I-EDU GROUP

MSU

Article

Возрастные особенности показателей электрокардиографии, эхокардиографии и коронарографии при атеросклеротическом кардиосклерозе в сопоставлении с морфометрическими данными миокарда

Ш.Ф. Бутаев [1,*], З.Э. Жуманов [1], С.В. Пирматов [1]

[1] Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд, 140100, Узбекистан
s42574115@gmail.com (Ш.Б.), ziyadulla-jumanov@mail.ru (З.Ж.), ziyadulla-jumanov@mail.ru (С.П.)
* Correspondence: s42574115@gmail.com (Ш.Б.)

Аннотация:

Цель. Оценить возрастные особенности показателей электрокардиографии, эхокардиографии и коронарографии при атеросклеротическом кардиосклерозе и сопоставить их динамику с морфометрическими данными миокарда на уровне возрастных групп.

Материалы и методы. Ретроспективно проанализированы данные электрокардиографии (n=37), эхокардиографии (n=32) и коронарографии (n=31) пациентов трёх возрастных групп (25–44, 45–59, 60 лет и старше). Морфометрические показатели получены на отдельной выборке из 169 аутопсий; клинические и морфологические данные относились к разным лицам и сопоставлялись только на уровне возрастных групп. Для сравнения трёх групп применены критерий Краскела–Уоллиса и точный критерий Фишера–Фримана–Холтона с попарными сравнениями (поправка Бонферрони), для оценки связи с возрастом – корреляция Спирмена.

Результаты. Амплитуда зубца T в отведениях V4–V6 составила 4,4±0,4 мм у молодых (n=7), 1,9±0,3 мм в среднем возрасте и 2,5±0,3 мм у пожилых (n=19); изменение было немонотонным при слабой–умеренной обратной связи с возрастом ($r=-0,34$; $p=0,042$). Снижение общей сократимости выявлено у 2 из 12 молодых пациентов и у всех обследованных старше 45 лет (в группе пожилых – лишь 3 наблюдения). Критический стеноз или окклюзия выявлены у 3 из 9 молодых и у 8 из 11 пациентов среднего возраста. Эти изменения шли параллельно с нарастанием фиброза, атрофией кардиомиоцитов и сужением просвета сосудов в аутопсийной выборке.

Заключение. Возрастная динамика инструментальных показателей при атеросклеротическом кардиосклерозе согласуется с морфометрическими изменениями миокарда на групповом уровне; для подтверждения клинико-морфологической связи необходимы исследования с индивидуальным сопоставлением данных.

Ключевые слова: атеросклероз, электрокардиография, эхокардиография, коронарная ангиография, фиброз, старение.

Цитирование: Ш.Ф. Бутаев, З.Э. Жуманов, С.В. Пирматов. Медицинская наука Узбекистана. **2026**, 5,4, 2. https://doi.org/10.56121/MSU-2026-4-00021

Полученный: 26.05.2026
Исправленный: 27.06.2026
Принято: 20.07.2026
Опубликованный: 30.08.2026

Copyright:

OPEN ACCESS

Check for updates

CC BY

Age-specific features of electrocardiographic, echocardiographic and coronary angiographic parameters in atherosclerotic cardiosclerosis compared with myocardial morphometric data

Sherzod F. Butaev [1,*], Ziyadulla E. Jumanov [1], Salikh V. Pirmatov [1]

[1] Samarkand State Medical University, Samarkand, 140100, Uzbekistan
s42574115@gmail.com (Sh.B.), ziyadulla-jumanov@mail.ru (Z.J.), ziyadulla-jumanov@mail.ru (S.P.)

Abstract:

Aim. To evaluate age-specific features of electrocardiographic, echocardiographic and coronary

angiographic parameters in atherosclerotic cardiosclerosis and to compare their trends with myocardial morphometric data at the age-group level.

Materials and Methods. Electrocardiography (n=37), echocardiography (n=32) and coronary angiography (n=31) data of patients in three age groups (25–44, 45–59, and 60 years and older) were analysed retrospectively. Morphometric parameters were obtained from a separate sample of 169 autopsies; clinical and morphological data belonged to different individuals and were compared only at the age-group level. The three groups were compared using the Kruskal–Wallis test and the Fisher–Freeman–Halton exact test with Bonferroni-corrected pairwise comparisons; the association with age was assessed by Spearman correlation.

