https://orcid.org/0000-0002-9669-9164>; e-mail: laila72@mail.ru

Рыбалко Н.В., <https://orcid.org/0000-0001-6973-4430>, e-mail: rybalko_dr@mail.ru

Иванников А.А., <https://orcid.org/0000-0002-9738-1801>, e-mail: ivannikov_a95@mail.ru

Баширова Е.А., <https://orcid.org/0009-0009-3850-2683>, e-mail: dr.bashirova@mail.ru

Рамазанов Г.Р., <https://orcid.org/0000-0001-6824-4114>, e-mail: ramazanovgr@sklif.mos.ru

THE ROLE OF LEFT ATRIAL MYOCARDIAL DEFORMATION ASSESSMENT IN THE COMPREHENSIVE DIAGNOSIS OF CARDIOEMBOLIC STROKE

L.T. Khamidova, N.V. Rybalko, A.A. Ivannikov, E.A. Bashirova, G.R. Ramazanov

Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Moscow Healthcare Department, Russia

Abstract

Introduction. One of the new methods for assessing atrial cardiomyopathy is speckle tracking echocardiography, which allows for non-invasive diagnosis of left atrial (LA) dysfunction.

Purpose. Determination the diagnostic role of LA myocardial deformation in the development of cardioembolic stroke (CS).

Materials and methods. The study included 150 patients in the acute period of ischemic stroke (IS). The patients were divided into 2 groups: group I consisted of 30 patients with EI, group II — 120 people with other etiopathogenetic types of IS. All patients underwent transthoracic echocardiography with assessment of myocardial deformation of the left chambers of the heart.

Results. The values of LA diameter, volume and indexed volume in group I were greater and amounted to 39 [36.3; 41] mm, 65.5 [55.8; 77.5] ml and 37 [25.8; 44.8] ml/m², respectively. Indicators of myocardial deformation of the LA in patients of group I went beyond normal values and differed statistically significantly, amounting to 14.1 [5.25; 22]%, -10 [-11.5; -5.25]% and -4.25 [-10.4; 0.575]% for the deformation indicators in the reservoir phase (LP-

SrKD), conductor (*LPSprKD*) and contraction (*LPSkKD*), respectively. When conducting multivariate regression analysis adjusted for confounders, *LPSprKD* and *LPSkKD* remained statistically significant indicators. Thus, each subsequent increase in the *LPSrCD* indicator by 1% increased the chances of CEI by 1.151 times (OR: 1.151, 95% CI: 1.043–1.271, $p = 0.006$), each subsequent increase in the *LPSrCD* indicator by 1% — by 1.11 times (OR: 1.102, 95% CI: 1.032–1.178, $p = 0.004$). ROC analysis was performed to determine the optimal diagnostic threshold and diagnostic performance of strain analysis in relation to CS.

Conclusions. In group I, statistically significantly higher values of LA sizes and volumes were recorded, and LA deformation indicators were statistically significantly different from the indicators of group II and were outside the normal range. It was established that statistically significant indicators of LA myocardial deformation, allowing for the diagnosis of CEI, were *LPSprCD* and *LPSrCD*.

Key words: myocardial deformation, left atrium, cardioembolic stroke, echocardiography

For citation: Khamidova L.T., Rybalko N.V., Ivannikov A.A., Bashirova E.A., Ramazanov G.R.

The role of left atrial myocardial deformation assessment in the comprehensive diagnosis of cardioembolic stroke. *Russian Neurological Journal (Rossijskij Nevrologicheskij Zhurnal)*. 2024;29(5):46–54. (In Russian). DOI 10.30629/2658-7947-2024-29-5-46-54

For correspondence: Bashirova E.A., e-mail: e-mail: dr.bashirova@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare there is no conflict of interest.

Funding. The study had no sponsorship.

Information about authors

Khamidova L.T., <https://orcid.org/0000-0002-9669-9164>; e-mail: laila72@mail.ru

Rybalko N.V., <https://orcid.org/0000-0001-6973-4430>, e-mail: rybalko_dr@mail.ru

Ivannikov A.A., <https://orcid.org/0000-0002-9738-1801>, e-mail: ivannikov_a95@mail.ru

Bashirova E.A., <https://orcid.org/0009-0009-3850-2683>, e-mail: dr.bashirova@mail.ru

Ramazanov G.R., <https://orcid.org/0000-0001-6824-4114>, e-mail: ramazanovgr@sklif.mos.ru

Received 27.01.2024

Accepted 18.03.2024

Сокращения: 95% ДИ — 95% доверительный интервал; ИИ — ишемический инсульт; КЭИ — кардиоэмболический инсульт; ЛЖ — левый желудочек; ЛП — левое предсердие; ЛПСпрКД — показатель деформации миокарда в фазу проводника; ЛПСрКД — показатель деформации миокарда в фазу резервуара; ЛПСскрКД — показатель деформации миокарда в фазу сокращения; ОШ — отношение шансов; ПКМ — предсердная кардиомиопатия; ФП — фибрилляция предсердий; ИБС — ишемическая болезнь сердца; ЭхоКГ — эхокардиография.

Введение. Ишемический инсульт (ИИ) является одной из ведущих причин смертности и утраты трудоспособности населения, заболеваемость которым в Российской Федерации в 2010 г. составила 3,27 случая на 1 тыс. населения, а смертность — 0,96 на 1 тыс. населения [1]. Согласно классификации TOAST выделяют пять патогенетических вариантов ишемического инсульта (ИИ): атеротромботический, кардиоэмболический (КЭИ), лакунарный, инсульт другой установленной этиологии и инсульт неустановленной этиологии [2]. Частота развития КЭИ по данным разных авторов варьирует от 29 до 40% [3, 4].

