Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф.Войно-Ясенецкого»

Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной диагностики ИПО

Заведующий кафедрой

Д.м.н., профессор Матюшин Геннадий Васильевич.

Реферат на тему:

**Чреспищеводная эхокардиография**

Выполнила:

Ординатор 2 года

Асташкевич Мария Анатольевна

Проверила:

К.м.н., доцент Савченко Елена Александровна

Красноярск 2021

**История**

Чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭ, или ТЕЕ - трансэзофагеальная эхокардиография) — техника исследования, при которой доступ для ультразвукового исследования сердца осуществляется через пищевод. По причине непосредственной близости к сердцу пищевод является идеальным местом для проведения ЭхоКГ. Получается практически беспрепятственное изображение структур сердца, а также крупных сосудов, расположенных близко к сердцу. При этом возможно использование ультразвука высокой частоты и, тем самым, достижение очень хорошего разрешения. Более высокая по сравнению с трансторакальным исследованием частота ультразвука обусловливает замечательное качество двумерного изображения и одновременно улучшенные записи в допплеровском режиме.

Благодаря отсутствию интерференции структур легких или грудной клетки исследование можно провести даже у пациентов с отсутствующим или недостаточным трансторакальным эхоокном.

а) Модифицированные гастроскопы. После того как в 1968 г. были представлены модифицированные гастроскопы с вмонтированным ультразвуковым датчиком на конце, в 1971 г. Side и Gosling впервые сообщили об изображении структур сердца при помощи ультразвукового исследования из пищевода. Причем использовался допплеровский элемент, размещенный на конце стандартного гастроскопа, и методом непрерывной допплер-ЭхоКГ была зарегистрирована скорость движения крови в сердце. В 1972 и в 1975 гг. последовали работы на животных по изучению динамики потоков в грудной аорте и в легочной артерии с использованием непрерывноволновой допплерографии. Первое исследование по методике импульсной допплерографии из пищевода было описано в 1975 г.; в 1976 г. было сообщено о чреспищеводном исследовании в М-режиме, а спустя год - о двумерном изображении сердца из пищевода.

б) Интраоперационный мониторинг. Из-за размеров доступных в то время ультразвуковых зондов научные клинические исследования были сконцентрированы на интраоперационном мониторинге, а также на оценке функции левого желудочка во время оперативных вмешательств.

в) Электронные системы построения луча. Введение электронных систем построения ультразвукового луча знаменует следующий и самый важный шаг в развитии ЧПЭ. В 1982 г. Souquet и Hanrath удалось совершить решающий прорыв с введением электронного датчика с фазированной решеткой. Частота ультразвукового луча составила 2,25 МГц и была идентична трансторакальной ЭхоКГ. Техника чреспищеводного исследования благодаря лучшим диагностическим возможностям по сравнению с трансторакальным ультразвуком быстро приобрела большое клиническое значение.

г) Цветовая допплерография и развитие технологии датчиков. Дальнейшее техническое развитие привело к всеобщему признанию ЧПЭ. Существенным было применение технологии цветовой допплерографии в 1987 г., позволившей представить и измерить потоки крови в сердце в виде изображений с цветной кодировкой и с высокой точностью, а также развитие технологии датчиков. После внедрения в практику в начале 1980-х годов однопланового 32-элементного датчика в конце 1980-х была представлена двуплановая, чреспищеводная 2х64-элементная система; с начала 1990-х в нашем распоряжении имеются уже многоплановые чреспищеводные ультразвуковые зонды.

**Преимущества ЧПЭ в сравнении с трансторакальной ЭхоКГ**

: - Отсутствует ослабление ультразвукового сигнала грудной стенкой или легочной тканью - Визуализация структур сердца, не распознаваемых при внешнем исследовании (например, грудная аорта, верхняя полая вена, ушко левого и правого предсердий) - Улучшенное соотношение сигнал-шум позволяет визуализировать слабо отражающие структуры (например, внутрисердечные опухоли, тромбы) - Высокая частота ультразвукового луча с более высоким разрешением и лучшим распознаванием деталей - Высокая чувствительность импульсного и цветового допплеровского исследования при анализе потоков в базальных и выше расположенных отделах сердца

**Технологии эндоскопов для чреспищеводной эхокардиографии (ЧПЭ)**

Все используемые эхоскопы сконструированы сходным образом и в своем строении сравнимы со стандартным гастроскопом или бронхоскопом, на конце которого помещен датчик с фазированной решеткой. Последний в самом начале развития ЧПЭ был сконфигурирован как одноплановый; затем были разработаны дву- и многоплановые датчики. Волоконная оптика гастроскопа, а также рабочие каналы для отсасывания содержимого и взятия биопсии заменены у чреспищеводного эхоскопа электрическими проводами. Два элемента управления на рукоятке эхоскопа контролируют сгибание его дистального конца вперед-назад и боковое отклонение. Внутренний, более крупный регулятор отвечает за сгибание вперед-назад, а наружный, более мелкий -за отклонения вправо и влево.

