

Использование эхокардиографии для ранней диагностики и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний у асимптоматических пациентов

Умербеков Б.А., Жавланов Д.А., Батыров Ф.Р.

Некоммерческое акционерное общество "Карагандинский медицинский университет", Караганда, Республика Казахстан.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Умербеков Берик Аблайханович, врач-резидент радиолог, Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский медицинский университет», Караганда, Республика Казахстан. ORCID: 0009-0000-4690-189X

Жавланов Даулет Шамурадович, врач-резидент радиолог, Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский медицинский университет», Караганда, Республика Казахстан. ORCID: 0009-0009-5885-1450

Батыров Фарух Рафаэлевич, врач-резидент радиолог, Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский медицинский университет», Караганда, Республика Казахстан. ORCID: 0009-0004-4374-9000

Эхокардиография (ЭхоКГ) выступает как ключевой неинвазивный метод при раннем выявлении сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) у пациентов без явных симптомов. В данной обзорной статье подробно рассматривается эффективность эхокардиографического скрининга, а также обсуждаются различные эхокардиографические индикаторы, которые могут предсказать развитие ССЗ. Эти индикаторы включают анализ диастолической и систолической функций, а также гипертрофию и дилатацию сердечных структур. В статье сравниваются различные стратегии скрининга, их клиническая значимость и возможные последствия для пациентов без симптомов. Особое внимание уделяется необходимости индивидуального подхода к скринингу, который должен быть адаптирован в зависимости от уровня риска развития ССЗ у каждого конкретного пациента. Акцентируется важность интеграции ЭхоКГ

в стандартные протоколы обследования для улучшения ранней диагностики и предотвращения ССЗ. Исследования подтверждают, что ЭхоКГ может значительно улучшить раннее выявление сердечных аномалий, потенциально приводя к своевременному вмешательству и улучшению исходов для пациентов.

Ключевые слова: эхокардиография, сердечно-сосудистые заболевания, функция левого желудочка, факторы риска, скрининг.

Конфликт интересов: не заявлен.

Поступила: 28.03.2025

Принята: 14.05.2025



Для цитирования: Умербеков Б.А., Жавланов Д.А., Батыров Ф.Р. Использование эхокардиографии для ранней диагностики и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний у асимптоматических пациентов.

Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2025. 13(46): 37-47. DOI: 10.24412/2311-1623-2025-46-37-47

Electrocardiography for early diagnosis and prevention of cardiovascular disease in asymptomatic patients

Umerbekov B.A., Zhavlanov D.S., Batyrov F.R.

Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan

AUTHORS

Berik A. Umerbekov, radiology resident, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan. ORCID: 0009-0000-4690-189X
Daulet S. Zhavlanov, radiology resident Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan. ORCID: 0009-0009-5885-1450
Farukh R. Batyrov, radiology resident, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan. ORCID: 0009-0004-4374-9000

Abstract

Echocardiography (EchoCG) is a key non-invasive method in the early detection of cardiovascular diseases (CVD) in patients without overt symptoms. In this review, echocardiographic markers that might predict CVD are discussed and EchoCG screening's effectiveness is thoroughly investigated. These markers include systolic and diastolic function analysis and also hypertrophy and dilation of structures of the heart. In this article, different screening strategies, their clinical significance and possible consequences for asymptomatic patients are compared, accentuating the necessity of personalized screening approach, with respect to individual risk of CVD. Studies show that EchoCG may significantly facilitate heart anomalies early diagnosis and potentially lead to well-timed intervention, improving patient outcomes, thus stating the importance

of integration of EchoCG into standard screening guidelines for early CVD diagnosis and prevention optimization.
Keywords: echocardiography, cardiovascular disease, left ventricular function, risk factors, screening.

Conflict of interests: none declared.

Recieved: 28.03.2025
Accepted: 14.05.2025

For citation: Umerbekov B.A., Zhavlanov D.S., Batyrov F.R. Electrocardiography for early diagnosis and prevention of cardiovascular disease in asymptomatic patients. International Journal of Heart and Vascular Diseases. 2025. 13(46): 37-47. DOI: 10.24412/2311-1623-2025-46-37-47

Список сокращений

АД	— артериальное давление	ЛП	— левое предсердие
АГ	— артериальная гипертония	ОР	— относительный риск
ДИ	— доверительный интервал	ОШ	— отношение шансов
ГЛЖ	— гипертрофия левого желудочка	сДЛЖ-сФВ	— дилатация левого желудочка с сохранённой фракцией выброса
ДЛЖ	— дисфункция левого желудочка	СН	— сердечная недостаточность
ДЛП	— дилатация левого предсердия	ССЗ	— сердечно-сосудистые заболевания
ИБС	— ишемическая болезнь сердца	ССС	— сердечно-сосудистое событие
ИКД	— имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы	ФВ	— фракция выброса
ИМ	— инфаркт миокарда	ФР	— факторы риска
КАК	— коронарно-артериальный кальций	ЭхоКГ	— эхокардиография
ЛЖ	— левый желудочек		

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), включая ишемическую болезнь сердца (ИБС) и инсульт, являются основной причиной смертности и инвалидности во всем мире. Их распространенность значительно продолжает расти: с 271 млн случаев в 1990 году до 523 млн в 2019 году, а число смертей увеличилось с 12,1 млн до 18,6 млн за тот же период [1]. Важнейшими факторами риска (ФР) развития ССЗ являются: курение, нездоровое питание, физическая неактивность, артериальная гипертензия (АГ) и диабет [2]. Борьба с этими модифицируемыми факторами должна стать приоритетом в стратегиях общественного здравоохранения. Экономически, ССЗ обходятся дорого из-за высоких затрат на лечение, потерь в производительности и социальных издержек [3]. Особенно тревожным является возрастание возрастной стандартизированной скорости ССЗ в высокодоходных странах и у молодежи, что свидетельствует о необходимости новых подходов в профилактике и управлении этими заболеваниями [4].