Results. T-wave amplitude in leads V4–V6 was 4.4±0.4 mm in young patients (n=7), 1.9±0.3 mm in middle-aged patients and 2.5±0.3 mm in elderly patients (n=19); the change was non-monotonic, with a weak-to-moderate inverse correlation with age ($r=-0.34$; $p=0.042$). Global contractility was reduced in 2 of 12 young patients and in all examined patients over 45 years (only 3 observations in the elderly group). Critical stenosis or occlusion was found in 3 of 9 young and 8 of 11 middle-aged patients. These changes paralleled increasing fibrosis, cardiomyocyte atrophy and vessel lumen narrowing in the autopsy sample.

Conclusion. Age-related trends in instrumental parameters in atherosclerotic cardiosclerosis are consistent with myocardial morphometric changes at the group level; studies with individual matching of clinical and morphological data are needed to confirm a clinical-morphological association.

Keywords: Atherosclerosis, Electrocardiography, Echocardiography, Coronary Angiography, Fibrosis, Aging.

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания остаются ведущей причиной смерти и инвалидности во всём мире; основную их долю составляет ишемическая болезнь сердца, связанная с атеросклерозом [1–3]. Атеросклеротический кардиосклероз представляет собой хроническое последствие коронарного атеросклероза и характеризуется диффузным и очаговым разрастанием соединительной ткани в миокарде.

Клиническая диагностика атеросклеротического кардиосклероза преимущественно основывается на данных электрокардиографии (ЭКГ), эхокардиографии (ЭхоКГ) и коронарографии [4,5]. Патологоанатомическое заключение, в свою очередь, опирается на морфологические признаки. Эти два источника нередко интерпретируются раздельно, что затрудняет оценку соответствия клинического и патологоанатомического диагнозов.

С возрастом в сердце уменьшается число кардиомиоцитов, в оставшихся клетках развивается реактивная гипертрофия, нарастают интерстициальный фиброз и жёсткость миокарда [6,7]. В сочетании с атеросклеротическим процессом эти возрастные изменения усложняют интерпретацию инструментальных показателей. Большинство проведённых исследований посвящено состоянию после инфаркта миокарда, тогда как возрастные особенности инструментальных показателей и их соотношение с морфологией миокарда изучены недостаточно.

Цель исследования — оценить возрастные особенности показателей ЭКГ, ЭхоКГ и коронарографии при атеросклеротическом кардиосклерозе и сопоставить их динамику с морфометрическими данными миокарда на уровне возрастных групп.

Материалы и методы

Дизайн исследования. Ретроспективное поперечное исследование проведено на основе двух независимых источников: (1) клинико-инструментальных данных пациентов с атеросклеротическим кардиосклерозом и (2) аутопсийного материала лиц, умерших от атеросклеротического кардиосклероза.

Клиническая и аутопсийная группы состояли из разных лиц; данные не были индивидуально сопоставлены и сравнивались только на уровне возрастных групп (25–44, 45–59, 60 лет и старше). Поэтому исследование не было предназначено для оценки причинно-следственной или индивидуальной связи между клиническими и морфологическими показателями. Период исследования: 10.01.2022–10.11.2026; место проведения — многопрофильная клиника Самаркандского государственного медицинского университета.

Клиническая группа: критерии включения и исключения. Диагноз атеросклеротического кардиосклероза устанавливался на основании коронарного атеросклероза, подтверждённого коронарографией, клинических признаков ишемической болезни сердца, данных ЭКГ и ЭхоКГ. Критерии включения: возраст 25 лет и старше; подтверждённый диагноз атеросклеротического кардиосклероза; наличие полных данных хотя бы одного из исследований — ЭКГ, ЭхоКГ или коронарографии. Критерии исключения: перенесённый инфаркт миокарда по данным ЭКГ, ЭхоКГ и анамнеза; острый коронарный синдром; умеренная и тяжёлая сердечная недостаточность; гемодинамически значимая клапанная патология; кардиомиопатии и миокардит; постоянные нарушения ритма и проводимости (фибрилляция предсердий, блокада ножек пучка Гиса); наличие электрокардиостимулятора.