Частота ультразвука. При ЧПЭ частота ультразвукового луча должна составлять не менее 5 МГц. Благодаря новейшим разработкам в технологиях ультразвуковых датчиков при ЧПЭ можно использовать частоты до 9,0 МГц, причем высокие частоты позволяют достичь наилучшего разрешения и наибольшей детальности изображения.

Размеры датчиков. В раннюю фазу развития зондов ширина использовавшихся цатчиков достигала 15 мм. Переносимость исследования пациентами улучшалась с уменьшением размеров датчика. Ширина используемых сегодня дву- и многоплановых датчиков различается незначительно и составляет в зависимости от производителя 10-12 мм.

**Использование в педиатрии.** Для применения в педиатрии были специально разработаны миниатюризированные эхоскопы уменьшенного диаметра, которые при частоте ультразвука 7,0 МГц позволяют с высоким разрешением получить очень хорошую визуализацию анатомических структур сердца. По причинам безопасности эти разработанные для педиатрической практики эхоскопы должны применяться исключительно у детей с массой менее 20 кг. г) Одно-, дву- и многоплановые датчики. Разработанные вначале одноплановые приборы были оснащены расположенным в поперечной плоскости датчиком с 32 элементами (впоследствии с 64 элементами). Эти приборы в дальнейшем были заменены дву- и многоплановыми аппаратами. Двуплановые эхоскопы имеют второй датчик, расположенный проксимальнее первого и предназначенный для исследования сердца в сагиттальной плоскости, перпендикулярной к поперечной плоскости, визуализацию которой обеспечивает работа первого датчика. Поскольку оба датчика размещены на конце зонда на расстоянии примерно в 1 см друг от друга, при смене плоскостей исследования необходимо корректировать позицию зонда, чтобы обеспечить идентичность центральной оси для двух перпендикулярно расположенных изображений. По сравнению с одноплановыми исследованиями улучшилась визуализация различных анатомических структур, кроме того, стали возможными дополнительные плоскости исследования. Начиная с 90-х годов в нашем распоряжении имеются многоплановые эхоскопы. При помощи электронной ротации плоскости излучения вокруг центральной оси от 0° (поперечная плоскость) через 90° (сагиттальная плоскость) и до 180° стало возможным представление анатомии сердца в плоскостях с шагом 1-2°. Во время исследования плоскость ротации автоматически указывается на экране. Поскольку возможны исследования в любой промежуточной плоскости, то при меньшей нагрузке на пациента упрощаются диагностика и оптимальное изображение возможных патологических изменений.

д) Трехмерная реконструкция:

*1. Параллельные плоскости исследования.* Детальность визуализации анатомии сердца при ЧПЭ, как правило, очень высокая, что позволяет выполнять трехмерную реконструкцию выбранных структур сердца. Для этого сначала использовались поперечные сечения из многих, расположенных друг над другом положений зонда в пищеводе. Однако результаты оказались неудовлетворительными, так как из-за анатомических особенностей пищевода (небольшое S-образное искривление с изгибом вперед в дистальном отделе) записанные сечения получались не параллельны друг другу. Хотя и удалось записать почти параллельные поперечные сечения при помощи специально сконструированного эхоскопа, в котором соответствующая тяга обеспечивала «выпрямление» нижней части пищевода, но для широкого клинического применения этот инструмент был слишком обременительным для пациента.

*2. Ротация плоскости исследования.* Дальнейшее развитие метода стало возможным лишь после введения в практику многоплановых чреспищеводных датчиков. В одной и той же стабильной и хорошо переносимой для пациента позиции зонда удается получить трехмерную реконструкцию с удивительной точностью при помощи ЭКГ- и респираторно-синхронизированного пошагового вращения плоскости исследования. При этом ротация ЧПЭ-зонда выполняется внешним шаговым мотором или - при встроенном в прибор соответствующем программном обеспечении - при помощи интегрированной системы контроля ротации. Запись данных полного сердечного цикла автоматически происходит в каждой плоскости сечения в середине дыхательного цикла. Последующее вращение плоскости исследования происходит, как правило, на 2°, так что при вращении на 180° записываются 90 сечений. Время одного исследования с полной ротацией составляет обычно не более 2-3 мин. Реконструкция соответствующих анатомических структур происходит off-line на основании сохраненных данных; требуемое для этого время зависи т от анатомической сложности структур.