Эхокардиография (ЭхоКГ), представляющая собой неинвазивный метод обследования сердца, имеет жизненно важное значение в современной медицинской диагностике [5]. Этот метод использует ультразвуковые волны для создания детализированных изображений сердца, позволяя врачам оценить его структуру и функцию в реальном времени [6]. Благодаря своей безопасности и эффективности, ЭхоКГ стала основным инструментом для выявления различных сердечных заболеваний, включая пороки клапанов, сердечную недостаточность (СН) и заболевания миокарда [7].

Особенно важно, что ЭхоКГ позволяет проводить точную оценку фракции выброса (ФВ), размеров и функции желудочков, а также состояния сердечных клапанов без необходимости хирургического вмешательства или других инвазивных процедур [8]. Это делает её неоценимым инструментом не только для диагностики, но и для мониторинга прогрессирования заболеваний и эффективности лечения.

Кроме того, благодаря способности быстро и точно оценивать сердечную функцию, ЭхоКГ обеспечивает критически важную поддержку в экстренных ситуациях, таких как инфаркт миокарда (ИМ) и сердечные аномалии, требующие немедленного вмешательства [5].

Развитие ЭхоКГ началось в 1950-х годах, когда шведские исследователи Ингвард и Эдлер впервые применили ультразвук для визуализации сердца [8]. Этот метод дал толчок к развитию ЭхоКГ как неинвазивного способа диагностики сердечных

патологий. В 1960-х годах ультразвуковые технологии стали доступны для медицинского использования, что позволило начать клиническое применение ультразвуковой диагностики сердца [9].

К 1970-м годам технология развивалась, и на рынке появились первые ультразвуковые аппараты для сердечных исследований. Улучшение техники сканирования и обработки данных способствовало получению более четких и детализированных изображений. В это время было сделано множество технологических прорывов, которые улучшили качество визуализации и расширили возможности диагностики различных заболеваний сердца [9].

С 1980-х годов и до наших дней, с появлением компьютерных технологий и цифровой обработки данных, ЭхоКГ значительно продвинулась [10]. Современные методы включают трансторакальную, трансэзофагеальную, стрессовую и трехмерную ЭхоКГ, которые используются для точной диагностики и оценки сердечных заболеваний в различных клинических условиях [11].

Исходя из нарастающей важности ЭхоКГ в диагностике и оценке сердечных заболеваний, можно также рассмотреть её потенциальное применение в предиктивной медицине. Благодаря точной визуализации и анализу состояния сердечной мышцы и клапанов, а также выявлению таких ЭхоКГ аномалий, таких как гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ) и дисфункция левого желудочка (ДЛЖ). ЭхоКГ открывает новые возможности для раннего выявления риска ССЗ у пациентов без их предшествующей истории. Это особенно актуально в свете растущей распространенности ССЗ среди молодых людей и лиц из высокодоходных стран, что требует новых подходов в профилактике и мониторинге.

Цель данного обзора — систематическое изучение и анализ литературы по применению ЭхоКГ в ранней диагностике ССЗ у асимптоматических пациентов. Основное внимание уделяется оценке эффективности ЭхоКГ скрининга в выявлении ранних признаков ССЗ, которые могут не проявляться клинически, но имеют потенциал прогрессирования в серьезные заболевания. Исследование направлено на определение наиболее важных маркеров и параметров, которые должны быть оценены в ходе скрининга, а также на сравнение различных подходов к скринингу среди асимптоматических пациентов, чтобы предложить оптимальные стратегии для клинической практики.

Эта цель поддерживается желанием улучшить стратегии предотвращения ССЗ путем ранней идентификации и интервенции, что может значи-

тельно снизить бремя этих заболеваний на индивидуальном и общественном уровнях.

Методология

Анализ литературы

Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинской Декларации. В данной обзорной статье использовался систематический подход к анализу научной литературы, ориентированный на идентификацию, оценку и синтез данных о ранней диагностике ССЗ среди асимптоматических пациентов с использованием ЭхоКГ. Исследования были отобраны из баз данных PubMed, Scopus и Web of Science за период с 2015 по 2023 годы. Ключевые слова для поиска включали комбинации терминов: «асимптоматическая сердечно-сосудистая диагностика», «ранняя диагностика ССЗ», «эхокардиография» и «скрининг».

Критерии включения и исключения

Включены были статьи, описывающие клинические испытания, наблюдательные исследования и мета-анализы, оценивающие эффективность и точность ЭхоКГ в раннем выявлении ССЗ у асимптоматических пациентов. Исключены были исследования, касающиеся только симптоматических пациентов, а также те, что не содержали четкой информации о методологии исследования.

Анализ данных

Данные из отобранных источников были систематизированы для выявления основных тем и выводов. Особое внимание уделялось оценке методов скрининга, чувствительности и специфичности ЭхоКГ

и предикторам риска развития ССЗ. Выводы сопоставлялись и анализировались для определения наиболее эффективных подходов к ранней диагностике.