Число наблюдений по возрастным группам для каждого исследования: ЭКГ — молодые 7, среднего возраста 11, пожилые 19 (всего 37); ЭхоКГ — молодые 12, среднего возраста 17, пожилые 3 (всего 32); коронарография — молодые 9, среднего возраста 11, пожилые 11 (всего 31). ЭКГ: оценивали амплитуду зубца T (мм) в отведениях V2–V3 и V4–V6, уплощение зубца T до $\leq$1 мм в V4–V6 и положение электрической оси сердца; корригированный интервал QT (QTc) рассчитывали по формуле Базетта [8]. Изменения зубца T и интервала QT оценивали в соответствии с международными рекомендациями [9].

ЭхоКГ: оценивали общую и локальную сократимость, индекс нарушения локальной сократимости (WMSI — wall motion score index); локальную сократимость оценивали по 17-сегментной модели левого желудочка [10]. Глобальную продольную деформацию (GLS — global longitudinal strain) определяли методом 2D speckle-tracking [11]. Критерий снижения общей сократимости — фракция выброса левого желудочка $<$50%.

Селективная коронарография: оценивали степень и локализацию стеноза, наличие критического стеноза и окклюзии; отдельно исследовали ствол левой коронарной артерии и проксимальный сегмент передней межжелудочковой артерии (ПМЖА). Сегменты коронарных артерий определяли по классификации Американской кардиологической ассоциации [12]. Критическим считали стеноз $\geq$70% (для ствола левой коронарной артерии — $\geq$50%) [13].

Аутопсийный материал. В исследование включены 169 аутопсий, выполненных в 2022–2026 годах в многопрофильной клинике Самаркандского государственного медицинского университета, при которых основным заболеванием был указан атеросклеротический кардиосклероз: молодые — 63, среднего возраста — 66, пожилые — 40; мужчины — 142 (84,0%). Диагноз атеросклеротического кардиосклероза подтверждали по макроскопическим (атеросклероз коронарных артерий, диффузный и очаговый склероз миокарда) и гистологическим (увеличение количества соединительной ткани в срезах, окрашенных по Ван-Гизону) признакам [14]. Критерии исключения: острый и перенесённый крупноочаговый инфаркт миокарда, кардиомиопатии, миокардит, клапанные пороки. Из передней, боковой и задней стенок левого желудочка, а также межжелудочковой перегородки брали фрагменты размером $1\times1\times0{,}5$ см, фиксировали в 10% нейтральном формалине и заливали в парафин; срезы окрашивали гематоксилином и эозином, по Ван-Гизону и Вейгерту. Морфометрию выполняли с помощью точечной сетки Г.Г. Автандилова и окуляр-микрометра [15]: определяли доли мышечной и фиброзной ткани (%), индекс фиброз/мышца, диаметр кардиомиоцитов (мкм) и долю просвета интрамуральных сосудов (%). В каждом случае исследовали 1 поле зрения при увеличении 10×40 и измеряли 20 кардиомиоцитов; измерения выполнял один исследователь.

Статистический анализ. Количественные показатели представлены как M$\pm$SD, качественные — как n/N (%); для малых подгрупп 95% доверительные интервалы (95% ДИ) долей рассчитывали методом Клоппера–Пирсона. Нормальность распределения проверяли критерием Шапиро–Уилка. Общие различия между тремя группами оценивали с помощью критерия Краскела–Уоллиса для количественных показателей (при нормальном распределении — однофакторного дисперсионного анализа с поправкой Уэлча) и точного критерия Фишера–Фримана–Холтона для качественных показателей. При статистически значимых общих различиях проводили попарные сравнения с помощью критерия Манна–Уитни или точного критерия Фишера с поправкой Бонферрони ($p<0{,}017$). Связь с возрастом оценивали по корреляции Спирмена. Уровень статистической значимости — $p<0{,}05$. Анализ выполняли в программе SPSS 26.0.

Этика. Исследование одобрено этическим комитетом при Самаркандском государственном медицинском университете (№110 от 20.09.2026). В связи с ретроспективным характером исследования и анализом обезличенных медицинских документов и аутопсийных материалов этический комитет разрешил освобождение от получения информированного согласия (waiver). Исследование проведено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации.