*3. Применения.* С появлением трехмерной ЭхоКГ количественный анализ, в том числе измерение массы миокарда левого желудочка или определение фракции выброса и объемов желудочков, становится надежным и воспроизводимым. Удивительная пространственная визуализация митрального клапана используется при планировании реконструктивных кардиохирургических вмешательств. Врожденные пороки сердца являются еще одной клинической областью применения, особенно оценка дефекта межпредсердной перегородки. Соответствующая технология трехмерного представления структур сердца некоторыми производителями уже включена в конфигурацию приборов последнего поколения

**Контроль безопасности:**

1. Токи утечки. Химические агенты, используемые для дезинфекции эхоскопа, или повреждения зонда во время исследования могут приводить к повреждению изоляции эхоскопа и, тем самым, к незаметной исследователю угрозе для пациента. Так как подобные повреждения могут быть не распознаны при визуальном осмотре, безопасность зонда обеспечивается контролем тока утечки, который должен проводиться через регулярные отрезки времени. Повсеместно признается безопасным ток утечки менее 50 мА при 50 МГц и 220 В.

2. Контроль температуры. При помощи температурного сенсора регистрируется температура зонда; если она переходит заранее определенный порог, то сообщение об этом появляется на мониторе и датчик автоматически выключается на короткое время, пока зонд не охладится. Перегрев особенно часто возникает при постоянном использовании режима цветового допплеровского сканирования. Неадекватный подъем температуры зонда может быть указанием на дефект зонда.

**а) Показания к чреспищеводной эхокардиографии.** Использование ЧПЭ с конца 1980-х годов значительно расширилось. Область применения включает такие существенные клинические показания, как: - поиск источника кардиальной эмболии, - эндокардит, - оценка клапанного протеза, - врожденные и приобретенные пороки сердца в детском и взрослом возрасте, - заболевания грудной аорты. Кроме того, ЧПЭ оказывает значительную диагностическую помощь в диагностике у постели больного, нуждающегося в интенсивном уходе, и не только в области кардиологии.

1. **Интраоперационный мониторинг.** Методику можно использовать при интраоперационном мониторинге для диагностики ишемии, а также в кардиохирургии для интраоперационной оценки после реконструкции клапана. Катетерная окклюзия открытого овального окна также может происходить под чреспищеводным эхокардиографическим контролем.

**2. Специальные области применения**. В некоторых клинических ситуациях ценную дополнительную информацию может дать трехмерная реконструкция полученных при ЧПЭ данных. Чреспищеводная стресс-ЭхоКГ -возможный вариант для диагностики преходящей ишемии миокарда и жизнеспособного миокарда в случае, когда нет трансторакального ультразвукового окна, но требуется применить эхокардиографическую методику. Кроме того, создание миниатюризи-рованных эхоскопов позволяет использовать ЧПЭ в детской кардиологии. Диагностическая ценность ЧПЭ подтверждена для разных патологий.

**б) Противопоказания к чреспищеводной эхокардиографии.** Перед исследованием путем целенаправленного расспроса пациента следует исключить патологические изменения пищевода. В случае подозрения на заболевание пищевода перед запланированной ЧПЭ следует выполнить рентгенологическое или эндоскопическое исследование пищевода.

*1. Дивертикул пищевода.* Дисфагия или гиперсаливация может указывать на дивертикул пищевода, одно из возможных противопоказаний к ЧПЭ.

*2. Опухоли.* Стенозирующая опухоль пищевода или опухоль из соседнего органа, прорастающая в пищевод, также являются противопоказаниями. Ведущим клиническим симптомом служит нарушение глотания или пассажа пищевого комка либо ощущение инородного тела в пищеводе. Если у пациента с такой симптоматикой при эхокардиографическом исследовании обнаружен этиологически неясный выпот в перикарде, следует исключать злокачественную опухоль пищевода с заинтересованностью перикарда или инфильтрирующий в пищевод рак легкого с перикардиальным метастазированием.

*3. Стриктура.* Стриктура пищевода, которая может быть индуцирована хроническим воспалением, химическим или лучевым повреждением, представляет собой классическое противопоказание.

*4. Варикозно-расширенные вены пищевода.* Вплоть до последних лет варикозные вены пищевода также представляли собой классическое противопоказание к ЧПЭ. Но это противопоказание может стать относительным при использовании латексных защитных оболочек. Ультразвуковой гель в кончике защитной оболочки уменьшает давление эхоскопа на слизистую пищевода. Благодаря этому значительно уменьшается травмирующая нагрузка на слизистую в области варикозно-расширенных вен. Тем не менее в ближайшем периоде после кровотечения из вен пищевода проводить ЧПЭ не следует.

*5. Согласие пациента.* Если пациент, подлежащий исследованию, не готов сотрудничать с врачом-исследователем, несмотря на подробную беседу, настаивать на интубации эхоскопом не следует.

**Побочные эффекты и осложнения.**

Побочные эффекты и осложнения ЧПЭ аналогичны таковым при гастроскопии.