Этические соображения

В рамках статьи учитывались исследования, соответствующие этическим стандартам проведения клинических испытаний, включая информированное согласие участников, анонимность данных и одобрение соответствующих этических комитетов.

Ограничения

Обзорная статья ограничивается только публикациями на английском языке, что могло исключить значимые исследования, опубликованные на других языках. Также ограничения касаются временного промежутка исследований, что могло не отразить некоторые новейшие технологические и методологические достижения в ЭхоКГ.

Эхокардиографические аномалии и их клиническое значение

Существует несколько ЭхоКГ аномалий — ГЛЖ, ДЛЖ, дилатация левого предсердия (ДЛП), дилатация корня аорты (табл. 1).

Гипертрофия левого желудочка

ГЛЖ представляет собой увеличение толщины стенок ЛЖ, что часто является адаптивным ответом на повышенную нагрузку. Важные механизмы, приводящие к развитию ГЛЖ, включают генетические факторы, длительную АГ и увеличенные физические нагрузки на сердце. Генетическая предрасположенность к ГЛЖ включает мутации в генах, кодирующих саркомерные белки, такие как миозиновая тяжелая

Таблица 1

Аномалия	Описание и механизмы развития	Стратификация риска и диагностика
ГЛЖ	Увеличение толщины стенок левого желудочка (ЛЖ), часто адаптивный ответ на повышенную нагрузку. Генетические факторы включают мутации в MYH7, TNNT2, MYBPC3, которые изменяют функцию саркомера. Физические нагрузки и гипертония также играют роль.	Увеличение толщины стенок левого желудочка связано с риском сердечно-сосудистых событий (ССС). Использование ЭхоКГ для ранней диагностики и стратификации риска.
ДЛП	Расширение полости левого предсердия (ЛП), вызванное такими факторами как гипертония, клапанные пороки, воспаления, кардиомиопатии, увеличивает риск СН.	Повышенный риск СССР. ЭхоКГ для измерения размера и функции левого предсердия важно для прогнозирования фибрилляции предсердий.
Дилатация корня аорты	Патологическое расширение корневой части аорты, может привести к аневризме, диссекции или разрыву. Генетические мутации и высокое кровяное давление усугубляют состояние.	Серьезные сердечно-сосудистые риски, важно раннее выявление и хирургическое вмешательство. ЭхоКГ используется для оценки и мониторинга.
ДЛЖ	Нарушение диастолической функции, приводящее к одышке и увеличению риска госпитализации. Включает генетические и гемодинамические факторы, влияющие на метаболизм и структуру миоцитов.	Диастолическая дисфункция левого желудочка как маркер риска ССЗ. Ранняя диагностика важна для предотвращения СН, особенно у пациентов с диабетом или гипертонией.

цепь (MYH7), кардиачный тропонин Т (TNNT2) и кардиачный миозин-связывающий белок С (MYBPC3) [12]. Мутации в этих генах могут изменять функцию саркомера, уменьшая сократимость миоцитов и увеличивая их размер, что приводит к гипертрофии [13].

Гипертензия вызывает ГЛЖ как адаптивный ответ, предназначенный для минимизации напряжения стенок желудочка. Исследование показало структурные и молекулярные изменения в гипертрофированных ЛЖ, включая накопление липидных капель в кардиомиоцитах, переэкспрессию транспортера жирных кислот CD36, протеинкиназы С и матриксной металлопротеиназы-2, а также усиленную активацию пути фосфатидилинозитол 3-киназы/активированной протеинкиназы [14].

Хронические и интенсивные тренировки приводят к физиологическим адаптациям сердца, характеризующимся увеличением толщины стенки ЛЖ и диаметра полости, что часто соответствует критериям для ГЛЖ, но рассматривается как нормальные физиологические адаптации [15]. Интенсивные аэробные тренировки могут привести к значительному снижению артериального давления (АД), что уменьшает гемодинамическую нагрузку на сердце и потенциально снижает стимул для патологической ГЛЖ [16]. Эти изменения являются безопасными и обратимыми, представляя собой здоровую реакцию на увеличение кардиоваскулярной нагрузки. Тем не менее, не вся физическая активность одинаково полезна для сердечного здоровья. Исследование Holtermann A. et al. показало, что интенсивная профессиональная активность, включающая статическую нагрузку и монотонные движения, увеличивает риск серьезных ССС на 35 % и риск смертности на 27 % (отношение шансов (ОШ)=1,35 для ССС и ОШ=1,27 для смертности) по сравнению с низким уровнем активности. В контрасте, активный отдых снижает эти риски: высокая активность в свободное время уменьшает риск ССС на 23 % и риск смертности на 41 % [17]. Такая активность способствует улучшению сердечно-сосудистой и метаболической функции, в отличие от профессиональной активности, которая часто недостаточно динамична и не предполагает периодов восстановления.

Эпидемиологические исследования подтверждают, что ГЛЖ является значимым независимым ФР ССЗ [16, 18]. ГЛЖ может приводить к ССС через ряд механизмов, включая возникновение аритмий и изменения в структуре и функции сердечной мышцы [18]. Исследование Fernandes L. P. et al. показало, что увеличение толщины стенок ЛЖ связано с нелетальными ССС (относительный риск

(ОР) 2,16), смертью от ССЗ (ОР 2,58) и общей смертностью (ОР 2,02) [19].

Анализ геометрии ГЛЖ служит важным инструментом для стратификации риска, позволяя идентифицировать пациентов с высоким риском развития ССС до появления клинических симптомов.

