

DOI:10.26104/NNTIK.2023.75.40.021

Бейшенкулов М.Т., Токтосунова А.К., Колбай Амантур, Калиев К.Р.

**ДҮЛӨЙЧӨЛӨРДҮН ФИБРИЛЛЯЦИЯСЫ БАР ПАЦИЕНТТЕРДЕ
СОЛ ДҮЛӨЙЧӨНҮ ВИЗУАЛДАШТЫРУУНУН ЗАМАНБАП ЫКМАЛАРЫ**

Бейшенкулов М.Т., Токтосунова А.К., Колбай Амантур, Калиев К.Р.

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЛЕВОГО
ПРЕДСЕРДИЯ У БОЛЬНЫХ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ**

M. Beishenkulov, A. Toktosunova, Kolbai Amantur, K. Kaliev

**NEW METHODS OF VISUALIZATION OF THE LEFT ATRIUM
IN PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION**

УДК: 616.125.2+616.12-008.313.2]-071

Сол дүлөйчө ишемиялык инсульттун жана дүлөйчөлөрдүн фибрилляциясынын башка тромбоэмболиялык татаалдыктарын өнүктүрүүдө негизги ролду ойнойт. Антикоагулянттык терапия боюнча чечим кабыл алууда сол дүлөйчөнү жана анын структураларын визуалдаштырууга мүмкүндүк берген изилдөө ыкмалары чоң салым кошот. "Дүлөйчөлөрдүн фибрилляциясы бар пациенттерде сол дүлөйчөнү визуалдаштыруунун заманбап ыкмалары" деген макала жүрөк камераларын изилдөөнүн заманбап ыкмаларына арналган. Документте төмөнкү ыкмалар сүрөттөлөт: трансторакалдык эхокардиография, трансэзофагеалдык эхокардиография, компьютердик томография, магниттик-резонанстык томография. Миокарддын механикалык функциясын изилдөө жана тромбдун үчүн сол дүлөйчөнүн тиркемесин изилдөө сыяктуу эхокардиографиянын ыкмалары кененирээк сүрөттөлөт, анткени бул сүрөттөө ыкмасын колдоону башка ыкмаларга салыштырмалуу кыйла жеткиликтүү. Ар бир бөлүмдө сол дүлөйчөнү изилдөө ыкмаларынын артыкчылыктары да, кемчиликтери да сүрөттөлөт.

Негизги сөздөр: сол дүлөйчө, визуалдаштыруу ыкмалары, эхокардиография, магниттик-резонанстык томография, компьютердик томография, сол дүлөйчө фибрилляциясы.

Левое предсердие играет ключевую роль в развитии ишемического инсульта и других тромбоэмболических осложнений при фибрилляции предсердий. В принятии решения об антикоагулянтной терапии значительный вклад приносят методы исследования, позволяющие визуализировать левое предсердие и его структуры. Статья «Современные методы визуализации левого предсердия у пациентов с фибрилляцией предсердий» посвящена современным методам исследования камер сердца. В работе описаны следующие методики: трансторакальная эхокардиография, чрезпищеводная эхокардиография, компьютерная томография и магнитнорезонансная томография. Более подробно описаны методики эхокардиографии, такие как исследование механической функции миокарда и исследование ушка левого предсердия на предмет тромбов, так как применение данного метода визуализации сравнительно доступнее. В каждом разделе описаны как достоинства, так и недостатки методов исследования левого предсердия.

Ключевые слова: левое предсердие, методы визуализации, эхокардиография, магнитно-резонансная томография, компьютерная томография, фибрилляция левого предсердия.

The left atrium plays a key role in the development of ischemic stroke and other thromboembolic complications in atrial fibrillation. In making a decision on anticoagulant therapy, research methods that allow visualizing the left atrium and its structures make a

significant contribution. The article "Modern methods of visualization of the left atrium in patients with atrial fibrillation" is devoted to modern methods of studying the heart chambers. The paper describes the following techniques: transthoracic echocardiography, transesophageal echocardiography, computed tomography and magnetic resonance imaging. Echocardiography techniques, such as the study of the mechanical function of the myocardium and the study of the left atrial appendage for thrombi, are described in more detail, since the use of this imaging method is relatively more accessible. Each section describes both the advantages and disadvantages of methods for studying the left atrium.

Key words: left atrium, imaging techniques, echocardiography, magnetic resonance imaging, computed tomography, left atrium fibrillation.