Кардиогенная церебральная эмболия развивается посредством трех механизмов: дилатация полостей сердца, циркуляторный стаз и формирование тромбов в левых камерах и ушке левого предсердия (ЛП) (дилатация ЛП, аневризма левого желудочка); патология аортального и митрального клапанов с формированием образований на створках дегенеративного

и воспалительного происхождения; дефект межпредсердной перегородки с формированием парадоксальной эмболии из венозной системы в артериальное русло [4].

В последние годы в медицинской литературе особое внимание уделяется патологии ЛП как предиктору развития сердечно-сосудистых заболеваний и в частности КЭИ. Определение предсердной кардиомиопатии (ПКМ), предложенное консенсусом рабочей группы экспертов Европейской ассоциации кардиологов в 2016 г., звучит как «любой комплекс структурных, сократительных или электрофизиологических изменений, воздействующих на предсердия и способствующих развитию клинически значимых проявлений». Тогда же была предложена гистологическая (патофизиологическая) классификация ПКМ с использованием аббревиатуры — акронима EHRAS, где E — European Heart Rhythm Association (Европейская ассоциация аритмологов); HR — Heart Rhythm Society (Общество сердечного ритма); A — Asia Pacific Heart Rhythm Society (Азиатско-Тихоокеанское общество сердечного ритма); S — Sociedad Latinoamericana De Estimulacion Cardiaca Y Electrofisiologia (Латиноамериканская ассоциация кардиологов и электрофизиологов) [6]:

I — преимущественно миоцит-зависимый тип (первичные изменения кардиомиоцитов);

II — преимущественно фибробласт-зависимый тип (фиброзные изменения миокарда);

III — смешанный миоцит-фибробласт-зависимый тип;

IV — тип, обусловленный инфильтрацией неколлагеновыми отложениями.

Клиническая значимость предложенной классификации определяется важным, объединяющим все классы ПКМ, признаком — электромеханической дисфункцией предсердий как следствие мультифакториального процесса ремоделирования предсердий, повышающего риск развития ФП и ее возможных осложнений. ФП выступает не только следствием, но и одной из основных причин развития ПКМ, которая приводит к ремоделированию миокарда, изменению проницаемости ионных каналов и миокардиальному фиброзу [5]. С другой стороны, существуют исследования, в которых ПКМ выявлена у пациентов с КЭИ без ассоциации с ФП. В качестве возможных причин развития ПКМ у таких пациентов рассматривают сердечно-сосудистую коморбидную патологию. В то же время работы российских и зарубежных авторов выделяют ПКМ как самостоятельный фактор риска развития кардиоэмболических церебральных сосудистых событий вне зависимости от нарушений ритма сердца [6, 7]. Диагностика ПКМ является комплексной задачей и основывается на данных лабораторной и электрофизиологической диагностики, ультразвукового исследования сердца и данных магнитно-резонансной томографии.

Трансторакальная эхокардиография с определением размеров ЛП и его функции является методом первичной диагностики и обладает достаточной информативностью и воспроизводимостью. Спекл-трейкинг ЭхоКГ — это новый метод оценки деформации миокарда ЛП, который позволяет провести анализ функции ЛП во время трех фаз его работы (фаза резервуара, проводника и сокращения) (рис. 1) и обладает прогностической значимостью при различных патологических состояниях [7]. В мировой литературе имеются данные о том, что отклонения показателей деформации миокарда ЛП могут предшествовать его структурным изменениям и таким образом ассоциированы с ремоделированием и фиброзом ЛП, делая данный метод полезным инструментом для дальнейшего мониторинга. Оценка трех фаз функции ЛП, в дополнение к оценке геометрии ЛП, может давать дополнительную информацию о степени ремоделирования ЛП [8].

Таким образом, изучение ПКМ и методов ее диагностики является актуальным для определения этиопатогенетической причины развития ИИ и разработки мер адекватной вторичной профилактики.

Цель исследования: изучить диагностическую значимость метода оценки деформации миокарда ЛП в развитии КЭИ у пациентов с ИИ.

Материал и методы. В исследование включено 150 пациентов в острой стадии ИИ, проходивших обследование и лечение в отделении неотложной неврологии НИИ СП им. Н.В. Склифосовского в 2022 г. Пациенты в исследуемой выборке были разделены на 2 группы в зависимости от диагностированного варианта ИИ. группу I составили 30 пациентов с КЭИ, II — 120 человек с другими этиопатогенетическими вариантами ИИ. При установлении КЭИ

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов в исследуемых группах

Характеристика	I группа (n = 30)	II группа (n = 120)	P
Возраст, Me [Q1; Q3], годы	72 [67; 81,3]	66,5 [58,8; 74]	0,027*
Пол, мужчины, n (%)	11 (36,66)	63 (52,5)	0,12
Артериальная гипертензия, n (%)	29 (96,66)	114 (95)	0,7
Заболевания группы ИБС, n (%)	14 (46,66)	25 (20,83)	0,004*
Сахарный диабет 2-го типа, n (%)	7 (23,33)	21 (17,5)	0,465
Постоянная форма фибрилляции предсердий, n (%)	12 (40)	7 (5,83)	< 0,001*
Летальный исход, n (%)	5 (16,66)	7 (5,83)	0,0512

Примечание: ИБС — ишемическая болезнь сердца, * — статистически значимые различия.