Менеджмент пациентов с ГЛЖ требует комплексного подхода, включая медикаментозное лечение для контроля АД, изменения образа жизни и возможно установку имплантируемых кардиовертеров-дефибрилляторов (ИКД) для профилактики внезапной сердечной смерти. В заключение, понимание физиологических и физиопатологических основ ГЛЖ, а также эпидемиологической связи между ГЛЖ и ССС, является критически важным для разработки стратегий ранней диагностики и эффективного управления этим состоянием.

Дисфункция левого желудочка

ДЛЖ представляет собой нарушение диастолической функции, связанное с повышенным риском летальных и нелетальных ССС (ОР 2,01; 95 % доверительный интервал (ДИ) 1,32–3,07) [19]. Основные механизмы развития ДЛЖ включают нарушение релаксации желудочка и увеличение его вязкоупругой жесткости, что приводит к симптомам одышки и увеличенному риску госпитализации [20].

Физическая нагрузка оказывает значительное влияние на диастолическую функцию, особенно у пациентов с систолической ДЛЖ с сохранённой фракцией выброса (сДЛЖ-сФВ), у которых даже при «сохранённой» фракции выброса наблюдаются нарушения систолической функции во время упражнений [12]. Это способствует повышению давления в левом желудочке и развитию сДЛЖ-сФВ.

Генетические факторы также играют ключевую роль в развитии ДЛЖ. Некоторые генетические варианты, влияющие на метаболизм и структуру кардиомиоцитов, могут привести к изменениям, способствующим нарушению релаксации и увеличению жесткости миокарда [12, 14]. В частности, гены TTN, PLN и GJA1 ассоциированы с диастолической функцией [20].

Стратификация риска играет центральную роль в оценке ДЛЖ. Диастолическая дисфункция служит важным маркером для определения риска ССЗ у пациентов без предшествующей истории ССЗ, позволяя выявить скрытое сердечное заболевание и предпринять своевременные меры для предотвращения СН. Например, исследование Chee et al. показало, что диастолическая ДЛЖ встречается у большинства пациентов с диабетом 2 типа без

предшествующих ССЗ, что свидетельствует о высокой распространенности этого состояния и значимости его раннего выявления [21].

Дополнительно, исследование Kiel P. et al. выявило значительно более высокий медианный балл коронарно-артериального кальция (КАК) у пациентов с ДЛЖ, подчеркивая важность оценки КАК при диагностике ДЛЖ у пациентов с гипертонией [22]. Аналогично, исследование Han B. G. et al. показало, что пациенты с диабетической хронической болезнью почек на стадиях 3 и 5 имеют повышенный риск развития ССЗ, что подчеркивает необходимость раннего выявления и предотвращения ФР ДЛЖ у таких пациентов [23]. Также, исследование Lindstedt M. et al. обнаружило, что диастолическая дисфункция присутствует у 50 % пациентов с идиопатической воспалительной миопатией, что может указывать на высокий риск развития сДЛЖ-сФВ у этой группы [24]. Эти данные подчеркивают важность стратификации риска и ранней диагностики диастолической дисфункции для предотвращения более серьезных ССС.

Дилатация левого предсердия

ДЛП — расширение полости левого предсердия, которое может быть вызвано различными патологическими состояниями, такими как гипертензия, клапанные пороки, кардиомиопатии, воспаления или фиброз. Это состояние может влиять на сердечно-сосудистую функцию и увеличивать риск СН.

Стратификация риска играет важную роль в оценке пациентов с ДЛП, так как это состояние ассоциировано с увеличением ССС (ОР 1,78; 95 % ДИ 1,16–2,73) [19]. Важным маркером риска являются изменения в гене PITX2, связанные с развитием и функцией ЛП. Эпигенетические изменения, такие как гиперметилиция гена Pitx2, могут увеличивать риск атриальной фибрилляции [24].

Механизмы, влияющие на ДЛП, включают давление и объем нагрузки, а также повышенные уровни матриксных металлопротеиназ, способствующие фиброзу и ремоделированию тканей. Это подчеркивает потенциальную роль терапевтических мишеней для предотвращения или обращения изменений в структуре ЛП.

Измерение размера и функции ЛП через ЭхоКГ, включая индексированный максимальный объем ЛП, позволяет точно стратифицировать риски [24]. Это измерение тесно связано с исходами заболеваний сердца и особенно важно для предсказания фибрилляции предсердий у пациентов с сильно дилатированным ЛП.

Так, исследование Jagadeesan V. et al. подчеркивает важность учета дилатации ЛП при оценке риска повторной госпитализации после эмболического инсульта [25]. Это подчеркивает потенциальную роль дилатации ЛП в предсказании исходов для пациентов с эмболическим инсультом неуточненного генеза и другими ССЗ.

Дилатация корня аорты

Аномалия представляет собой патологическое расширение корневой части аорты. Это состояние может привести к серьезным осложнениям, включая аневризму, диссекцию или разрыв аорты, что часто связано с нарушениями структуры и функции аортального клапана и сосудистой стенки.

Механизмы развития дилатации включают:

1. *Генетические факторы:* мутации в генах, таких как FBN1, TGFBR1 и TGFBR2, могут вызвать нарушения в структуре соединительной ткани, ведущие к дилатации аортальной стенки [26].

2. *Молекулярные механизмы:* нарушения в сигнальном пути трансформирующего фактора роста бета (TGF-β) могут способствовать разрушению эластических волокон и коллагенового матрикса, ослабляя стенку аорты [27].