Левое предсердие и его ушко являются основными источниками мозговой эмболии и наиболее частыми локализациями внутрисердечных тромбов. Чаще всего тромбозы левого предсердия встречаются у пациентов с фибрилляцией предсердий. Риск инсульта при синусовом ритме увеличивается вместе с увеличением размеров левого предсердия. Тромбы в левом предсердии и его ушке редко встречаются при синусовом ритме. Фибрилляция предсердий развивается у 0,3-0,4% взрослых, а распространенность повышается с возрастом до 10% у лиц старше 75 лет. Частота ишемического инсульта у пациентов с фибрилляцией предсердий варьировала от 1% у пациентов с низким риском по CHA₂DS₂VASc до 15% у пациентов с высоким риском, а «немая» фибрилляция предсердий была обнаружена у 26% пациентов, недавно перенесших криптогенный инсульт [1].

Стратификация риска тромбоэмболических событий при фибрилляции предсердий в настоящее время оценивается по шкале CHA₂DS₂VASc [2], которая точно предсказывает риск ишемического инсульта, но принимает во внимание только клинические переменные. Анатомические и функциональные изменения левого предсердия и его ушка могут, тем не менее, значительно влиять на риск тромбоза.

Визуализация левого предсердия и ушка является важной задачей для предотвращения тромбоэмболических осложнений при фибрилляции предсердий. Трансторакальная и чрезпищеводная эхокардиогра-

фия играют большую роль в оценке пациентов с фибрилляцией предсердий. В последние годы компьютерная томография сердца и магнитно-резонансная томография сердца приобретают все большее значение в этой области.

Трансторакальная эхокардиография. Среди пациентов с фибрилляцией предсердий увеличение левого предсердия было предложено в качестве предиктора инсульта в нескольких исследованиях. Большинство из них основывались на передне-заднем размере левого предсердия, измеренном в М-режиме [3]. Однако этот метод основан на нескольких геометрических погрешностях, которые часто приводят к заниженной оценке размера левого предсердия.

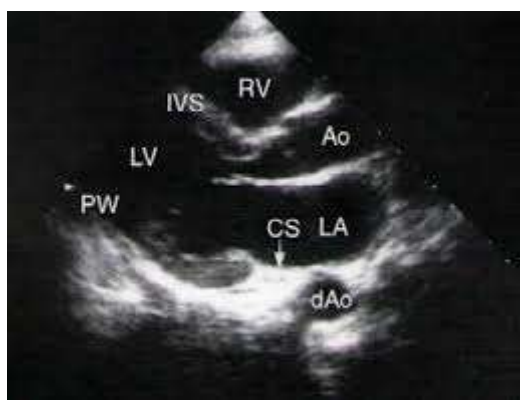


Рис. 1. Визуализация левого предсердия на трансторакальной эхокардиографии левый парастернальный доступ.
Ao – аорта, CS LA – коронарный синус, dAo – нисходящая аорта, IVS – межжелудочковая перегородка, LV – левый желудочек, PW – легочные вены, RV – правый желудочек.

Определение объема ЛП с использованием формулы Симпсона или метода «площадь-длина» широко используется и является более точным, чем измерение в М-режиме, поскольку увеличение ЛП часто бывает асимметричным. Однако истинный объем ЛП, который допустим для прогнозирования успеха различных вмешательств, остается все еще недостаточно изученным. Недостатком 2D ЭхоКГ по сравнению с КТ и МРТ является занижение объемов ЛП. Измерения ЛП, полученные с помощью 3D-эхокардиографии, более точны, что приводит к меньшему количеству пациентов с не выявленным увеличением предсердий [5].

Однако полная оценка размера и функции ЛП не может полагаться только на максимальный объем ЛП, поскольку размер левого предсердия широко варьируется в течение сердечного цикла. Эхокардиография под ЭКГ контролем позволяет количественно оценить функции ЛП путем измерения объемов ЛП в разное время в течение сердечного цикла: в конце систолы, максимальный объем, в конце диастолы, минимальный объем в середине диастолы, непосредственно перед сокращением предсердий, объем до потока А. Комбинация этих измерений объемов ЛП позволяет

увеличение ЛП часто бывает асимметричным, что не всегда можно увидеть на двумерной ЭхоКГ (рис. 1). В исследовании 317 пациентов с синусовым ритмом индексированный объем ЛП был более информативным, чем передне-задний размер ЛП в М-режиме в прогнозировании развития фибрилляции предсердий, застойной СН, инсульта, острого инфаркта миокарда и смерть от ССЗ в течение 3,5 лет наблюдения [4]. Таким образом, передне-задний размер ЛП считается недостаточно точным методом для оценки риска тромбоэмболических осложнений, в то время как площадь и объем ЛП показали большую чувствительность и основывались на меньшем количестве геометрических неточностей.