1. Перфорация. Самым тяжелым осложнением (правда, по всему миру описанным лишь в немногих случаях) является ятрогенная перфорация пищевода или нижней части глотки. Известные случаи описаны у пациентов с клинически не распознанным дивертикулом пищевода или с опухолью, прорастающей или инфильтрирующей пищевод, либо после множественных и трудных попыток интубации. Клиническая симптоматика перфорации может появиться только спустя несколько часов после исследования. В одном моноцентровом исследовании частота перфорации составила 0,03%. Это еще раз подчеркивает ценность внимательного расспроса и сбора анамнеза перед исследованием, а также необходимость прерывания исследования в случае повышенного сопротивления продвижению эхоскопа.

2. Побочные эффекты. В принципе побочные эффекты отмечаются редко, а тяжелые осложнения - очень редко, как показало европейское мультицентровое исследование, включившее более 10 000 случаев ЧПЭ. Были описаны нарушения ритма сердца (0,07%), стенокардия (0,01%), бронхоспазм или гипоксия (0,08%), кровотечения (0,02%). Иногда у пациента появлялось неприятное ощущение, что он подавился, и соответствующие рефлекторные спазмы, что в 0,6% случаев приводило к прекращению исследования; некоторые пациенты отмечали неприятное слюнотечение. У 1,9% пациентов интубация пищевода оказалась невозможной.

**Алгоритм начала чреспищеводной эхокардиографии (ЧПЭ)**

1. Подготовка и положение пациента. Исследование проводится медицинским специалистом и соответствующим ассистирующим персоналом. Как правило, эхоскоп вводится при положении пациента на левом боку, голова пациента слегка наклонена вперед. Загубник можно поместить как до, так и после интубации пищевода. В некоторых случаях оправдало себя введение эхоскопа при положении пациента лежа на спине или сидя, поскольку тогда инструмент реже соскальзывает в грушевидный карман. У пациентов, находящихся на искусственной вентиляции легких, имеет смысл проводить интубацию пищевода под контролем ларингоскопии. Если для проведения эхоскопа используются щипцы Магилла, то их следует накладывать не на головку, а на стержень эхоскопа. Это предотвратит возможное повреждение элементов датчика. Во время исследования пациент находится в левом боковом положении с головой, слегка наклоненной вперед и вниз, чтобы слюна могла беспрепятственно стекать наружу. В случае тяжелых пациентов и нестабильного кровообращения следует регулярно измерять артериальное давление и постоянно контролировать сатурацию кислорода методом пульсоксиметрии.

2. Интубация пищевода. Когда эхоскоп вводится в глотку, его головка должна быть слегка согнута вперед, а регулятор бокового отклонения на рукоятке должен быть заблокирован, чтобы эхоскоп не соскользнул в грушевидный карман. После достижения нижней части глотки легкое сгибание головки зонда назад облегчает интубацию пищевода. Сопротивление верхнего сфинктера пищевода (m. cricopharyngeus) невелико и может быть легко преодолено, если пациент в этот момент активно сглотнет. Дальнейшее продвижение эхоскопа до дна желудка следует производить осторожно и медленно, поскольку лишь таким образом можно своевременно обнаружить в пищеводе дополнительное сопротивление. Если движение зонда затрудняется возникшим сопротивлением, исследование прерывается, чтобы предотвратить повреждение пищевода. При обоснованном подозрении сначала проводится рентгенологическое обследование для исключения нарушения пассажа в пищеводе.

б) Плоскости сечения при стандартной чреспищеводной эхокардиографии: 1. Основные позиции зонда. Для визуализации сердца и магистральных сосудов за время исследования зонд устанавливается в каждой из четырех стандартных позиций, датчик обращен вперед. Эти позиции; дно желудка, нижняя часть пищевода, средняя часть пищевода на уровне левого предсердия, а также в области краниальных отделов левого предсердия для визуализации крупных сосудов. В завершение эхоскоп поворачивается латерально и назад, чтобы в последующих сечениях визуализировать дугу аорты и грудной отдел нисходящей части аорты.

**Ход исследования.**

Следует придерживаться стандартной последовательности смены плоскостей исследования сердца. Поскольку медленное и систематическое вытягивание зонда меньше обременяет пациента (так как при этом задняя часть глотки раздражается лишь слегка и тем самым реже вызывается рвотный рефлекс), то оправданно начало исследования с трансгастрального доступа.

*Чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭ) через трансгастральный доступ*

**1. Поперечное (одноплановое) сечение**. При положении зонда в дне желудка можно визуализировать правый и левый желудочки в поперечном сечении. При оптимальной позиции согнутой вперед головки зонда вблизи датчика и каудально от сердца видна левая доля печени, левый желудочек имеет округлую форму. Если головка зонда слишком глубоко погружена в желудок и чрезмерно согнута вперед, появляется эллиптическое изображение левого желудочка. Это сечение хорошо подходит для оценки толщины стенки желудочков; также регистрируются возможные локальные нарушения движения стенок левого желудочка, поскольку при равномерном (сбалансированном) типе коронарного кровоснабжения видны сосудистые бассейны всех трех крупных коронарных артерий. Анатомический препарат: соответствует поперечному сечению по короткой оси через оба желудочка при положении зонда в дне желудка.