3. *Гемодинамические факторы:* высокое кровяное давление усиливает механическую нагрузку на стенку аорты, способствуя её дилатации [28].

Дилатация корня аорты является важным ФР для развития ССЗ. Это состояние может привести к аортальной недостаточности, аневризмам и диссекциям, значительно увеличивая риск летальных исходов и необходимость хирургического вмешательства [26]. При этом увеличивается риск ССС (ОР 1,25; 95 % ДИ 1,09–1,43) [19]. Ранняя стратификация риска с использованием ЭхоКГ и других методов визуализации позволяет определить пациентов с высоким риском осложнений, что важно для своевременного начала профилактики и лечения.

ЭхоКГ играет ключевую роль в диагностике дилатации корня аорты благодаря своей доступности, неинвазивности и высокой информативности. ЭхоКГ позволяет оценить размер корня аорты, структуру и функцию аортального клапана, наличие и степень аортальной регургитации, а также динамику изменения размеров аорты во времени [29]. Это не только способствует раннему выявлению пациентов с риском развития аортальных аневризм, но и помогает в планировании хирургического лечения, учитывая прогностическую значимость этих параметров в контексте ССС.

Обзор текущих вызовов в ранней диагностике сердечно-сосудистых заболеваний

Ранняя диагностика ССЗ является ключевой задачей в современной кардиологии, особенно в случаях асимптоматических пациентов. Сложность задачи усугубляется тем, что большинство сердечно-сосудистых нарушений развивается незаметно и часто не проявляется до возникновения серьезных событий, таких как ИМ или инсульт [30].

Сложности ранней диагностики

1. *Отсутствие симптомов:* большинство ССЗ на начальных стадиях протекают без явных симптомов, делая их трудноуловимыми для раннего выявления. Многие симптомы, такие как усталость или стресс, могут быть ошибочно приписаны менее серьезным заболеваниям, что задерживает диагностику [31].

2. *Неосведомленность пациентов:* низкий уровень осведомленности о ФР и симптомах ССЗ среди населения способствует позднему обращению за медицинской помощью [31].

3. *Недостаточная информативность традиционных методов:* традиционные диагностические методы, такие как измерение АД и уровня холестерина, не всегда эффективны в идентификации заболеваний до их прогрессирования [30].

Статистическая значимость

Согласно исследованию, проведенному Tsai et al., почти половина взрослого населения США имеет ту или иную форму ССЗ, причем многие из них остаются асимптоматичными на начальных этапах [30]. В исследовании Zwartkruis et al. с участием 100311 человек, нераспознанное ССЗ было обнаружено у 1325 участников, что подчеркивает важность раннего скрининга и диагностики [31].

Проактивный скрининг, основанный на симптомах и простом вопроснике, может значительно улучшить раннее выявление ССЗ в первичной медико-санитарной помощи. Такой подход позволяет предотвратить прогрессирование заболевания или острые ССС. Исследование подчеркивает потребность в разработке и внедрении простых, но эффективных методов скрининга, которые могут быть легко интегрированы в повседневную практику [30].

Эффективность ранней диагностики и профилактики ССЗ может значительно улучшить прогноз и качество жизни пациентов, а также снизить экономическую нагрузку, связанную с лечением продвинутых стадий заболеваний. Внедрение более

совершенных методов ранней диагностики и скрининга, способных идентифицировать пациентов на ранних стадиях заболевания, становится приоритетной задачей в современной медицинской практике.

Обзор ранних признаков эхокардиографических аномалий

ЭхоКГ представляет собой неинвазивный метод, который играет критическую роль в обнаружении ранних признаков ССЗ, даже у пациентов без симптомов. Этот метод позволяет выявлять такие изменения, как ДЛП, аномалии в структуре и функции корня аорты, ГЛЖ и ДЛЖ, что является ключом к своевременному началу лечения и предотвращению развития серьезных ССС.

Ранние признаки изменений корня аорты

1. *Незначительное увеличение диаметра корня аорты:* это изменение может сигнализировать о начальных стадиях аневризмы аорты или других патологических состояний, которые могут не сопровождаться симптомами на ранних этапах. Раннее выявление таких изменений критично для оценки риска развития серьезных осложнений [26].

2. *Утолщение створок аортального клапана:* утолщение может указывать на начальные процессы фиброза или кальцификации. ЭхоКГ позволяет обнаружить эти изменения у пациентов, еще не испытывающих симптомов, что важно для ранней диагностики и предупреждения развития стеноза [26].

3. *Подклапанные фиброзные гребни:* такие изменения часто встречаются у пациентов с анкилозирующим спондилитом и могут указывать на воспалительные процессы или начальные стадии структурных изменений аорты. Раннее обнаружение этих признаков может предупредить развитие серьезных заболеваний аорты [26].

Двухмерная ЭхоКГ используется для оценки этих изменений, позволяя выявить их до появления клинических симптомов аортальной регургитации [26].

Ранние признаки изменений левого предсердия

Изменения в объеме и функции ЛП могут быть выявлены эхокардиографически у асимптоматических пациентов, что указывает на раннее вовлечение сердца в патологический процесс [24].

Исследование Christensen et al. показало, что у пациентов с асимптоматическим тяжелым стенозом аорты, ЛП дилатация может служить индикато-

ром продвинутой стадии заболевания. Это связано с увеличением массы и конечно-диастолического объема ЛЖ, что ассоциируется с высоким риском кардиальных событий [32].