Table 1

Clinical characteristics of patients in the study groups

Characteristic	I group (n = 30)	II group (n = 120)	P
Age, Me [Q1; Q3], years	72 [67; 81.3]	66.5 [58.8; 74]	0.027*
Gender, men, n (%)	11 (36.66)	63 (52.5)	0.12
Arterial hypertension, n (%)	29 (96.66)	114 (95)	0.7
IHD, n (%)	14 (46.66)	25 (20.83)	0.004*
Diabetes mellitus type 2, n (%)	7 (23.33)	21 (17.5)	0.465
Permanent atrial fibrillation, n (%)	12 (40)	7 (5.83)	< 0.001*
Death, n (%)	5 (16.66)	7 (5.83)	0.0512

Note: IHD — ischemic heart disease, * — statistically significant differences.

у пациентов без перманентной формы ФП были выявлены следующие причины кардиоэмболии: тромбоз ЛП и его ушка по данным ЧП-ЭхоКГ или, при невозможности выполнить ЧП-ЭхоКГ, по данным КТ сердца с контрастированием, тромбированная аневризма левого желудочка, пароксизмальная форма ФП по данным суточного мониторинга ЭКГ по Холтеру.

Клиническая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Пациенты с КЭИ были статистически значимо старше. Медиана возраста у пациентов группы I составила 72 [67; 81,3] года, у II — 66,5 [58,8; 74] лет ($p = 0,027$). В исследуемых группах не было выявлено статистически значимых различий по полу. Также не было выявлено статистически значимых различий по частоте встречаемости артериальной гипертензии и сахарного диабета 2-го типа — 29 (96,66%) и 114 (95%) ($p = 0,7$) и 7 (23,33%) и 21 (17,5%) ($p = 0,465$) в группах I и II соответственно. Заболевания группы ИБС чаще регистрировали у пациентов с КЭИ и составили 14 (46,66%) случаев в группе I и 25 (20,83%) — во группе II ($p = 0,004$). Пациенты с КЭИ характеризовались более частой встречаемостью постоянной формы ФП, диагностированной у 12 (40%) пациентов группы I и 7 (5,83%) пациентов группы II.

По частоте летальных исходов исследуемые группы были сопоставимы. В ходе госпитализации в группе I умерло 5 (16,66%) пациентов, во II — 7 (5,83%) пациентов ($p = 0,0512$).

Всем пациентам, включенным в исследование, выполнена трансторакальная ЭхоКГ на ультразвуковой системе Philips EPIQ 7 с использованием секторного датчика с частотой сканирования 4–12 МГц. Визуализация сердца выполнялась в основных акустических доступах: парастернальный по длинной оси, парастернальный по короткой оси, апикальный 4-, 2- и 5-тикамерный доступы, а также субкостальный и супрастернальный доступы. Оценку объемов и размеров полостей сердца проводили согласно рекомендациям Американского общества эхокардиографии и Европейской ассоциации сердечно-сосудистой визуализации [9].

Дополнительно всем пациентам при поступлении была выполнена спекл-трекинг ЭхоКГ левых камер сердца с использованием программного обеспечения AutoStrain LA УЗ — системы Philips EPIQ 7 с ЭКГ-синхронизацией. Данный метод анализирует траекторию движения участков миокарда, отслеживая пятна серой шкалы (спеклы или естественные акустические маркеры) на двумерном ультразвуковом изображении. Акустические маркеры статистически равномерно распределены по всему миокарду и имеют размер от 20 до 40 пикселей, которые отслеживают автоматически от кадра к кадру. Специальное программное обеспечение позволяет осуществлять пространственную и временную обработку изображений с распознаванием и выделением таких элементов на ультразвуковых изображениях. Геометрический сдвиг каждого спекла представляет собой локальное движение ткани. Когда частота кадров известна, изменение положения спекла позволяет определить его скорость. Таким образом, характер движения ткани миокарда отражается характером движения спеклов. Отслеживая эти точки, рассчитывается деформация миокарда и скорость деформации миокарда [10]. Оценку деформации миокарда ЛП осуществляли в конце систолы желудочков с отслеживанием траектории движения спеклов на протяжении сердечного цикла с изображения в апикальной четырехкамерной позиции с фокусом на левое предсердие. Анализ параметров деформации на протяжении всех фаз сердечного цикла производился автоматически с представлением графика кривой деформации миокарда ЛП, где за показатель деформации миокарда ЛП в фазе резервуара (ЛПСрКД) принимался пиковый положительный показатель кривой деформации, показателем деформации миокарда ЛП в фазу сокращения (ЛПСскрКД) считалась пиковая отрицательная кривая деформации после волны p (сокращение ЛП), а показателем деформации миокарда ЛП в фазе проводника (ЛПСпрКД) считалась разность между пиковыми показателями ЛПСрКД и ЛПСскрКД [11]. В качестве референтных показателей были использованы показатели, предложенные в исследовании Copenhagen City Heart Study (2021) [12].

Статистический анализ данных выполнен с помощью программы jamovi версии 2.4 для операционной системы macOS Ventura 13.5.2. Количественные переменные представлены с указанием медианы и интерквартильного размаха (Me [Q1; Q3]). Качественные данные представлены в виде указания абсолютного числа и их процентного соотношения (n (%)). Сравнение количественных переменных проводилось с помощью U-критерия Манна-Уитни, качественных — с помощью критерия χ^2 -Пирсона. Для определения диагностической значимости показателей деформации миокарда левого предсердия был использован метод однофакторной и многофакторной биномиальной логистической регрессии с методом обратного исключения с поправкой на возраст, пол и наличие постоянной формы фибрилляции предсердий с последующим расчетом отношения шансов (ОШ) и 95% доверительного интервала (95% ДИ). Для оценки диагностической точности многофакторной модели логистической регрессии, а также для определения пороговых значений показателей деформации ЛП использован ROC-анализ с расчетом площади под кривой (AUC), чувствительности, специфичности и диагностической эффективности. Оптимальное пороговое значение определялось с помощью индекса Юдена. После определения пороговых значений было рассчитано диагностическое ОШ (дОШ) с 95% ДИ — отношение положительных результатов теста при наличии у пациентов исхода к положительным результатам теста при отсутствии у пациентов исхода, вычисляемое как:

$$\text{дОШ} = \frac{(TP/TN)}{(FN/TN)} (1),$$

где: дОШ — диагностическое отношение шансов, TP (true positive) — число истинно положительных случаев, TN (true negative) — число ложно положительных случаев, FN (false negative) — число ложно отрицательных случаев, TN (true negative) — число истинно отрицательных случаев