рассчитать показатели, соответствующие трем основным функциям ЛП: резервуара, канала и насоса. Одно из исследований показало, что снижение функции резервуара ЛП увеличивает риск развития новой фибрилляции предсердий независимо от объема ЛП. Исследование Hirose и др. показало, что функция насоса ЛП была гораздо лучшим предиктором новой фибрилляции предсердий, чем размер и объем ЛП [6]. Структурное ремоделирование ЛП часто сопровождается изменением функции ЛП с прогрессирующим увеличением интерстициального фиброза. Снижение насосной функции может быть проявлением механического ремоделирования ЛП, приводящего к развитию фибрилляции предсердий [7].

Функциональная оценка ЛП также включает оценку легочных вен и трансмитрального потока, что также применяется для описания диастолической функции ЛЖ, которая сильно влияет на размер и функцию ЛП. Оценка диастолической функции ЛЖ может улучшить прогнозирование инсульта у пациентов с неклапанной фибрилляцией предсердий [8].

Механическая функция ЛП. Оценка функции предсердий с помощью традиционных подходов может быть сложной и несовершенной. Скорость

трансмитрального потока при импульсной доплеровской визуализации показывает скорость потока из-за сокращения предсердий. Это может быть использовано для косвенного измерения предсердной функции [9]. К сожалению, поток А отсутствует при ФП, постепенно восстанавливается после успешной электрокардиоверсии и сильно зависит от диастолической и систолической функций ЛЖ. Таким образом, поток А - это ограниченный инструмент для оценки механической функции предсердий. Другой способ оценки функции предсердий - измерение фракции опорожнения ЛП. При синусовом ритме опорожнение предсердий включает как пассивную (канал), так и активную (сокращение предсердий или насосная функция предсердий) фазы. При фибрилляции предсердий существует только пассивная фаза, отсюда термин «фракция опорожнения», а не «фракция выброса». Механическая функция миокарда с помощью визуализации деформации, которая широко используется для оценки функции желудочков, также применялась для оценки функции предсердий в нескольких исследованиях

[10]. Тканевое Допплер ЭхоКГ, а также метод измерения деформации являются новыми методами неинвазивной оценки механической функции предсердий. Определение деформации и скорости деформации имеет несколько преимуществ по сравнению с обычной ЭхоКГ-оценкой функции левого предсердия. Визуализация деформации не оценивается относительно датчика, что позволяет различать активное и пассивное движение ткани миокарда. Параметры деформации относительно независимы от угла исследования, меньше зависят от нагрузки по сравнению с традиционными параметрами функции левого предсердия. Кроме того, деформация и скорость деформации позволяют оценить функцию левого предсердия в разные фазы на протяжении всего сердечного цикла.

Саму деформацию (Strain) можно описать как изменение взаимного расположения отдельных точек миокарда. Изменение деформации во времени обозначается как скорость деформации и соответствует относительному изменению длины за единицу времени (рис. 2).