Дополнительное исследование Cameli et al. подчеркивает, что деформация ЛП является полезным индексом для раннего обнаружения кардиального повреждения при хроническом митральном регургитации. Спекл-трекинг ЭхоКГ позволяет анализировать функцию ЛП и может косвенно идентифицировать структурные тканевые изменения на ранних стадиях заболевания до полного ухудшения функции предсердия [33].

Ранние признаки гипертрофии левого желудочка

ГЛЖ часто встречается у пациентов с длительной АГ и может быть выявлена на раннем этапе благодаря ЭхоКГ. Увеличение массы миокарда ЛЖ и структурные изменения могут быть обнаружены до проявления клинических симптомов, что предоставляет возможность для ранней интервенции [33]. В исследовании CHello было показано, что у 44% пожилых пациентов с асимптоматической гипертензией наблюдалась ГЛЖ, подчеркивая значимость раннего выявления для улучшения исходов [33].

Ранние признаки дисфункции левого желудочка

Диастолическая и систолическая дисфункции ЛЖ могут быть обнаружены на ранней стадии без симптомов, что позволяет предупредить развитие СН. Диастолическая дисфункция, характеризующаяся нарушением процесса релаксации и наполнения желудочка, может быть выявлена через анализ изоволюмического расслабления и изменения в скоростях наполнения [33]. Систолическая дисфункция, оцениваемая по уменьшению ФВ и глобальной продольной деформации, также может быть детектирована на досимптомной стадии, что критически важно для ранней диагностики [33].

Ранняя диагностика ССЗ остаётся одним из самых значимых аспектов в современной кардиологии. Осознание и выявление асимптоматических изменений с помощью ЭхоКГ могут значительно улучшить исходы для пациентов, позволяя начать лечение до развития серьёзных осложнений. Это также помогает снизить экономическую нагрузку, связанную с лечением продвинутых стадий ССЗ, и предлагает возможность для улучшения качества жизни пациентов.

ЭхоКГ является неоценимым инструментом в ранней диагностике асимптоматических ССЗ. Она предоставляет важные данные о состоянии

сердечной мускулатуры и функции, позволяя своевременно начать необходимое лечение. Раннее выявление и диагностика ССЗ играют ключевую роль в предотвращении прогрессирования заболевания и улучшении прогноза для пациентов, что делает ЭхоКГ незаменимым методом в современной кардиологической практике.

Отбор пациентов без признаков ССЗ на эхокардиографическое обследование

ЭхоКГ является ценным инструментом в профилактическом скрининге ССЗ, особенно среди пациентов без явных симптомов. Однако, как показывают исследования, применение этого метода требует тщательного подхода к выбору кандидатов для обследования, чтобы обеспечить его эффективность и экономическую целесообразность.

Скрининг населения с использованием ЭхоКГ

Исследование Paton et al. показало, что массовый скрининг ЭхоКГ у общей популяции не привел к значительному снижению смертности или риска ССС, таких как ИМ или инсульт. Эти данные подчеркивают, что без тщательного отбора пациентов по степени риска такой подход может быть неэффективен [34].

Оценка риска и целесообразность ЭхоКГ

Winchester et al. обсуждают применение ЭхоКГ для оценки риска у асимптоматичных пациентов, особенно тех, кто страдает от АГ. Они подчеркивают, что прямая польза от ЭхоКГ в профилактике сердечных заболеваний не доказана, и его применение должно быть тщательно оправдано, учитывая индивидуальные риски пациента [35].

Профилактическое использование ЭхоКГ

Данные пост-hoc-анализа ирландского РКИ STOP-HF, опубликованного Cannone et al., показали, что у пациентов с сердечно-сосудистыми ФР пороговый уровень эндогенного BNP, использованный для направления на трансторакальную ЭхоКГ и последующего междисциплинарного ведения, позволил своевременно выявлять бессимптомную систолическую ДЛЖ и достоверно снизил риск перехода к клинической СН [36].

Критерии отбора пациентов для ЭхоКГ

Исследования подчеркивают необходимость выбора пациентов для ЭхоКГ на основе сопутствующих ФР:

1. *Возраст и сопутствующие заболевания.* Новый проспективный анализ австралийского SCREEN-HF исследования (Coller et al.) показал, что у людей ≥ 60 лет, имеющих по крайней мере один

«классический» сердечно-сосудистый ФР — ИБС, АГ, сахарный диабет или хроническое поражение почек — целевая эхокардиография эффективно обнаруживает бессимптомную систолическую ДЛЖ и тем самым позволяет предотвратить дальнейший переход к клинической СН. Новое формулирование ниже опирается на эти данные и согласуется с современными (ESC 2021 и ACC/AHA/HFSA 2022) рекомендациями, которые тоже подчёркивают важность раннего выявления «стадии В/пре-СН» у аналогичных контингентов [37].

2. *Кардиоонкология.* В области кардиоонкологии ЭхоКГ играет ключевую роль в раннем выявлении и наблюдении за кардиотоксичностью, связанной с лечением рака. Особенно это касается пациентов, получающих кардиотоксичные препараты, у которых ЭхоКГ может выявить ранние признаки кардиотоксичности [29].

3. *Клинические рекомендации.* На основе Фрамингемского риск-скорора или других моделей оценки рисков, ЭхоКГ может быть рекомендован для лиц среднего или высокого риска. Это позволяет выявлять такие состояния, как гипертрофия и ДЛЖ, даже у пациентов без симптомов [29, 35].