Результаты

Электрокардиография. Амплитуда зубца Т в отведениях V4–V6 составила 4,4±0,4 мм у молодых (n=7), 1,9±0,3 мм у пациентов среднего возраста (n=11) и 2,5±0,3 мм у пожилых (n=19) (табл. 1). Наименьшее значение отмечено в группе среднего возраста; у пожилых амплитуда была несколько выше, то есть изменение не было монотонным. В общей выборке выявлена слабая–умеренная обратная связь амплитуды с возрастом (r=−0,34; p=0,042). В отведениях V2–V3 амплитуда составила соответственно 9,0, 4,4 и 5,1 мм. Инверсия зубца Т у молодых не встречалась (0/7), в среднем возрасте отмечалась в 50,0%, у пожилых — в 5/19 (26,3%) случаев. Отклонение электрической оси сердца влево наблюдалось только у пожилых (4/19; 21,1%).

Эхокардиография. Общая сократимость была сохранена у 10/12 (83,3%) молодых пациентов и снижена у 2/12 (16,7%; 95% ДИ 2,1–48,4%). У пациентов среднего возраста снижение общей сократимости отмечено в 17/17 (100%) случаев. В группе пожилых данные ЭхоКГ были доступны лишь у 3 пациентов; у всех сократимость была снижена (3/3; 95% ДИ 29,2–100%). Ввиду малого числа наблюдений этот показатель не следует обобщать. Сегментарная гипокинезия по GLS выявлена у молодых в 4/12 (33,3%), у пациентов среднего возраста — в 60,0%, у пожилых — в 3/3 случаев. WMSI составил 1,08 у молодых, 1,15 у пациентов среднего возраста и 1,10 у пожилых.

Коронарография. Поражение ПМЖА выявлено у молодых в 5/9 (55,6%), у пожилых — в 9/11 (81,8%) случаев. Критический стеноз или окклюзия отмечены у молодых в 3/9 (33,3%), у пациентов среднего возраста — в 8/11 (72,7%), у пожилых — в 11 случаях. Стеноз ствола левой коронарной артерии встречался в среднем возрасте в 3/11 (27,3%) случаев и не выявлялся у молодых (0/9). Стеноз проксимального сегмента ПМЖА у пожилых составил 7/11 (63,6%). Хотя средняя степень стеноза у молодых была относительно ниже (75,6±6,1%), в 2/9 (22,2%) случаев выявлена окклюзия.

Таблица 1. Клинико-инструментальные показатели по возрастным группам
Table 1. Clinical and instrumental parameters by age group

Показатель / Parameter	Молодые (25–44)	Средний возраст (45–59)	Пожилые (≥60)
ЭКГ, n	7	11	19
Амплитуда зубца Т в V4–V6, мм	4,4±0,4	1,9±0,3	2,5±0,3
Инверсия зубца Т, n/N (%)	0/7 (0)	(50,0)	5/19 (26,3)
ЭхоКГ, n	12	17	3
Снижение общей сократимости, n/N (%)	2/12 (16,7)	17/17 (100)	3/3 (100)*
Сегментарная гипокинезия по GLS, n/N (%)	4/12 (33,3)	(60,0)	3/3 (100)*
WMSI	1,08	1,15	1,10
Коронарография, n	9	11	11
Критический стеноз или окклюзия, n/N (%)	3/9 (33,3)	8/11 (72,7)	11
Стеноз ствола левой коронарной артерии, n/N (%)	0/9 (0)	3/11 (27,3)	11

Примечание: p — общие различия между тремя группами (критерий Краскела–Уоллиса или Фишера–Фримана–Холтона); * — на основе 3 наблюдений, 95% ДИ 29,2–100%.

Морфометрические показатели аутопсийного материала представлены в табл. 2. Доля фиброзной ткани была наибольшей в группе среднего возраста; диаметр кардиомиоцитов был максимальным в среднем возрасте и минимальным у пожилых. Доля просвета интрамуральных сосудов у пожилых уменьшалась.