**2. Сагиттальное (продольное) сечение**. На этом сечении оценке доступны продольная (сагиттальная) ось левого желудочка и, особенно, геометрия верхушки сердца. После легкой ротации стержня эхоскопа по часовой стрелке можно также визуализировать богатую трабекулами полость правого желудочка.

б) Выносящий тракт левого желудочка и аортальный клапан. Поперечное сечение. Если провести головку зонда чуть дальше до купола дна желудка сердца и снова согнуть вперед, становятся видны выносящий тракт левого желудочка и аортальный клапан. При использовании спектрального допплера возможна точная количественная оценка скоростей трансаортального потока или потока в выносящем тракте.

*Чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭ) через нижний отдел пищевода*

**1. Поперечное сечение**. После выдвижения эхоскопа из желудка в дистальный отдел пищевода и после легкого сгибания вперед головки зонда первыми исследуются задние отделы правого желудочка и правого предсердия, а также трехстворчатый клапан. Виден и коронарный синус, чью визуализацию можно улучшить при легком вращении зонда вправо. Допплеровским методом можно зарегистрировать кровоток в коронарном синусе. Поперечное расположение сечения из положения зонда в нижней части пищевода хорошо подходит для визуализации и оценки как функции, так и морфологии трехстворчатого клапана; видны септальная и верхние отделы передней створки трехстворчатого клапана. Однако оценка давления в легочной артерии при помощи анализа трикуспидальной регургитации возможна лишь в немногих случаях из-за неподходящего угла между струей регургитации и направлением допплеровского луча. Увидеть заднюю створку трехстворчатого клапана при одноплановом исследовании, как правило, не удается.

**2. Промежуточное (многоплановое) и сагиттальное сечение.** Небольшую заднюю створку трехстворчатого клапана можно оценить на промежуточных сечениях, возможных при использовании зонда с многоплановой технологией. В продольном сечении при сохранении легкого поворота эхоскопа по часовой стрелке видны правый желудочек по длинной оси и опорный аппарат трехстворчатого клапана.

**б) Визуализация митрального клапана и выносящего отдела левого желудочка по короткой оси:**

1. Поперечное сечение. Если из основной позиции в нижней части пищевода эхоскоп слегка протянуть в краниальном направлении, сохраняя поперечное положение исследуемого сечения, слегка согнуть головку вперед и слегка повернуть стержень зонда против часовой стрелки, должно получиться изображение митрального клапана по короткой оси. Это сечение сравнимо с изображением митрального клапана при левом парастернальном доступе по короткой оси. Данное сечение представляет интерес у пациентов после имплантации протеза митрального клапана, так как можно оценить все митральное кольцо и при помощи цветовой допплерографии обнаружить возможную патологию (например, околоклапанную регургитацию).

2. Сагиттальное сечение. Наряду с трансгастральным поперечным сечением это сечение является еще одной возможностью для визуализации выносящего тракта левого желудочка, аортального клапана и проксимальных отделов восходящей части аорты; при помощи спектрального допплера возможно измерение потоков. Как и в случае поперечного сечения, стержень эхоскопа повернут влево, а головка слегка согнута вперед.

*Чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭ) через средний отдел пищевода*

*1. Поперечное сечение.* Если датчик находится в пищеводе на уровне середины левого предсердия, то получается изображение, называемое чреспищеводной четырехкамерной позицией. При нейтральном положении зонда, как правило, оба желудочка срезаются по касательной и поэтому видны в укороченном виде. Оценка по длинной оси обоих желудочков возможна при сгибании головки назад. Качество картинки при отведении головки зонда назад может ухудшаться вплоть до полной потери изображения, если теряется контакт датчика со слизистой пищевода. В таких случаях следует уменьшить отклонение назад; в качестве альтернативы можно попытаться восстановить достаточный контакт между эхоскопом и стенкой пищевода с соответствующим улучшением изображения путем поворота пациента на спину. Но и при адекватном расположении плоскости сечения интерпретация анатомических структур области верхушки левого желудочка из чреспищеводного доступа остается сложной. В этом сечении оценивается сократимость перегородки и латеральной стенки левого желудочка. На основании чреспищеводной четырехкамерной позиции также возможна детальная оценка обоих атриовентрикулярных клапанов, причем по качеству изображение морфологии клапанов и трансвальвулярные допплеровские исследования трехстворчатого клапана уступают возможностям оценки митрального клапана. Небольшая гемодинамически незначимая митральная недостаточность часто обнаруживается и у пациентов без сердечной патологии. Из-за седловидной формы митрального кольца чреспищеводная - как и трансторакальная - четырехкамерная позиция не подходит для диагностики пролапса митрального клапана, хотя в этом сечении картина пролапса может имитироваться. При помощи легкого сгибания головки зонда вперед получается плоскость, рассекающая левый желудочек по касательной; образующееся укорочение длинной оси левого желудочка позволяет провести более детальное изучение выносящего тракта желудочка. При этом с высокой чувствительностью будут определяться наложения на аортальном клапане, а также расположенные в предсердии или желудочке дополнительные структуры митрального клапана. Исследование выносящего тракта левого желудочка при помощи цветового допплера возможно практически всегда; но угол между ультразвуковым лучом и потоком в некоторых случаях затрудняет надежную количественную оценку скоростей методом импульсной допплер-ЭхоКГ.