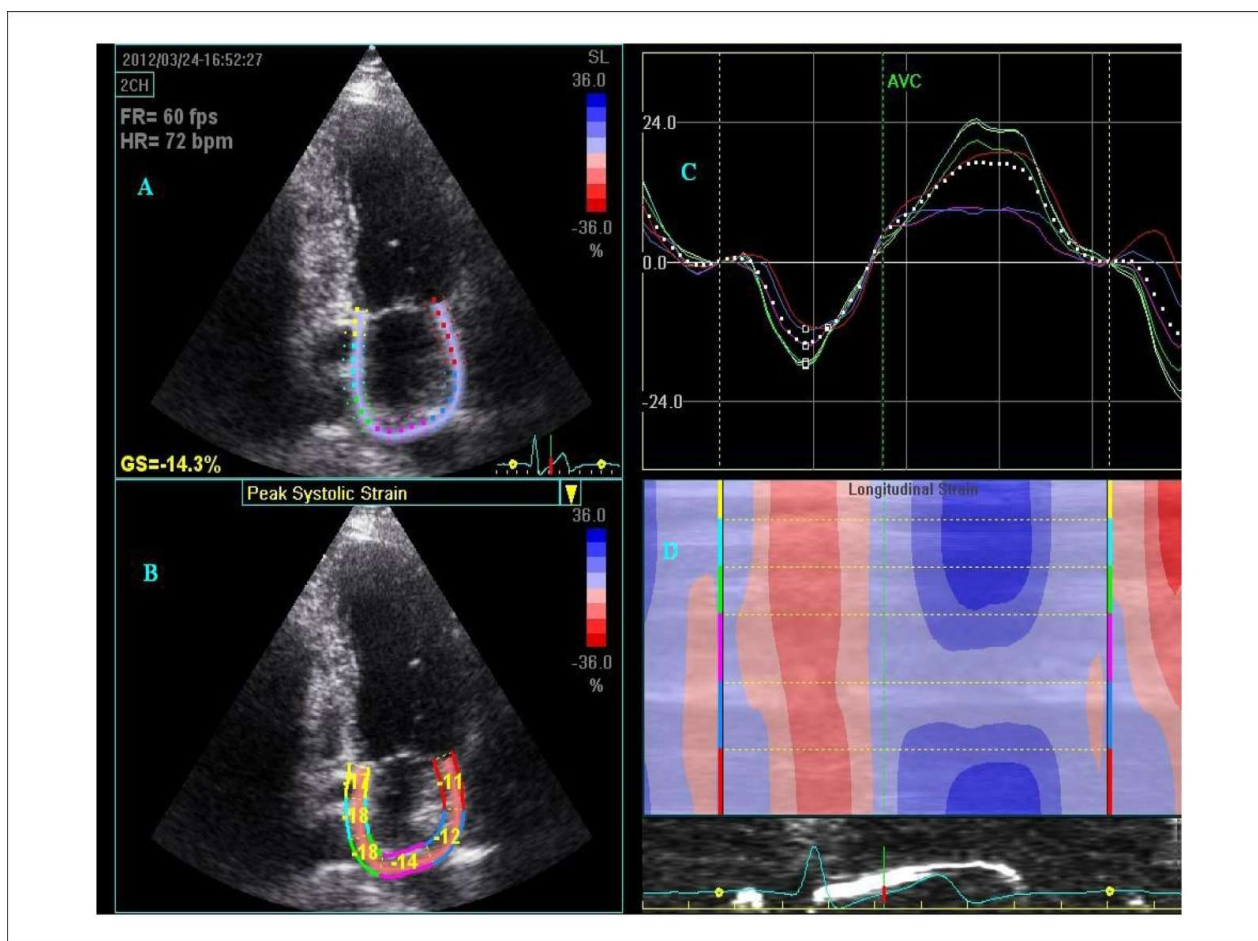


Рис. 2. Методика измерения деформации левого предсердия.

Методика распознавания паттернов (Speckle Tracking) используется для измерения движения или деформации сердечной мышцы. Обработывается либо исходный, либо демодулированный ультразвуковой сигнал. В обоих случаях программа ищет в сигнале характерные пятна (Speckle) и пытается снова обнаружить их в следующем кадре (режим отслеживания пятна Speckle Tracking). Если такое же пятно обнаруживается в другой области изображения, то на основании смещения пятна и известной частоты кадров можно рассчитать региональную скорость миокарда [11].

В противоположность доплеровскому сканированию, при котором измеряют только компонент движения вдоль ультразвукового луча, при помощи распознавания пятен можно в принципе анализировать движение в любом направлении в рамках одной плоскости. Таким образом, режим Speckle Tracking может измерять и отображать двумерные скорости и деформацию миокарда. Основным ограничением является необходимость адекватного качества двумерного изображения и получения изображения при относительно высокой частоте кадров.

В фазе резервуара, когда ЛП заполняется и растягивается, наблюдается положительное предсердное напряжение, которое достигает своего пика в систолу в конце заполнения ЛП, до открытия МК. После этого происходит пассивное опорожнение ЛП, что приводит к снижению деформации предсердия с отрицательным отклонением кривой деформации до периода плато. Затем наблюдается второй изгиб кривой де-

формации, соответствующий систоле предсердия. Пиковая продольная деформация предсердия измеряется в конце фазы резервуара. Пиковая деформация сокращения предсердия измеряется после зубца Р и соответствует активному сокращению предсердия. По результатам последних исследований, рекомендуется применение деформации для определения функции резервуара ЛП. Снижение деформации стенок ЛП во время систолы ЛЖ связано с риском тромбоэмболии. Это значение не зависит от объема ЛП и может быть целью для дальнейших исследований и стратегии лечения.

Трансторакальная двумерная ЭхоКГ обеспечивает частичную оценку ушка ЛП. Некоторые авторы сообщают о взаимосвязи между дисфункцией ушка ЛП, измеренной по скорости движения стенки ушка ЛП с цереброваскулярными событиями. Дисфункция ЛЖ является эхокардиографическим фактором риска тромбоза ушка ЛП, вероятно опосредованным диастолической дисфункцией ЛЖ, ее влиянием на ЛП. Отношение E/e' и e' связаны с тромбозом ушка ЛП независимо от CHA₂DS₂-VASc.

Чрезпищеводная ЭхоКГ. Чрезпищеводная ЭхоКГ – золотой стандарт диагностики тромбов в левом предсердии и ушке ЛП (рис. 3). Она позволяет выявить такие факторы риска тромбоэмболии, как сложные бляшки аорты, спонтанное эхоконтрастирование в ЛП и его ушке, дисфункцию ушка ЛП, измеренную путем определения скорости опорожнения и наполнения по импульсно-волновому доплеру [12].