Сопоставление на уровне возрастных групп. Поскольку клинические и морфологические данные относились к разным лицам, их сравнивали только на групповом уровне. Наименьшая

Таблица 2. Морфометрия миокарда в аутопсийной выборке
Table 2. Myocardial morphometry in the autopsy sample

Показатель / Parameter	**Молодые (25–44), n=63**	**Средний возраст (45–59), n=66**	**Пожилые (≥60), n=40**
Мышечная ткань, %	72,0±0,48	61,4±0,33	53,9±0,63
Фиброзная ткань, %	25,1±0,42	35,5±0,39	34,1±0,53
Индекс фиброз/мышца	0,35	0,58	0,63
Диаметр кардиомиоцитов, мкм	26,7±0,07	28,6±0,08	21,7±0,02
Доля просвета сосудов, %	25,0	26,3	21,1

амплитуда зубца T (1,9 мм) соответствовала группе среднего возраста с наибольшей долей фиброза в аутопсийном материале (35,5%). Высокая распространённость снижения сократимости соответствовала возрастным группам, в которых индекс фиброз/мышца достигал 0,58–0,63. Увеличение доли критических стенозов наблюдалось в том же направлении, что и уменьшение доли просвета интрамуральных сосудов (25,0% $\rightarrow$ 21,1%). Эти соответствия представляют собой параллельные тенденции групповых средних и не должны интерпретироваться как индивидуальные связи.

Обсуждение

Изменения клинико-инструментальных показателей по возрастным группам продемонстрировали параллельные тенденции с морфометрическими изменениями в аутопсийном материале. Эти результаты согласуются с описанными в литературе механизмами: фиброз и гипертрофия кардиомиоцитов могут приводить к неоднородности реполяризации и снижению амплитуды зубца T [9]; атрофия кардиомиоцитов и диффузный склероз уменьшают сократительный резерв; сужение просвета сосудов и критические стенозы ограничивают перфузионный резерв. Однако дизайн исследования не позволяет подтвердить эти механизмы у самих пациентов.

Фиброз миокарда является основным структурным субстратом атеросклеротического и возрастного ремоделирования: увеличение коллагеновой сети повышает жёсткость миокарда, создаёт неоднородность проведения электрического импульса и снижает сократимость [16,17]. Уменьшение числа кардиомиоцитов с возрастом и реактивная гипертрофия оставшихся клеток также показаны в аутопсийных исследованиях [7]. Выявленные в нашем аутопсийном материале максимальный диаметр кардиомиоцитов в среднем возрасте и минимальный у пожилых согласуются с этими данными.

Изменение амплитуды зубца T не было монотонным: наименьшее значение отмечено в среднем возрасте, а у пожилых — несколько более высокое. Поэтому обратная корреляция в общей выборке ($r=-0,34$) отражает не последовательное уменьшение амплитуды с возрастом, а её снижение при переходе от молодых к старшим возрастным группам. Несколько большая амплитуда у пожилых по сравнению с пациентами среднего возраста может быть связана с небольшим уменьшением доли фиброза и изменением мышечной массы, однако эту гипотезу необходимо проверить на индивидуальных данных.

У молодых при преимущественно сохранённой общей сократимости сегментарная гипокинезия по GLS выявлена в 4/12 случаев. GLS является более чувствительным показателем, чем фракция выброса левого желудочка; у здоровых лиц его среднее значение составляет около $-19,7\%$ [18]. Снижение GLS точнее прогнозирует риск неблагоприятных исходов, чем фракция выброса [19]. Таким образом, исследование GLS у молодых пациентов может способствовать раннему выявлению субклинического поражения миокарда. Поскольку данные ЭхоКГ в группе пожилых имелись только у 3 пациентов, результаты для этой группы следует считать предварительными.

Несмотря на более низкую среднюю степень стенозов у молодых, окклюзии встречались в 2/9 случаев. Ангиографическая степень стеноза не всегда полностью отражает его гемодинамическую значимость, поэтому при промежуточных стенозах рекомендуется функциональная оценка [13]. Риск коронарных событий в большей степени связан с общей распространённостью атеросклеротического процесса, чем с отдельной бляшкой [20]. В пожилом возрасте потеря

кардиомиоцитов, интерстициальные изменения и нарушение диастолической функции уменьшают функциональный резерв сердца [6], повышая риск развития сердечной недостаточности [21].