*2. Сагиттальное сечение.* Исходя из чреспищеводной четырехкамерной позиции при помощи вращения плоскости сечения на 90° (до сагиттального направления), можно перейти к двухкамерной позиции левых отделов с одновременной визуализацией задних отделов митрального клапана. В этом сечении можно хорошо определить наличие митрального пролапса. Также возможна оценка сократимости передней стенки и миокарда нижних отделов левого желудочка.

*3. Промежуточное сечение.* Для оценки более сложной патологии митрального клапана, эксцентрической митральной недостаточности или для дифференциации между чресклапанной и околоклапанной митральной регургитацией нередко полезным оказывается систематическое многоплановое исследование митрального клапана, например, с шагом в 15°.

б) Левое и правое предсердия, межпредсердная перегородка:

*1. Поперечное сечение.* Исходя из поперечной четырехкамерной позиции, при помощи легкого поворота эхоскопа по часовой стрелке можно получить изображение левого (вблизи датчика) и правого (вдали от датчика) предсердий. В этом сечении разделяющая предсердия межпредсердная перегородка проходит почти перпендикулярно ультразвуковому лучу. Можно оценить состояние овальной ямки, центральной тонкой части межпредсердной перегородки - остатка первичной перегородки (septum primum); кроме того, возможно выявление первичного или вторичного дефекта межпредсердной перегородки.

*2. Сагиттальное сечение*. Используя сагиттальную плоскость при неизменной позиции зонда, можно визуализировать межпредсердную перегородку в ее наибольшем продольном виде, от свода предсердий до уровня колец атриовенозных клапанов. В этом сечении получается надежное изображение анатомических и патологических структур межпредсердной перегородки: краниально богатая жировой тканью вторичная перегородка (septum secundum), каудально — имеющая большую толщину первичная перегородка (septum primum). Из позиции обращенной влево сагиттальной плоскости сканирования, позволяющей исследовать ушко левого предсердия и левую верхнюю легочную вену, при помощи медленного вращения зонда вправо можно визуализировать практически любую анатомическую и возможную патологическую структуру обоих предсердий. Последовательно отображаются: левое предсердие, межпредсердная перегородка, правое предсердие, ушко правого предсердия и в завершение правая верхняя легочная вена и правая легочная артерия. При оценке элементов правого предсердия существенным является хорошее знание анатомии этой области, чтобы не перепутать обычные структуры правого предсердия (евстахиева заслонка, сеть Хиари, тебезиева заслонка, терминальный гребень) с патологическими изменениями. - Евстахиева заслонка представляет собой остаток большого венозного клапана, который у плода направлял венозную кровь из нижней полой вены через открытое овальное отверстие в левое предсердие. Заслонка обычно помещается в месте впадения нижней полой вены в правое предсердие. - Если евстахиева заслонка сохраняет контакт с межпредсердной перегородкой и имеет сетчатое строение с множеством перфораций, то ее называют «сеть Хиари». - Тебезиева заслонка находится в месте впадения коронарного синуса в правое предсердие и производит впечатление выступающей тканевой складки. - Терминальный гребень в виде мышечного утолщения свободной стенки правого предсердия проходит между устьями верхней и нижней полых вен.

*Чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭ) через верхний отдел пищевода*

*1. Поперечное сечение.* В этой плоскости получается лишь недостаточное изображение выносящего тракта правого желудочка. Аортальный клапан обычно удается визуализировать лишь по касательной, срез проходит также через выносящий тракт левого желудочка, причем из-за тангенциального расположения среза возможна имитация изменений аортального клапана.

*2. Сагиттальное/многоплановое исследование.* Выносящий тракт правого желудочка располагается вентрально от аортального клапана. Сагиттальная плоскость, а еще лучше, промежуточные плоскости сканирования (как правило, между 30 и 70° при небольшом отклонении головки зонда вперед) позволяют достичь высокой детальности изображения; распознаются также другие структуры; трехстворчатый клапан располагается справа и латерально от выносящего тракта и от аортального клапана, а пульмональный клапан и ствол легочной артерии - слева и латерально. При сканировании аортального клапана всегда следует строго придерживаться изображения по короткой оси в плоскости кольца клапана, чтобы иметь возможность однозначно распознать двустворчатый клапанаорты. Получение необходимого сечения не составляет проблемы при многоплановой диагностике с углом 30-70°, но возможно и при двуплановом исследовании при помощи сгибания головки зонда вперед и соответствующего бокового отклонения.