Результаты. Как видно из данных табл. 2, у пациентов исследуемых групп статистически значимо отличались такие показатели трансторакальной ЭхоКГ, как диаметр ЛП, объем ЛП, индексированный объем ЛП, ФВ ЛЖ. Диаметр, объем ЛП и индексированный объем ЛП в группе I был больше и составил 39 [36,3; 41] мм, 65,5 [55,8; 77,5] мл и 37 [25,8; 44,8] мл/м² соответственно. ФВ ЛЖ в группе I была статистически значимо ниже, по сравнению с пациентами группы II — 56 [50; 60]% и 59 [56; 62]% ($p = 0,021$), соответственно. В то же время не было выявлено статистически значимых межгрупповых различий по линейным размерам ЛЖ, объемам ЛЖ и толщине его стенок.

Диагностическая эффективность метода speckle-tracking эхокардиографии в дифференциальной диагностике КЭИ. При анализе значений показателей деформации миокарда левых камер сердца нами были обнаружены статистические значимые различия, представленные в таблице 3.

Таблица 2

Основные показатели трансторакальной ЭхоКГ в исследуемых группах

Показатель	I группа (n = 30) Me [Q1; Q3]	II группа (n = 120) Me [Q1; Q3]	p
Диаметр ЛП, мм	39 [36,3; 41]	35 [33; 38]	< 0,001*
Объем ЛП, мл	65,5 [55,8; 77,5]	48,5 [40; 60]	< 0,001*
Индекс ЛП КСО, мл/м ²	37 [25,8; 44,8]	24,5 [21,8; 30,4]	< 0,001*
ТМЖП, мм	12 [11; 13]	13 [12; 14]	0,564
ТЗСЛЖ, мм	12 [10; 13]	12 [10; 12]	0,626
КДР, мм	42,5 [40; 47,5]	45 [42; 48]	0,244
КСР, мм	29 [27; 32]	31 [29; 33]	0,191
КДО, мл	75,5 [67; 102]	90 [71; 106]	0,158
КСО, мл	33 [28; 44,3]	35 [29; 42]	0,710
ФВ ЛЖ, %	56 [50; 60]	59 [56; 62]	0,021*

Примечание: ЛП — левое предсердие, КСО — конечно-систолический объем, ТМЖП — толщина межжелудочковой перегородки, ТЗСЛЖ — толщина задней стенки левого желудочка, КДР — конечно-диастолический размер, КСР — конечно-систолический размер, КДО — конечно-диастолический объем, КСО — конечно-систолический объем, ФВ — фракция выброса, ЛЖ — левый желудочек, * — статистически значимые различия.

Таблица 3

Значения показателей деформации миокарда левых камер сердца у пациентов в исследуемых группах

Показатель	I группа (n = 30) Me [Q1; Q3]	II группа (n = 120) Me [Q1; Q3]	p
ЛПСрКД, %	14,1 [5,25; 22]	30,9 [22; 38,3]	< 0,001*
ЛПСпрКД, %	-10 [-11,5; -5,25]	-16,2 [-21,1; -10,6]	< 0,001*
ЛПСскрКД, %	-4,25 [-10,4; 0,575]	-14,5 [-18,1; -9,9]	< 0,001*
GLS ЛЖ, %	-14,7 [-19,5; -11,0]	-21,1 [-23,1; -17,7]	0,013*

Примечание: ЛПСрКД — показатель деформации миокарда в фазу резервуара, ЛПСпрКД, показатель деформации миокарда в фазу проводника, ЛПСскрКД — показатель деформации миокарда в фазу сокращения, GLS — global longitudinal strain — показатель глобальной продольной деформации, ЛЖ — левый желудочек, * — статистически значимые различия.

У пациентов группы I отмечалось увеличение показателей деформации миокарда ЛП во все фазы. У пациентов группы I показатель ЛПСрКД составил — 14,1 [5,25; 22;] % (при норме 39,4 [23; 67,6] %), в фазу ЛПСпрКД — -10 [-11,5; -5,25] % (при норме -23,7 [-44,8; -8,8] %), в фазу ЛПСскрКД — -4,25 [-10,4; -0,575] % (при норме -15,5 [-28,0; -6,4] %). Отмечалось статистически значимое межгрупповое различие для всех показателей деформации миокарда ЛП.

С целью оценки вклада показателей деформации миокарда ЛП в диагностику КЭИ нами был проведен однофакторный и многофакторный регрессионный анализ, результаты которого представлены в таблице 4.