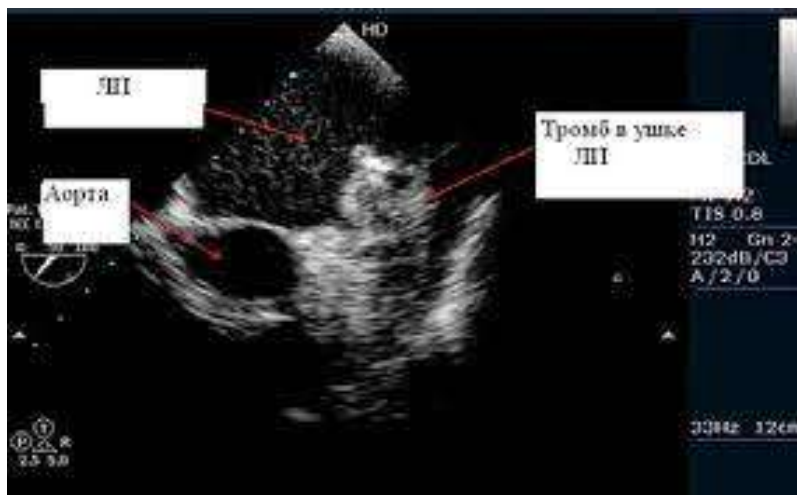


Рис. 3. Тромбы в ушке левого предсердия на чрезпищеводной эхокардиографии.

Чрезпищеводная ЭхоКГ может точно идентифицировать тромбы в ЛП и ушке ЛП и является решающим фактором для определения сроков кардиоверсии у пациентов с фибрилляцией предсердий более 48 часов. Она также играет важную роль в выявлении и определении степени тяжести спонтанного эхоконтрастирования в полости ЛП и ушке ЛП. Спонтанное

эхоконтрастирование можно рассматривать как начальную стадию тромбообразования, оно связано с низкой скоростью кровотока. Более того, увеличение степени тяжести спонтанного эхоконтрастирования связано со снижением скорости потока в ушке ЛП и увеличением размера ЛП.

Ушко ЛП визуализируется с помощью ЧПЭхоКГ

в средне-эзофагеальной проекции. До распространения 3D ЧПЭхоКГ, некоторые исследования показали, что контрастное вещество может улучшить визуализацию ушка ЛП и облегчить исключение тромбов. Одним из преимуществ 2D ЧПЭхоКГ является возможность выполнять измерение скорости опорожнения и наполнения в ушке ЛП. Скорость кровотока измеряется импульсно-волновым Допплером. Поток в ушке ЛП во время синусового ритма делится на несколько фаз [12, 13]. После открытия митрального клапана можно последовательно измерить следующие показатели: раннее положительное диастолическое опорожнение ушка (следствие наполнения ЛЖ), раннее отрицательное диастолическое наполнение ушка (следствие наполнения ЛП), раннее отрицательное систолическое наполнение (упругая отдача ушка) и систолические отраженные волны. При фибрилляции предсердий в ушке не определяются волны. Дисфункция ушка ЛП с изменением скорости опорожнения и наполнения менее 20 см/с была связана с повышенным риском тромбообразования внутри ушка ЛП и более высокой частотой тромбоэмболических событий у пациентов с нормальным синусовым ритмом.

3D ЧПЭхоКГ имеет преимущество перед 2D в анатомической оценке ушка ЛП. 3D ЧПЭхоКГ позволяет визуализировать все ушко, его отношение к окружающим структурам (митральный клапан, верхняя левая легочная вена), а также оценить объем ушка ЛП, его фракцию выброса, площадь отверстия ушка, а также провести дифференциальный диагноз тромбов от артефактов или мышц в ушке [14, 15, 16].

При остром ишемическом инсульте объем ушка ЛП оказался больше у пациентов с пароксизмальной фибрилляцией предсердий по сравнению с пациентами без аритмии. Многофакторный анализ выявил, что CHADS₂, ФВ ЛЖ, степень спонтанного эхоконтрастирования ЛП, объем ЛП и количество долек в ушке

ЛП были независимо связаны с образованием тромба. У большинства пациентов с тромбами в ушке ЛП было более 3-х долек.

В отличие от трансторакальной ЭхоКГ, чрезпищеводная ЭхоКГ – это полуинвазивный метод. При ЧПЭхоКГ не полностью визуализируется ЛП, поэтому его не следует использовать для оценки размера ЛП, если только не применяется транжелудочное изображение.

ЧПЭхоКГ имеет некоторые абсолютные (патология пищевода, активное желудочно-кишечное кровотечение) и относительные (коагулопатия, предшествующее желудочно-кишечное кровотечение) противопоказания.