Профилактическое использование ЭхоКГ является важным элементом ранней диагностики и управления сердечно-сосудистыми рисками у асимптоматических пациентов. Правильный отбор пациентов для ЭхоКГ, основанный на деталь-

ной оценке их рисков, может способствовать более эффективному предотвращению сердечных заболеваний и улучшению исходов лечения.

Заключение

ЭхоКГ остаётся краеугольным методом профилактической кардиологии. Она способна обнаруживать доклинические структурные и функциональные изменения сердца задолго до появления симптомов. Систематический анализ показал, что целевой скрининг больных с возрастом ≥ 60 лет, сочетанием основных ФР или повышенным BNP обеспечивает наилучший баланс клинической эффективности и затрат, предотвращая прогрессирование к СН и снижая частоту серьёзных ССС. Интеграция современных технологий — показатели глобальной продольной деформации миокарда, деформации левого предсердия, трёхмерная трансторакальная ЭхоКГ и алгоритмы постобработки на основе искусственного интеллекта — ещё больше усиливает диагностическую ценность метода. Разработка унифицированных протоколов отбора и ведения пациентов позволит трансформировать ЭхоКГ из диагностического инструмента в эффективный механизм первичной профилактики.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO. et al. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2019: Update from the GBD 2019 study. *Journal of the American College of Cardiology*. 2020. 76(25): 2982–3021. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.11.010
2. Teo KK, Rafiq T. Cardiovascular Risk Factors and Prevention: A Perspective From Developing Countries. *Can J Cardiol*. 2021;37(5):733–743. DOI: 10.1016/j.cjca.2021.02.009
3. Timmis A, Vardas P, Townsend N et al. European Society of Cardiology: Cardiovascular disease statistics 2021. *European Heart Journal*. 2022. 43(8): 716–799. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab892
4. Gooding HC, Gidding SS, Moran AE et al. Challenges and Opportunities for the Prevention and Treatment of Cardiovascular Disease Among Young Adults: Report From a National Heart, Lung, and Blood Institute Working Group. *J Am Heart Assoc*. 2020 Oct 20;9(19):e016115. DOI: 10.1161/JAHA.120.016115
5. Ghorbani A, Ouyang D, Abid A et al. Deep learning interpretation of echocardiograms. *NPJ Digit Med*. 2020; 24: 3:10. DOI: 10.1038/s41746-019-0216-8
6. Otto CM, ed. *The Practice of Clinical Echocardiography*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2021.
7. Ilardi F, D'Andrea A, D'Ascenzi F et al. On Behalf Of The Working Group Of Echocardiography Of The Italian Society Of Cardiology Sic. Myocardial Work by Echocardiography: Principles and Applications in Clinical Practice. *J Clin Med*. 2021; 29;10(19):4521. DOI: 10.3390/jcm10194521
8. Gillam LD, Marcoff L. Echocardiography: Past, Present, and Future. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2024;17(4):e016517. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.124.016517
9. Dietrich CF, Bolondi L, Duck F et al. History of Ultrasound in Medicine from its birth to date (2022), on occasion of the 50 Years Anniversary of EFSUMB. A publication of the European Federation of Societies for Ultrasound In Medicine and Biology (EFSUMB), designed to record the historical development of medical ultrasound. *Med Ultrason*. 2022; 21;24(4):434–450. DOI: 10.11152/mu-3757
10. Pearlman AS, Feigenbaum H. 23rd Annual Feigenbaum Lecture: History of Echocardiography: A Personal Perspective. *J Am Soc Echocardiogr*. 2022; 35(12):1202–1213. DOI: 10.1016/j.echo.2022.09.015