В ходе однофакторного регрессионного анализа было установлено, что каждое последующее увеличение показателя ЛПСрКД на 1% повышало шансы диагностировать КЭИ в 1,06 раза (ОШ 1,06, 95% ДИ

Table 2

Main parameters of transthoracic echocardiography in the study groups

Parameter	I group (n = 30) Me [Q1; Q3]	II group (n = 120) Me [Q1; Q3]	p
LA diameter, mm	39 [36.3; 41]	35 [33; 38]	< 0.001*
LA volume, ml	65.5 [55.8; 77.5]	48.5 [40; 60]	< 0.001*
LA ESV index, ml/m ²	37 [25.8; 44.8]	24.5 [21.8; 30.4]	< 0.001*
ITS, mm	12 [11; 13]	13 [12; 14]	0.564
LVESD, mm	12 [10; 13]	12 [10; 12]	0.626
EDR, mm	42.5 [40; 47.5]	45 [42; 48]	0.244
ESR, mm	29 [27; 32]	31 [29; 33]	0.191
EDV, ml	75.5 [67; 102]	90 [71; 106]	0.158
ESR, ml	33 [28; 44.3]	35 [29; 42]	0.710
LVEF, %	56 [50; 60]	59 [56; 62]	0.021*

Note: LA — left atrium, ESV — end-systolic volume, IVST — interventricular septum thickness, LPWT — left ventricular posterior wall thickness, EDD — end-diastolic dimension, ESD — end-systolic dimension, EDV — end-diastolic volume, ESV — end-systolic volume, EF — ejection fraction, LV — left ventricle, * — statistically significant differences.

Table 3

Values of myocardial deformation indices of the left heart chambers in patients in the study groups

Indicator	I group (n = 30) Me [Q1; Q3]	II group (n = 120) Me [Q1; Q3]	p
LASrCD, %	14.1 [5.25; 22]	30.9 [22; 38.3]	< 0.001*
LAScCD, %	-10 [-11.5; -5.25]	-16.2 [-21.1; -10.6]	< 0.001*
LAScrCD, %	-4.25 [-10.4; 0.575]	-14.5 [-18.1; -9.9]	< 0.001*
GLS LV, %	-14.7 [-19.5; -11.0]	-21.1 [-23.1; -17.7]	0.013*

Note: LASrCD — left atrial deformation in the reservoir phase, LAScCD — left atrial deformation in the conductor phase, LAScrCD — left atrial deformation in the contraction phase, GLS — global longitudinal strain — global longitudinal deformation index, LV — left ventricle, * — statistically significant differences.

1,030–1,10, p < 0,001), каждое последующее увеличение показателя ЛПСпрКД на 1% — в 1,15 раза (ОШ 1,15, 95% ДИ 1,068–1,23, p < 0,001), каждое последующее увеличение показателя ЛПСскрКД на 1% — в 1,145 раза (ОШ 1,145, 95% ДИ 1,077–1,22, p < 0,001).

При проведении многофакторного регрессионного анализа с поправками на конфаудеры, статистически значимыми показателями оставались ЛПСпрКД и ЛПСскрКД. Так, каждое последующее увеличение показателя ЛПСпрКД на 1% увеличивало шансы КЭ в 1,151 раза (ОШ 1,151, 95% ДИ 1,043–1,271, p = 0,006), а каждое последующее увеличение показателя ЛПСскрКД на 1% — в 1,11 раза (ОШ 1,102, 95% ДИ 1,032–1,178, p = 0,004) (табл. 4).

Для оценки диагностической значимости разработанной модели был выполнен ROC-анализ. Чувствительность модели составила 77,8%, специфичность — 78,8%, диагностическая

эффективность — 78,6%. Площадь под ROC-кривой (AUC) составила 0,844 (рис. 1).

С целью определения оптимального диагностического порога вероятности развития КЭИ был проведен ROC-анализ с показателями деформации миокарда ЛП в разные фазы (ЛПСрКД, ЛПСпрКД, ЛПСскрКД). При оценке функции ЛП в фазу резервуара пороговое значение стрейн-ЭхоКГ составило 21,2%, в проводниковую фазу — -11,9%, для показателя ЛПСпрКД — -9,1%. Значения данных показателей выше пороговых указывали на высокую вероятность диагностирования КЭИ. Для каждого показателя были рассчитаны чувствительность, специфичность, доШ и 95% ДИ, а также площадь под ROC-кривой (табл. 5, рис. 2).

Обсуждение. В ходе проведенного исследования было установлено, что среди всех пациентов с ИИ, пациенты с КЭИ характеризовались более высокой частотой распространенности заболеваний группы ИБС и постоянной формы ФП, а также имели статистически значимо больший возраст пациентов. Похожие результаты были получены в ретроспективном исследовании K. Grigán и соавт., в которое было включено 4597 пациентов с острым инсультом, из которых у 956 (20,79%) был диагностирован КЭИ. При анализе клинической характеристики пациентов было установлено, что пациенты с КЭИ были статистически значимо старше — средний возраст составил $80 \pm 9,14$ лет ($p < 0,001$). Помимо этого, у пациентов с КЭИ статистически значимо чаще были верифицированы такие сопутствующие заболевания как ИБС, ФП, ХСН и ХБП. Частота ИБС составляла 23,4%, ФП — 74,3%, ХСН — 10,4%, ХБП — 6,0% (все $p < 0,05$) [13]. В другом проспективном исследовании S. Manojenj и соавт., включавшем 651 пациента, КЭИ был диагностирован у 76 (11,67%). При анализе клинической характеристики данной подгруппы пациентов установлено, что средний возраст пациентов с КЭИ составил $53,5 \pm 12,2$ года, у 42 (55,26%) пациентов была доказанная ИБС, в то же время ФП встречалась всего у 14 (18,4%) пациентов [14]. В нашем исследовании частота ФП составляла 40%, таким образом, распространенность данного нарушения ритма сердца сильно варьирует несмотря на то, что ФП является общепризнанным фактором риска развития КЭИ [15].

Дисфункция ЛП и связанная с ней ФП являются значимым фактором риска тромбообразования. Между тем, в нашем исследовании было показано, что у 60% пациентов с КЭИ не была диагностирована ФП, однако, при оценке показателей трансторакальной ЭхоКГ у данной категории пациентов было выявлено увеличение размеров и объемов ЛП, а также индексированного объема ЛП ($p < 0,001$). Похожие результаты были опубликованы в исследовании Ferkh A. и соавт., в котором было показано, что у пациентов с КЭИ диагностированы более высокие значения индексированного объема ЛП — 45 мл/м² у пациентов с КЭИ против 32 мл/м² ($p < 0,001$) у пациентов без КЭИ [16].