Мультиспиральная компьютерная томография сердца. Мультиспиральная КТ является альтернативой ЧПЭхоКГ, когда основной целью является исключение тромбоза ЛП и ушка ЛП, а также у пациентов, у которых риски, связанные с проведением ЧПЭхоКГ превышают преимущества (рис. 4). Использование двухфазного КТ с анализом изображений поздней фазы улучшает специфичность сканирования в дифференцировании медленного кровотока от тромба [17]. Большая площадь отверстия ушка ЛП по данным КТ является значительным фактором риска инсульта. Ретроспективное исследование показало связь между морфологией ушка ЛП по данным КТ и МРТ. Морфология ушка ЛП по данным КТ была разделена на 4 типа: куриное крыло, цветная капуста, ветроуказатель, кактус [18]. По данным метаанализа 8 исследований у пациентов с морфологией куриного крыла вероятность развития эмболии была ниже по сравнению с другими типами. Также, морфология ушка ЛП по данным КТ является независимым показателем скорости потока в ушке на ЧПЭхоКГ, что предполагает связь между морфологией ушка ЛП и эмболическими событиями [19].

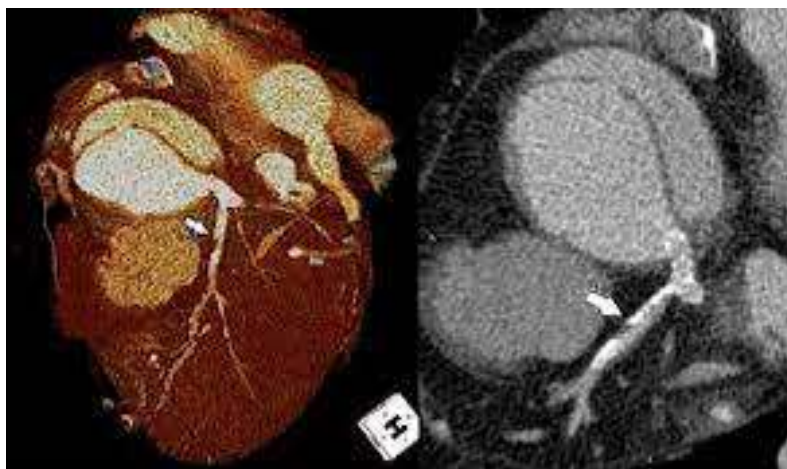


Рис. 4. Мультиспиральная компьютерная томография.

Размер ЛП также можно точно измерить с помощью КТ. Высокое пространственное разрешение этого метода визуализации делает его хорошим методом для точного изображения анатомии. Основными недостатками КТ являются доза облучения и потребность в контрастном веществе. Несмотря на то, что КТ без синхронизации может визуализировать анатомию ЛП, КТ с синхронизацией по ЭКГ имеет решающее значение для минимизации помех [20].

Магнитно-резонансная томография. Магнитно-резонансная томография (МРТ) считается золотым стандартом для оценки камер сердца, включая объемы ЛП (рис. 5). ЛП определяется с использованием метода стационарной свободной прецессии (SSFP) [21, 22]. Последовательности SSFP характеризуются отличным контрастом крови и эндокарда и высоким пространственным разрешением, что позволяет лучше разграничить эндокард по сравнению с эхокардио-

графией. Основным преимуществом МРТ перед эхокардиографией и КТ является ее способность различать ткани. Благодаря магнитно-резонансным изображениям с замедленным усилением после контрастирования возможны идентификация и количественная оценка фиброза левого предсердия. Обширный фиброз ЛП является значимым предиктором аномалий на ЧПЭхоКГ (тромбы в ушке ЛП, спонтанное эхоконтрастирование) [23]. Несмотря на то, что МРТ является хорошо зарекомендовавшим себя методом исключения тромба левого желудочка, его использование для обнаружения тромба в ушке ЛП менее распространено, и в этой области опубликовано мало исследований. Однако, как и в случае с КТ, МРТ может стать полезным диагностическим методом для обнаружения и оценки тромба в ЛП и ушке ЛП, с преимуществом в виде отсутствия ионизирующего излучения и отсутствия необходимости в контрастных веществах.