Ограничения исследования. Во-первых, клинические и морфологические данные относились к разным лицам и сопоставлялись только на уровне возрастных групп; выявленные соответствия поэтому имеют экологический (групповой) характер и не доказывают индивидуальную клинико-морфологическую связь. Во-вторых, в отдельных подгруппах число наблюдений было небольшим (например, 3 исследования ЭхоКГ у пожилых), что приводит к широким доверительным интервалам долей. В-третьих, ретроспективный характер исследования не позволяет исключить систематическую ошибку отбора. В дальнейшем оценка фиброза у живых пациентов с помощью магнитно-резонансной томографии сердца с поздним контрастированием, Т1-картирования и биомаркеров крови [22], а также сопоставление клинических и аутопсийных данных в одних и тех же наблюдениях позволят проверить полученные результаты.

Заключение

Амплитуда зубца Т в отведениях V4–V6 была ниже в группах среднего и пожилого возраста по сравнению с молодыми; наименьшее значение отмечено в среднем возрасте, то есть изменение не было монотонным. В общей выборке выявлена слабая–умеренная обратная связь амплитуды с возрастом ($r=-0,34$; $p=0,042$).

Снижение общей сократимости отмечено у молодых в 2/12 случаев и у всех обследованных старше 45 лет; результат в группе пожилых основан лишь на 3 наблюдениях.

Критический стеноз или окклюзия выявлены у молодых в 3/9, у пациентов среднего возраста — в 8/11 случаев; окклюзии встречались и у молодых — в 2/9 случаев.

На уровне возрастных групп изменения клинико-инструментальных показателей продемонстрировали параллельные тенденции с увеличением фиброза, атрофией кардиомиоцитов и сужением просвета сосудов в аутопсийном материале. Для подтверждения клинико-морфологической связи необходимы исследования с индивидуальным сопоставлением данных.

Основной вывод для практики

У молодых пациентов с атеросклеротическим кардиосклерозом даже при сохранённой общей сократимости целесообразны оценка глобальной продольной деформации и полноценное обследование коронарных артерий, поскольку в этом возрасте также могут встречаться сегментарная дисфункция и окклюзии. В среднем и пожилом возрасте при интерпретации снижения амплитуды зубца Т и нарушения сократимости следует учитывать широкую распространённость фиброза и атрофии миокарда в этих возрастных группах.

Вклад авторов

Ш.Ф. Бутаев — сбор материала, морфометрия, статистический анализ, написание текста; З.Э. Жуманов — концепция и дизайн исследования, научное редактирование; С.В. Пирматов — сбор клинических данных, анализ литературы. Все авторы прочитали и одобрили окончательную версию рукописи.

Authors' contribution

Sh.F. Butaev: collection of material, morphometry, statistical analysis, and manuscript writing; Z.E. Jumanov: study conception and design, scientific editing; S.V. Pirmatov: collection of clinical data and literature analysis. All authors have read and approved the final manuscript.

Источник финансирования

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding source

The study was conducted without sponsorship.

Заявление о доступности данных

Обезличенные данные, полученные и проанализированные в ходе исследования, могут быть предоставлены автором для переписки по обоснованному запросу.

Data Availability Statement

De-identified data obtained and analyzed during the study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Сокращения

ЭКГ	электрокардиография / electrocardiography
ЭхоКГ	эхокардиография / echocardiography
ПМЖА	передняя межжелудочковая артерия / left anterior descending artery
ДИ	доверительный интервал / confidence interval
GLS	глобальная продольная деформация / global longitudinal strain
WMSI	индекс нарушения локальной сократимости / wall motion score index
QTc	корригированный интервал QT / corrected QT interval
2D	двумерный / two-dimensional
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
M / SD	среднее / стандартное отклонение; mean / standard deviation

Литература

[1] Mensah GA, Fuster V, Murray CJL, Roth GA. Global burden of cardiovascular diseases and risks, 1990-2022. J Am Coll Cardiol. 2023; 82 (25): 2350-2473. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2023.11.007

[2] Libby P. The changing landscape of atherosclerosis. Nature. 2021; 592 (7855): 524-533. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03392-8

[3] Tsao CW, Aday AW, Almarzooq ZI, et al. Heart disease and stroke statistics – 2023 update: a report from the American Heart Association. Circulation. 2023; 147 (8): e93-e621. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001123

[4] Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. Eur Heart J. 2024; 45 (36): 3415-3537. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae177