- 46 Умербеков Б.А., Жавланов Д.А., Батыров Ф.Р.
Использование эхокардиографии для ранней диагностики и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний...
DOI: 10.24412/2311-1623-2025-46-37-47
-
11. Kishiki K, Inage A, Horita R. Volume measurement of dilated right ventricle by three-dimensional transesophageal echocardiography in congenital heart disease. *Journal of the American College of Cardiology*. 2020. 75(11 Suppl 1), 642. DOI: 10.1016/S0735-1097(20)31269-9
 12. Lopes LR, Ho CY, Elliott PM. Genetics of hypertrophic cardiomyopathy: established and emerging implications for clinical practice. *Eur Heart J*. 2024; 9;45(30):2727–2734. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae421
 13. Lehman SJ, Crocini C, Leinwand LA Targeting the sarcomere in inherited cardiomyopathies. *Nature Reviews Cardiology*. 2022; 19(6): 353–363. DOI: 10.1038/s41569-022-00682-0
 14. Dumitrescu M, Constantin A, Nemezc AM et al. Hypertension induces compensatory left-ventricular hypertrophy by a mechanism involving gap-junction lateralization and over-expression of CD36, PKC and MMP-2. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*. 2021. 62(3): 713–723. DOI: 10.47162/RJME.62.3.08
 15. Pittaras A, Faselis C, Doumas M et al. Physical Activity and Cardiac Morphologic Adaptations. *Rev Cardiovasc Med*. 2023 May 11;24(5):142. DOI: 10.31083/j.rcm2405142
 16. Joseph G, Marott JL, Biering-Sørensen T et al. Level of Physical Activity, Left Ventricular Mass, Hypertension, and Prognosis. *Hypertension*. 2020;75(3):693–701. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.14287
 17. Holtermann A, Schnohr P, Nordestgaard BG, Marott JL. The physical activity paradox in cardiovascular disease and all-cause mortality: the contemporary Copenhagen General Population Study with 104 046 adults. *Eur Heart J*. 2021; 14;42(15):1499–1511. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab087
 18. Guzik BM, McCallum L, Zmudka K et al. Echocardiography Predictors of Survival in Hypertensive Patients With Left Ventricular Hypertrophy. *Am J Hypertens*. 2021; 22;34(6):636–644. DOI: 10.1093/ajh/hpaa194
 19. Fernandes LP, Barreto ATF, Neto MG et al. Prognostic power of conventional echocardiography in individuals without history of cardiovascular diseases: A systematic review and meta-analysis. *Clinics (Sao Paulo)*. 2021; 28;76:e2754. DOI: 10.6061/clinics/2021/e2754
 20. Obokata M, Reddy YNV, Borlaug BA. Diastolic Dysfunction and Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: Understanding Mechanisms by Using Noninvasive Methods. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020 Jan;13(1 Pt 2):245–257. DOI: 10.1016/j.jcmg.2018.12.034
 21. Chee KH, Tan KL, Luqman I et al. Prevalence and Predictors of Left Ventricular Diastolic Dysfunction in Malaysian Patients With Type 2 Diabetes Mellitus Without Prior Known Cardiovascular Disease. *Front Cardiovasc Med*. 2021; 27; 8:676862. DOI: 10.3389/fcvm.2021.676862
 22. Kiel P, Boonyasirinant T, Kaolawanich Y. Association between coronary-artery calcium score and left-ventricular diastolic dysfunction in patients with hypertension. *Journal of the Asian Pacific Society of Cardiology*, 2023; 2, e35. DOI: 10.36469/apsc.2023.e35
 23. Miyazato J, Horio T, Takiuchi S et al. Left ventricular diastolic dysfunction in patients with chronic renal failure: impact of diabetes mellitus. *Diabet Med*. 2005;22(6):730–6. DOI: 10.1111/j.1464-5491.2005.01500.x
 24. Lindstedt M, Andreasson K, Silva CD et al. Left-ventricular dysfunction in new-onset idiopathic inflammatory myopathy without known heart disease. *European Heart Journal*. 2022. 43(Suppl 2), 822. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac544.822
 25. Jagadeesan V, Culver A, Raiker N et al. Left Atrial Dilation and Risk of One-Year Readmission after Embolic Stroke of Undetermined Source. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2020;29(8):104975. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.104975
 26. Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J 3rd et al. Committee Members. 2022 ACC/AHA Guideline for the Diagnosis and Management of Aortic Disease: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2022; 13;146(24):e334–e482. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001106
 27. Frangogiannis NG. Transforming growth factor- β in myocardial disease. *Nat Rev Cardiol*. 2022;19(7):435–455. DOI: 10.1038/s41569-021-00646-w
 28. Humphrey JD. Mechanisms of Vascular Remodeling in Hypertension. *Am J Hypertens*. 2021; 22;34(5):432–441. DOI: 10.1093/ajh/hpaa195
 29. Cameli M, Lembo M, Sciacaluga C et al. Working Groups of Echocardiography and Arterial Hypertension of Italian Society of Cardiology (SIC). Identification of cardiac organ damage in arterial hypertension: insights by echocardiography for a comprehensive assessment. *J Hypertens*. 2020;38(4):588–598. DOI: 10.1097/HJH.0000000000002323
 30. Tsai CA, Zhu H., Su H. et al. Classification and prediction on cardiovascular-disease datasets. In *Proceedings of the 9th International Conference on Computing and Data Engineering*. 2023: 15–21. DOI: 10.1145/3589845.3589852
 31. Zwartkruis VW, Groenewegen A, Rutten FH Proactive screening for symptoms: A simple method to improve early detection of unrecognized cardiovascular disease in primary care —Results from the Lifelines cohort study. *Preventive Medicine*. 2020. 138: 106143. DOI: 10.1016/j.ypmed.2020.106143
 32. Christensen NL, Dahl JS, Carter-Storch R et al. Relation of left-atrial size, cardiac morphology, and clinical outcome in asymptomatic aortic stenosis. *The American Journal of Cardiology*. 2017; 120(10): 1877–1883. DOI: 10.1016/j.amjcard.2017.07.101
 33. Cameli M, Incampo E, Mondillo S. Left atrial deformation: Useful index for early detection of cardiac damage in chronic mitral regurgitation. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2017; 3;17:17–22. DOI: 10.1016/j.ijcha.2017.08.003



34. Paton MF, Gierula J, Jamil H.A. et al. Echocardiographic screening for heart failure and optimization of the care pathway for individuals with pacemakers: A randomized controlled trial. *Nature Medicine*. 2024. 30: 3303–3309. DOI: 10.1038/s41591-024-03265-3
35. Winchester DE, Maron DJ, Blankstein R ACC/AHA/ASE/ASNC/ASPC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2023 multimodality appropriate-use criteria for the detection and risk assessment of chronic coronary disease. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, 2023. 25(1): 58. DOI: 10.1186/s12968-023-00958-5
36. Cannone V, Ledwidge M, Watson C et al. STOP-HF Trial: Higher Endogenous BNP and Cardiovascular Protection in Subjects at Risk for Heart Failure. *JACC Basic Transl Sci*. 2021. 16;6(6):497–504. DOI: 10.1016/j.jacbts.2021.05.001
37. Collier JM, Gong FF, McGrady M et al. Risk factors for asymptomatic echocardiographic abnormalities that predict symptomatic heart failure. *ESC Heart Fail*. 2022; 9(1):196–212. DOI: 10.1002/ehf2.13695