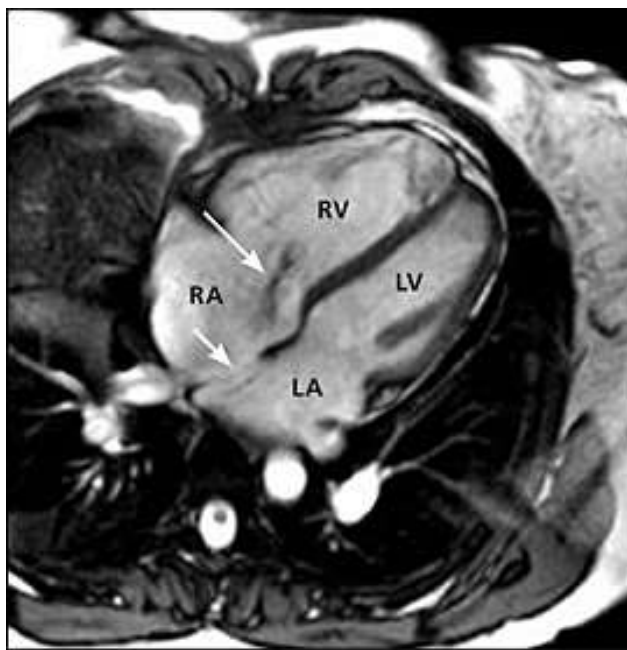


Рис. 5. Магнитно-резонансная томография сердца.

Таким образом, эхокардиография обычно используется в качестве основного неинвазивного метода визуализации для оценки размера ЛП, поскольку она имеет множество преимуществ. Действительно, это широко доступный метод, он не требует контрастных веществ или ионизирующего излучения и дешевле, чем МРТ или КТ сердца.

Применение новых эхокардиографических методов, таких как измерение деформации и скорости деформации может позволить более детальное изучение функции ЛП в зависимости от фаз сердечного цикла. Преимуществом данного метода является неинвазивность, доступность процедуры, не требует сложных

технических приспособлений и больших финансовых затрат.

Литература:

1. Friberg L., Hammar N., Rosenqvist M. Stroke in paroxysmal atrial fibrillation: report from the Stockholm Cohort of Atrial Fibrillation. *Eur Heart J* 2010; 31:967-75.
2. Lip G.Y., Nieuwlaat R., Pisters R., Lane D.A., Crijns H.J. Refining clinical risk stratification for predicting stroke and thromboembolism in atrial fibrillation using a novel risk factor-based approach: the euro heart survey on atrial fibrillation. *Chest*. 2010 Feb;137(2):263-72. doi: 10.1378/chest.09-1584. Epub 2009 Sep 17. PMID: 19762550.
3. Russo C., Hahn R.T., Jin Z., Homma S., Sacco R.L., Di Tullio