*б) Аортальный клапан (длинная ось) и восходящая часть аорты.* Сагиттальное/многоплановое исследование. Используя двуплановую, а лучше многоплановую технику сканирования с углом 120-130°, без труда удается получить изображение аортального клапана по длинной оси и синуса Вальсальвы. Восходящую часть аорты в сагиттальной плоскости обычно удается визуализировать на протяжении максимум 6-8 см. Это сечение хорошо зарекомендовало себя для количественной оценки диаметра аорты, а также для поиска диссекционной мембраны.

*в) Ушко левого предсердия.* В трансторакальной ЭхоКГ ушко левого предсердия можно оценить только у пациентов с хорошим эхоокном из левого пара-стернального доступа по короткой оси или в модифицированной апикальной двухкамерной позиции. ЧПЭ - метод выбора для диагностики источника кардиальной эмболии, поскольку можно полноценно визуализировать анатомию предсердий, включая их ушки. Поперечное/сагиттальное сечение. Ушко левого предсердия, расположенное над переднебоковыми комиссурами митрального клапана, сканируется при небольшом повороте эхоскопа влево. Чтобы визуализировать все ушко, поперечное сечение следует привести в соответствие с анатомическим расположением, отклоняя головку зонда вперед или назад. В ушке левого предсердия много трабекул. Эти трабекулы, как и тканевую складку, вдающуюся в полость левого предсердия между отверстием самого ушка и устьем левой верхней легочной вены, не следует принимать за внутрисердечные тромбы. Безошибочная оценка этих структур облегчается при сканировании ушка в сагиттальной или промежуточной плоскости. У пациентов со спонтанным контрастированием левого предсердия или с фибрилляцией предсердий наряду с морфологической диагностикой следует измерять скорость кровотока в ушке левого предсердия при помощи спектрального допплера.

**г) Верхняя полая вена и ушко правого предсердия:**

*1. Поперечное сечение*. Верхняя полая вена располагается спереди от правой легочной артерии и справа латерально от восходящей части аорты. Для визуализации сначала стержень эхоскопа поворачивается вправо и настраивается изображение правого предсердия; затем инструмент слегка продвигается в краниальном направлении, пока не станут видны близкие к устью отделы верхней полой вены. Таким образом можно выявить легочную вену, ошибочно впадающую в верхнюю полую вену.

*2. Сагиттальное сечение*. В сагиттальном сечении сканируются правое предсердие и верхняя полая вена в краниокаудальном направлении. Верхняя полая вена видна теперь на значительно большем протяжении, чем в поперечном сечении. Можно оценить расположенные здесь электроды искусственного водителя ритма, а также позицию постоянного центрального венозного катетера. Ушко правого предсердия расположено спереди от впадения верхней полой вены в правое предсердие и также оценивается на сагиттальном (или промежуточном) сечении. Аналогично ушку левого предсердия, здесь отчасти также встречаются выраженные трабекулярные структуры.

**д) Легочная артерия и пульмональный клапан:**

*1. Поперечное сечение.* Легочный ствол расположен сверху от пульмонального клапана и может быть визуализирован вплоть до бифуркации при помощи постепенного перемещения эхоскопа в краниальном направлении, причем, как правило, получается тангенциальный срез сосуда по длинной оси. Левая легочная артерия видна только в области бифуркации; из-за вклинения левого главного бронха сканирование других ее отделов невозможно. Напротив, правую легочную артерию можно проследить от бифуркации на протяжении нескольких сантиметров.

*2. Сагиттальное/многоплановое исследование*. Эти сечения при сохранении той же позиции датчика подходят для определения диаметра правой легочной артерии, которая в таком случае проходит почти перпендикулярно к направлению ультразвукового луча, а также для визуализации области впадения правой верхней легочной вены в левое предсердие. При многоплановом исследовании под углом между 40 и 70° пульмональный клапан находится в плоскости, лишь слегка смещенной по отношению к аортальному клапану, однако сканировать пульмональный клапан по короткой оси не удается.

*е) Легочные вены.* Места впадения 4 легочных вен в левое предсердие, как правило, можно обнаружить. Левая верхняя легочная вена часто может быть видна на протяжении нескольких сантиметров, правая верхняя - максимум на 1—2 см. Обе верхние вены хорошо подходят для допплерографического исследования профиля кровотока по легочным венам.

1. Поперечное сечение. Место впадения левой верхней легочной вены в левое предсердие находится непосредственно сзади от ушка левого предсердия и обычно визуализируется вместе со сканированием ушка. Складка стенки левого предсердия между устьем левой верхней легочной вены и ушком может довольно сильно выступать и имитировать дополнительную внутрипредсердную структуру. Правая верхняя легочная вена впадает в левое предсердие позади верхней полой вены; поэтому эхоскоп следует повернуть вправо и поднять выше уровня впадения верхней полой вены в правое предсердие. Но лучше кровоток по правой верхней легочной вене визуализируется на сагиттальном сечении. Устья нижних легочных вен находятся сзади и слегка каудально от верхних вен и могут быть визуализированы при легком сгибании и боковом отклонении головки зонда.