При изучении результатов стрейн-ЭхоКГ в исследуемых группах было выявлено, что у пациентов из группы КЭИ значения показателей деформации ЛП во всех фазах статистически значимо отличались от показателей пациентов с другими типами ИИ, а также выходили за пределы нормальных значений. В исследовании Bhat A. и соавт. было продемонстрировано, что у пациентов с КЭИ

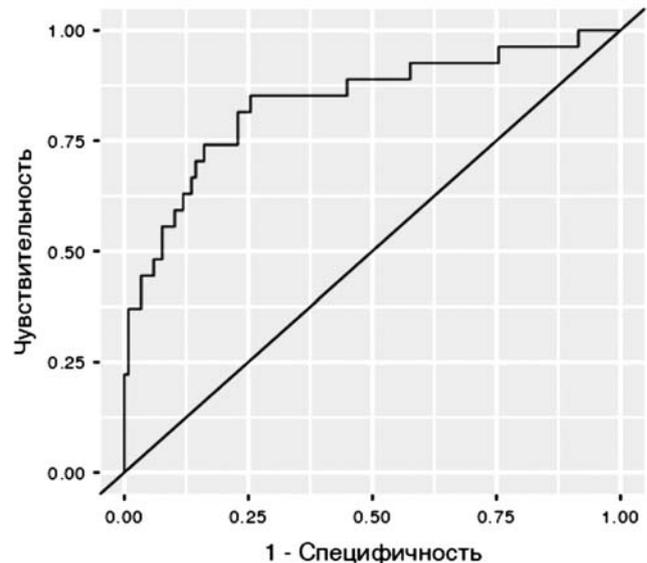


Рис. 1. Диагностическая эффективность разработанной многофакторной модели

Fig. 1. Diagnostic efficiency of the developed multifactorial model: x-axis — sensitivity, y-axis — specificity

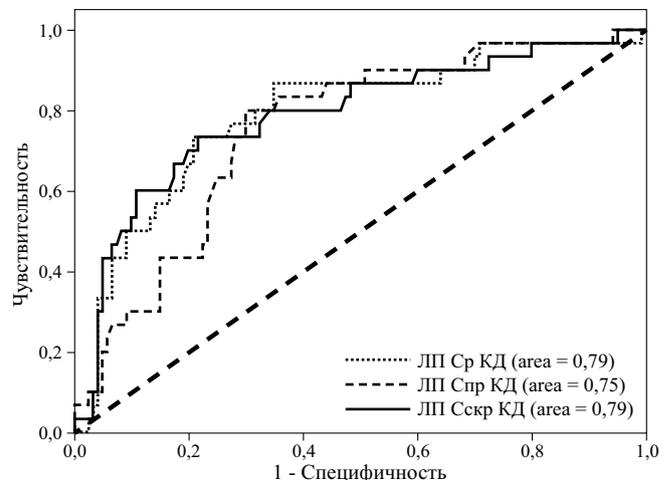


Рис. 2. Диагностическая эффективность показателей стрейн ЭхоКГ ЛП в отношении диагностики КЭИ

Примечание: ЛП Ср КД — показатель деформации миокарда в фазу резервуара, ЛП Спр КД, показатель деформации миокарда в фазу проводника, ЛП Сскр КД — показатель деформации миокарда в фазу сокращения.

Fig. 2. Diagnostic efficiency of LA strain echocardiography parameters in relation to the diagnosis of CEF: x-axis — sensitivity, y-axis — specificity

Note: ЛП Ср КД — left atrial deformation in the reservoir phase, ЛП Спр КД — left atrial deformation in the conductor phase, ЛП Сскр КД — left atrial deformation in the contraction phase.

Результаты регрессионного анализа

Показатель	Однофакторный анализ			Многофакторный анализ		
	ОШ	95% ДИ	p	ОШ	95% ДИ	p
ЛПСрКД, %	1,06	1,030–1,10	< 0,001	–	–	–
ЛПСпрКД, %	1,15	1,068–1,23	< 0,001	1,151	1,042–1,271	0,006
ЛПСскрКД, %	1,145	1,077–1,22	< 0,001	1,102	1,032–1,178	0,004

Примечание: ЛПСрКД — показатель деформации миокарда в фазу резервуара, ЛПСпрКД, показатель деформации миокарда в фазу проводника, ЛПСскрКД — показатель деформации миокарда в фазу сокращения, ОШ — отношение шансов, 95% ДИ — 95% доверительный интервал.

Table 4

Results of regression analysis

Indicator	Univariate analysis			Multivariate analysis		
	OR	95% CI	p	OR	95% CI	p
LASrCD, %	1.06	1.030–1.10	< 0.001	–	–	–
LASpCD, %	1.15	1.068–1.23	< 0.001	1.151	1.042–1.271	0.006
LASsCD, %	1.145	1.077–1.22	< 0.001	1.102	1.032–1.178	0.004

Note: ASrCD — left atrial deformation in the reservoir phase, LASpCD — left atrial deformation in the conductor phase, LASsCD — left atrial deformation in the contraction phase, OR — odds ratio, 95% CI — 95% confidence interval.