- M.R. Comparison of echocardiographic single-plane versus bi-plane method in the assessment of left atrial volume and validation by real time three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23:954-60.
4. Tsang T.S., Abhayaratna W.P., Barnes M.E., Miyasaka Y., Gersh B.J., Bailey K.R. et al. Prediction of cardiovascular outcomes with left atrial size: is volume superior to area or diameter? *J Am Coll Cardiol* 2006;47: 1018-23.
 5. Perez de Isla L., Feltes G., Moreno J., Martinez W., Saltijeral A., de Agustin JA et al. Quantification of left atrial volumes using three-dimensional wall motion tracking echocardiographic technology: comparison with cardiac magnetic resonance. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2014; 15:793-9.
 6. Hirose T., Kawasaki M., Tanaka R., Ono K., Watanabe T., Iwama M. et al. Left atrial function assessed by speckle tracking echocardiography as a predictor of newonset non-valvular atrial fibrillation: results from a prospective study in 580 adults. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2012; 13:243-50.
 7. Casaclang-Verzosa G., Gersh B.J., Tsang T.S. Structural and functional remodeling of the left atrium: clinical and therapeutic implications for atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2008; 51:1-11.
 8. Nagueh S.F., Kopelen H.A., Quinones M.A. Assessment of left ventricular filling pressures by Doppler in the presence of atrial fibrillation. *Circulation* 1996; 94:2138-45.
 9. Stefanadis C., Dernellis J., Toutouzas P. A clinical appraisal of left atrial function. *Eur Heart J* 2001; 22:22-36.
 10. Boyd A.C., Richards D.A., Marwick T., Thomas L. Atrial strain rate is a sensitive measure of alterations in atrial phasic function in healthy ageing. *Heart* 2011;97: 1513-9.
 11. Isaaq K., Thompson A., Ethevenot G., Cloez J.L., Brembilla B., Pernot C. Doppler echocardiographic measurements of low velocity motion of the left ventricular posterior wall. *Am J Cardiol* 1989; 64:66-75.
 12. Bansal R.C., Shakudo M., Shah P.M. Biplane transesophageal echocardiography: technique, image orientation, and preliminary experience in 131 patients. *J Am Soc Echo* 1990; 3:348-66.
 13. Agmon Y., Khandheria B.K., Gentile F., Seward J.B. Echocardiographic assessment of the left atrial appendage. *J Am Coll Cardiol* 1999; 34:1867-77.
 14. Patti G., Pengo V., Marcucci R., Cirillo P., Renda G., Santilli F. et al.; Working Group of Thrombosis of the Italian Society of Cardiology. The left atrial appendage: from embryology to prevention of thromboembolism. *Eur Heart J* 2017; 38:877-87.
 15. Shah S.J., Bardo D.M.E., Sugeng L., Weinert L., Lodato J.A., Knight BP et al. Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography of the left atrial appendage: initial experience in the clinical setting. *J Am Soc Echocardiogr* 2008; 21:1362-8.
 16. Nucifora G., Faletra F.F., Regoli F., Pasotti E., Pedrazzini G., Moccetti T et al. Evaluation of the left atrial appendage with real-time 3-dimensional transesophageal echocardiography: implications for catheter-based left atrial appendage closure. *Circ Cardiovasc Imaging* 2011; 4:514-23.
 17. Nakajima H., Seo Y., Ishizu T., Yamamoto M., Machino T., Harimura Y. et al. Analysis of the left atrial appendage by three-dimensional transesophageal echocardiography. *Am J Cardiol* 2010; 106:885-92.
 18. Mikkelsen A.P., Lindhardsen J., Lip G.Y., et al. Female sex as a risk factor for stroke in atrial fibrillation: a nationwide cohort study. *J Thromb Haemost* 2012; 10:1745-51.
 19. Lopez-Minguez J.R., Gonzalez-Fernandez R., Fernandez-Vegas C., Millan-Nunez V., Fuentes-Canamero M.E., Nogales-Asensio J.M. et al. Anatomical classification of left atrial appendages in specimens applicable to CT imaging techniques for implantation of amplatzer cardiac plug. *J Invasive Cardiol* 2014; 26:462-7.
 20. Budge L.P., Shaffer K.M., Moorman J.R., Lake D.E., Ferguson J.D., Mangrum J.M. Analysis of in vivo left atrial appendage morphology in patients with atrial fibrillation: a direct comparison of transesophageal echocardiography, planar cardiac CT, and segmented three-dimensional cardiac CT. *J Interv Card Electrophysiol* 2008;23:87-93.
 21. Yamanaka K., Fujita M., Doi K., Tsuneyoshi H., Yamazato A., Ueno K., Zen E., Komeda M. Multislice computed tomography accurately quantifies left atrial size and function after the MAZE procedure. *Circulation*. 2006 Jul 4;114(1 Suppl): 15-9. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.000968. PMID: 16820627.
 22. Aquaro G.D., Di Bella G., Castelletti S., Maestrini V., Festa P., Ait-Ali L., Masci P.G., Monti L., di Giovine G., De Lazzari M., Cipriani A., Guaricci A.I., Dellegrottaglie S., Pepe A., Marra M.P., Pontone G. Clinical recommendations of cardiac magnetic resonance, Part I: ischemic and valvular heart disease: a position paper of the working group 'Applicazioni della Risonanza Magnetica' of the Italian Society of Cardiology. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2017 Apr;18(4):197-208. doi: 10.2459/JCM.0000000000000498. PMID: 28072628.
 23. Pontone G., Di Bella G., Castelletti S., Maestrini V., Festa P., Ait-Ali L., Masci P.G., Monti L., di Giovine G., De Lazzari M., Cipriani A., Guaricci A.I., Dellegrottaglie S., Pepe A., Marra M.P., Aquaro G.D. Clinical recommendations of cardiac magnetic resonance, Part II: inflammatory and congenital heart disease, cardiomyopathies and cardiac tumors: a position paper of the working group 'Applicazioni della Risonanza Magnetica' of the Italian Society of Cardiology. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2017 Apr;18(4):209-222. doi: 10.2459/JCM.0000000000000499. Erratum in: *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2018 Apr;19(4):195. PMID: 28092290.
 24. Oakes R.S., Badger T.J., Kholmovski E.G., Akoum N., Burgon N.S., Fish E.N., Blauer J.J., Rao S.N., DiBella E.V., Segerson N.M., Daccarett M., Windfelder J., McGann C.J., Parker D., MacLeod R.S., Marrouche N.F. Detection and quantification of left atrial structural remodeling with delayed-enhancement magnetic resonance imaging in patients with atrial fibrillation. *Circulation*. 2009 Apr 7;119(13):1758-67. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.811877. Epub 2009 Mar 23. PMID: 19307477; PMCID: PMC2725019.
 25. Бейшенкулов М.Т., Калиев К.П., Токтосунова А.К. Оценка функции почек при сердечной недостаточности (обзор литературы). / *Известия ВУЗов Кыргызстана*. 2020. №. 3. - С. 25-32.