2. Сагиттальное/многоплановое исследование**.** Допплеровское исследование легочных вен, полезное для количественной оценки митральной недостаточности, можно надежно выполнять как в правой верхней (находится латерально от легочной артерии), так и в левой верхней легочной вене.

*ж) Коронарные артерии.* При чреспищеводном исследовании можно получить изображение проксимальных отделов коронарных артерий, периферические же сегменты сосудов найти не удается. При сниженном качестве картинки можно перепутать проксимальную часть левой коронарной артерии и поперечный синус; но цветовое и спектральное допплеровское сканирование, демонстрирующее систолодиастолический профиль кровотока, позволяет однозначно разделить эти анатомические структуры.

1. Поперечное сечение. Примерно у 80% пациентов краниально от аортального клапана на уровне синотубулярного соединения восходящей части аорты можно получить изображение основного ствола левой коронарной артерии. Однако более длинные проксимальные отрезки передней межжелудочковой ветви или огибающей ветви, как правило, не визуализируются.

2. Сагиттальное/многоплановое исследование. Правую коронарную артерию в некоторых случаях можно увидеть на изображении восходящей части аорты по длинной оси, спереди от правого коронарного аортального синуса. Огибающие артерию и вену можно найти в непосредственной близости от кольца митрального клапана.

*з) Грудная аорта.* При чреспищеводном исследовании грудной отдел аорты благодаря его непосредственной близости к пищеводу почти во всех случаях можно изучать с великолепным качеством изображения. Исключениями являются правосторонняя дуга аорты и место отхождения плечеголовного ствола. Сечения схематично представлены на рисунке ниже.

1. Восходящая часть аорты. Изображение грудной аорты лимитировано вклинением трахеи и правого главного бронха, что затрудняет визуализацию краниальных отделов восходящей аорты, места отхождения плечеголовного ствола, а также правосторонней дуги аорты. Восходящая часть аорты сканируется как в поперечной, так и в сагиттальной плоскости. Для ее визуализации по длинной оси хорошо подходит многоплановая технология с углом сканирования между 110 и 140°. Чтобы не пропустить изменения стенок аорты, рекомендуется слегка поворачивать эхоскоп по часовой стрелке и против нее. Если имеется расширение или аневризма аорты, то можно надежно измерить как продольную протяженность патологического изменения, так и диаметр в области максимального расширения.

2. Нисходящая часть и дуга аорты. По завершении чреспищеводного исследования сердца эхоскоп опять проводится в дно желудка, чтобы затем при повторном извлечении и соответствующем повороте зонда против часовой стрелки систематически обследовать нисходящую часть аорты. Изображение преимущественно происходит в поперечной плоскости, т.е. по короткой оси грудной аорты. В области отхождения левой подключичной артерии при исследовании в поперечном сечении плоскость сканирования пересекает аорту по касательной, поэтому создается видимость расширения аорты; в таком случае переход к сагиттальному сечению позволяет снова визуализировать аорту и область отхождения подключичной артерии по короткой оси. Небольшое продвижение зонда в краниальном направлении позволяет увидеть место отхождения левой общей сонной артерии. При помощи осторожного вращения зонда можно исследовать всю левую часть дуги аорты на предмет патологических изменений.

**Список использованной литературы**

1. Бансал Р.С., Шакудо М., Шах П.М. Бипланная чреспищеводная эхокардиография: техника, ориентация изображения и предварительный опыт у 131 пациента. J Am Soc Echo 1990; 3: 348-66.

2. Коэн Г.И., Уайт М., Соховски Р.А. и др. Референсные значения для нормальных чреспищеводных эхокардиографических измерений у взрослых. J Am Soc Echocardiogr 1995; 8: 221-30.

3. Daniel WG, Erbel R, Visser CA et al. Безопасность чреспищеводной эхокардиографии. Многоцентровое обследование 10 419 экзаменов. Циркуляция 1991; 83: 817-21.

4. Флахскампф Ф.А., Декудт П., Фрейзер А.Г., Даниэль В.Г., Роландт JRTC. Рекомендации по проведению чреспищеводной эхокардиографии. Eur J Echocardiography 2001; 2: 8-21.

5. Лам Дж. Нейротти RA. Hardjiwijono R, Blom-Muilwjk CM, Schuller JL, Visser CA. Чреспищеводная эхокардиография с использованием четырехмиллиметрового зонда. J Am Soc Echocardiogr 1997; 10: 499-504.

6. Lambertz H. Kreis A, Triimper H, Hanrath P. Одновременная трансэзофагеальная двумерная эхокардиография: новый метод стресс-эхокардиографии. Дж. Ам Колл Кардиол 1990; 16,5: 1143-53.