Таблица 5

Диагностическая эффективность пороговых значений показателей деформации миокарда ЛП в разные фазы

Показатель	Пороговое значение	Чувствительность, %	Специфичность, %	AUC	дОШ	95% ДИ
ЛПСрКД, %	21,2	79,17	73,33	0,788	10,45	4,159–26,258
ЛПСпрКД, %	–11,9	70	80	0,752	9,33	3,517–24,772
ЛПСскрКД, %	–9,1	78,33	73,33	0,786	9,94	3,969–24,908

Примечание: ЛПСрКД — показатель деформации миокарда в фазу резервуара, ЛПСпрКД, показатель деформации миокарда в фазу проводника, ЛПСскрКД — показатель деформации миокарда в фазу сокращения, AUC — площадь под кривой, ОШ — отношение шансов, 95% ДИ — 95% доверительный интервал.

Table 5

Diagnostic efficiency of threshold values of LA myocardial deformation parameters in different phases

Parameter	Threshold value	Sensitivity, %	Specificity, %	AUC	OR	95% CI
LASrCD, %	21.2	79.17	73.33	0.788	10.45	4.159–26.258
LASpCD %	–11.9	70	80	0.752	9.33	3.517–24.772
LASsCD, %	–9.1	78.33	73.33	0.786	9.94	3.969–24.908

Note: Note: ASrCD — left atrial deformation in the reservoir phase, LASpCD — left atrial deformation in the conductor phase, LASsCD — left atrial deformation in the contraction phase, AUC — area under curve OR — odds ratio, 95% CI — 95% confidence interval.

показатели деформации ЛП в фазы резервуара, кондукта и сокращения также отличались от показателей в группе не КЭИ (все $p < 0,01$) [17]. В другом проспективном когортном исследовании I-LASER, посвященном изучению взаимосвязи между показателями стрейн-ЭхоКГ и КЭИ показано, что пациенты с более сохранной функцией резервуара ЛП имеют более низкий риск КЭИ независимо от демографических данных, факторов риска и ФП. Резервуарная функция ЛП играет важную роль в наполнении ЛЖ за счет поддержания градиента давления, необходимого для наполнения ЛЖ в диастоле. Следовательно, сохранная функция резервуара ЛП будет связана с более низкой вероятностью КЭИ, и, поскольку ЛП и ЛЖ тесно взаимосвязаны между собой, нарушение резервуарной функции может отражать диастолическую дисфункцию. Авторами был сделан вывод, что показатели функции резервуара ЛП являются более информативными для истинной оценки его дисфункции [18].

Результаты нашего исследования демонстрируют, что определение деформации миокарда ЛП

с помощью метода стрейн-ЭхоКГ обладает прогностической значимостью в отношении выявления кардиоэмболического варианта ИИ. Было показано, что у пациентов в остром периоде ИИ с патологическими значениями деформации ЛП существует высокая вероятность диагностики КЭ. Также в ходе исследования нами были определены пороговые значения показателей для оценки вероятного развития КЭИ.

Таким образом, показатели метода стрейн-ЭхоКГ могут быть дополнительным диагностическим критерием для оценки риска КЭ у пациентов с ИИ. В перспективе метод может быть включен в алгоритм обследования пациентов с ИИ для дифференциальной диагностики КЭИ.

Заключение. Пациенты из группы КЭИ были статистически значимо старше и характеризовались более высокой частотой встречаемости таких сопутствующих заболеваний, как ИБС и постоянная форма ФП. Также пациенты данной группы отличались более выраженными эхокардиографическими признаками ремоделирования левого предсердия,

а следовательно, и более выраженными нарушениями параметров деформации миокарда левого предсердия. Установлено, что статистически значимыми показателями деформации миокарда ЛП, позволяющими диагностировать КЭИ были ЛПСпрКД и ЛПСскрКД. Были определены пороговые значения показателей деформации миокарда ЛП, выше которых прогнозировались высокие шансы диагностировать КЭИ.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено без финансовой поддержки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES.