[5] Virani SS, Newby LK, Arnold SV, et al. 2023 AHA/ACC/ACCP/ASPC/NLA/PCNA guideline for the management of patients with chronic coronary disease. Circulation. 2023; 148 (9): e9-e119. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001168

[6] Abdellatif M, Rainer PP, Sedej S, Kroemer G. Hallmarks of cardiovascular ageing. Nat Rev Cardiol. 2023; 20 (11): 754-777. https://doi.org/10.1038/s41569-023-00881-3

[7] Olivetti G, Melissari M, Capasso JM, Anversa P. Cardiomyopathy of the aging human heart. Myocyte loss and reactive cellular hypertrophy. Circ Res. 1991; 68 (6): 1560-1568. https://doi.org/10.1161/01.RES.68.6.1560

[8] Bazett HC. An analysis of the time-relations of electrocardiograms. Heart. 1920; 7: 353-370.

[9] Rautaharju PM, Surawicz B, Gettes LS. AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part IV: the ST segment, T and U waves, and the QT interval. J Am Coll Cardiol. 2009; 53 (11): 982-991. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.12.014

[10] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. J Am Soc Echocardiogr. 2015; 28 (1): 1-39. https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003

[11] Voigt JU, Pedrizzetti G, Lysyansky P, 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): 1-11. https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu184

[12] Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Circulation. 1975; 51 (4 Suppl): 5-40. https://doi.org/10.1161/01.CIR.51.4.5

[13] Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization. Circulation. 2022; 145 (3): e18-e114. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001038

[14] Basso C, Aguilera B, Banner J, et al. Guidelines for autopsy investigation of sudden cardiac death: 2017 update from the Association for European Cardiovascular Pathology. Virchows Arch. 2017; 471 (6): 691-705. https://doi.org/10.1007/s00428-017-2221-0

[15] Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: руководство // Москва: Медицина, 1990. – 384 с. / Avtandilov GG. Meditsinskaya morfometriya: rukovodstvo [Medical morphometry: a guide]. Moskva: Meditsina [Moscow: Meditsina]. 1990; 384 p. (In Russ.).
[16] Frangogiannis NG. Cardiac fibrosis. Cardiovasc Res. 2021; 117 (6): 1450-1488. https://doi.org/10.1093/cvr/cvaa324
[17] López B, Ravassa S, Moreno MU, et al. Diffuse myocardial fibrosis: mechanisms, diagnosis and therapeutic approaches. Nat Rev Cardiol. 2021; 18 (7): 479-498. https://doi.org/10.1038/s41569-020-00504-1
[18] Yingchoncharoen T, Agarwal S, Popović ZB, Marwick TH. Normal ranges of left ventricular strain: a meta-analysis. J Am Soc Echocardiogr. 2013; 26 (2): 185-191. https://doi.org/10.1016/j.echo.2012.10.008
[19] Kalam K, Otahal P, Marwick TH. Prognostic implications of global LV dysfunction: a systematic review and meta-analysis of global longitudinal strain and ejection fraction. Heart. 2014; 100 (21): 1673-1680. https://doi.org/10.1136/heartjnl-2014-305538
[20] Arbab-Zadeh A, Fuster V. The myth of the “vulnerable plaque”: transitioning from a focus on individual lesions to atherosclerotic disease burden for coronary artery disease risk assessment. J Am Coll Cardiol. 2015; 65 (8): 846-855. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.11.041
[21] McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. Eur Heart J. 2021; 42 (36): 3599-3726. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab368
[22] Ravassa S, López B, Treibel TA, et al. Cardiac fibrosis in heart failure: focus on non-invasive diagnosis and emerging therapeutic strategies. Mol Aspects Med. 2023; 93: 101194. https://doi.org/10.1016/j.mam.2023.101194

Отказ от ответственности/Примечание издателя: Заявления, мнения и данные, содержащиеся во всех публикациях, принадлежат исключительно отдельным лицам.Авторы и участники, а Журнал и редакторы. Журнал и редакторы не несут ответственности за любой ущерб, нанесенныйлюдей или имущество, возникшее в результате любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

Disclaimer of liability/Publisher’s Note: The statements, opinions and data contained in all publications belong exclusively to individuals.The authors and participants, and the Journal and the editors. The journal and the editors are not responsible for any damage caused to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products mentioned in the content.