1. Стаховская Л.В., Ключихина О.А., Богатырева М.Д., Коваленко В.В. Эпидемиология инсульта в России по результатам территориально-популяционного регистра (2009–2010). *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2013;113(5):4–10. <https://www.mediasphera.ru/issues/zhurnal-nevrologii-i-psikhiatrii-im-s-s-korsakova/2013/5/031997-7298201351> Stakhovskaya LV, Klochikhina OA, Bogatyreva MD, Kovalenko VV. Epidemiology of stroke in the Russian Federation: results of territory's population registry (2009-2010). *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2013;113(5):4-10. (In Russ). <https://www.mediasphera.ru/issues/zhurnal-nevrologii-i-psikhiatrii-im-s-s-korsakova/2013/5/031997-7298201351>
2. Adams HP Jr, Bendixen BH, Kappelle LJ, Biller J, Love BB, Gordon DL, Marsh EE. Classification of subtype of acute ischemic stroke: definitions for use in a multicenter clinical trial. *Stroke*. 1993;24(1):35–41. <https://doi.org/10.1161/01.STR.24.1.35>
3. Petty GW, Brown RD Jr, Whisnant JP, Sicks JD, O'Fallon WM, Wiebers DO. Ischemic stroke subtypes: a population-based study of functional outcome, survival, and recurrence. *Stroke*. 2000;31(5):1062–8. <https://doi.org/10.1161/01.STR.31.5.1062>
4. Шамалов Н.А., Стаховская Л.В., Ключихина О.А., Полунина О.С., Полунина Е.А. Анализ динамики основных типов инсульта и патогенетических вариантов ишемического инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. Спецвыпуски. 2019;119(3–2):5–10. <https://doi.org/10.17116/jnevro20191190325> Shamalov NA, Stakhovskaya LV, Klochikhina OA, Polunina OS, Polunina EA. An analysis of the dynamics of the main types of stroke and pathogenetic variants of ischemic stroke. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2019;119(3–2):5–10. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/jnevro20191190325>
5. Григорян С. В., Азарпетян Л. Г., Адамян К.Г. Миокардиальный фиброз и фибрилляция предсердий. *Российский кардиологический журнал*. 2018;(9):71–76. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-9-71-76> Grigoryan S.V., Azarpetyan L.G., Adamyan K.G. Myocardial fibrosis and atrial fibrillation. *Russian Journal of Cardiology*. 2018;(9):71–76. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2018-9-71-76>
6. Goette A, Kalman JM, Aguinaga L, Akar J, Cabrera JA, Chen SA, Chugh SS, Corradi D, D'Avila A, Dobrev D, Fenelon G, Gonzalez M, Hatem SN, Helm R, Hindricks G, Ho SY, Hoit B, Jalife J, Kim YH, Lip GY, Ma CS, Marcus GM, Murray K, Nogami A, Sanders P, Uribe W, Van Wagoner DR, Nattel S; Document Reviewers: EHRA/HRS/APHS/SOLAECE expert consensus on atrial cardiomyopathies: definition, characterization, and clinical implication. *Heart Rhythm*. 2017 Jan;14(1):e3–e40. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.05.028>
7. Вайханская Т.Г., Курушко Т.В., Персидских Ю.А., Свицкая Л.Н. Предсердная кардиомиопатия — новая концепция с давней историей. [https://doi.org/Российский кардиологический журнал.2020;25\(11\):3942](https://doi.org/Российский кардиологический журнал.2020;25(11):3942) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3942> Vaikhanskaya T.G., Kurushko T.V., Persianskikh Yu.A., Sivitskaya L.N. Atrial cardiomyopathy — a new concept with a long history. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11):3942. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/29/1560-4071-2020-3942>
8. Hopman LHGA, Mulder MJ, van der Laan AM, Demirkan A, Bhagirath P, van Rossum AC. et al. Impaired left atrial reservoir and conduit strain in patients with atrial fibrillation and extensive left atrial fibrosis. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*. 2021 Nov 11;23(1):131. <https://doi.org/10.1186/s12968-021-00820-6>
9. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, Flachskampf FA, Foster E, Goldstein SA, Kuznetsova T, Lancellotti P, Muraru D, Picard MH, Rietzschel ER, Rudski L, Spencer KT, Tsang W, Voigt JU. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging*. 2015 Jan;28(1):1–39. e14. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jev014>
10. Dandel M, Lehmkuhl H, Knosalla C, Suramelashvili N, Hetzer R. Strain and strain rate imaging by echocardiography — basic concepts and clinical applicability. *Curr Cardiol Rev*. 2009 May;5(2):133–48. <https://doi.org/10.2174/157340309788166642>
11. Badano LP, Koliass TJ, Muraru D, Abraham TP, Aurigemma G, Edvardsen T, D'Hooge J, Donal E, Fraser AG, Marwick T, Mertens L, Popescu BA, Sengupta PP, Lancellotti P, Thomas JD, Voigt JU; Industry representatives; Reviewers: This document was reviewed by members of the 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging*. 2018 Jun 1;19(6):591–600. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jev042>
12. Hauser R, Nielsen AB, Skaarup KG, Lassen MCH, Duus LS, Johansen ND, Sengeløv M, Marott JL, Jensen G, Schnohr P, Søgaard P, Møgelvang R, Biering-Sørensen T. Normal values and reference ranges for left atrial strain by speckle-tracking echocardiography: the Copenhagen City Heart Study. *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging*. 2022. 23(1):42–51. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeab201>
13. Griñán K, Arboix A, Massons J, Diez L, Vergés E, Gil F, Arboix-Alió J, Sánchez-López MJ, García-Eroles L. Cardioembolic stroke: risk factors, clinical features, and early outcome in 956 consecutive patients. *Revista de investigación clínica*. 2020 May 7;73(1):023–030. <https://doi.org/10.24875/RIC.20000227>
14. Manorenj S., Barla S., Jawalker S. Prevalence, risk factors and clinical profile of patients with cardioembolic stroke in South India: a five-year prospective study. *International Journal Of Community Medicine And Public Health*. 2020. 7(7):2708–2714. <https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20203002>
15. Wang L, Chen Y, Shen W, Fan X, Jia M, Fu G, Chi X, Liang X, Zhang Y. A bibliometric analysis of cardioembolic stroke from 2012 to 2022. *Current Problems in Cardiology*. 2023 Mar;48(3):101537 <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2022.101537>
16. Ferkh A, Brown P, O'Keefe E, Zada M, Duggins A, Thiagalingam A, Altman M, Boyd A, Byth K, Kizana E, Dennis AR, Thomas L. Clinical and echocardiographic characteristics of cardioembolic stroke. *European Journal of Neurology*. 2019 Oct;26(10):1310–1317 <https://doi.org/10.1111/ene.13981>
17. Bhat A, Chen HHL, Khanna S, Mahajan V, Gupta A, Burdusel C, Wolfe N, Lee L, Gan GCH, Dobbins T, MacIntyre CR, Tan TC. Diagnostic and Prognostic Value of Left Atrial Function in Identification of Cardioembolism and Prediction of Outcomes in Patients with Cryptogenic Stroke. *J Am Soc Echocardiogr*. 2022 Oct;35(10):1064–1076. doi: 10.1016/j.echo.2022.05.018

18. Johansen MC, Doria de Vasconcellos H, Nazarian S, Lima JAC, Gottesman RF. The Investigation of Left Atrial Structure and

Stroke Etiology: The I-LASER Study. J Am Heart Assoc. 2021 Jan 19;10(2):e018766. doi: 10.1161/JAHA.120.018766

Поступила 27.01.2024
Принята к печати 08.06.2024
