

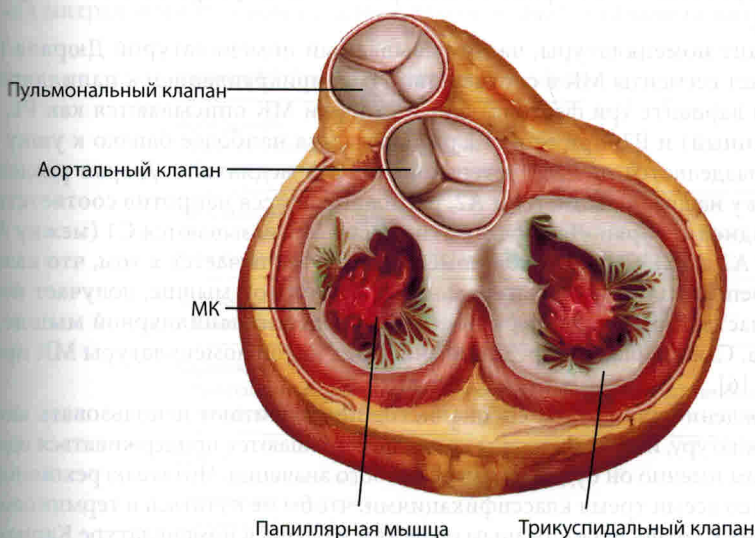
Митральная регургитация

А. Стефан Ламберт

ТПЭ на сегодняшний день стала стандартом медицинской практики в кардиохирургической операционной, при этом анестезиолог играет важную роль в процессе принятия хирургических решений. Следует отметить, что одной из самых сложных операционных задач ТПЭ, с которой анестезиологу приходится сталкиваться в процессе принятия решений, считается интраоперационная оценка тяжести митральной регургитации (МР). При этом немногие из областей приложения интраоперационной ТПЭ оказывают такое же драматическое влияние на ход операции и исход лечения пациента, как оценка МР.

АНАТОМИЯ

Митральный клапан (МК) — двухстворчатый, образован крупной передней створкой и меньшей по площади задней створкой (рис. 8.1). Передняя створка занимает около двух третей площади клапана. Задняя створка имеет С-образную форму и располагается вокруг передней створки, занимая около двух третей окружности кольца МК. Створки соединяются в области антеролатеральной и постеромедиальной комиссуры. Задняя створка также разделяется анатомически на три фестона, тогда как передняя створка не имеет фестонов как таковых. Анализируя различные плоскости сканирования МК при ТПЭ, следует помнить, что линия коаптации створок МК имеет вид полуокружности и не образует прямой линии. Клапан окружен подвижным фибромускулярным кольцом или кольцом МК. Оно имеет седловидную форму и играет важную роль в процессе нормального закрытия клапана, уменьшая свой диаметр в систолу. При разных патологических состояниях кольцо МК дилатируется и стремится к уплощению, что



сопровождается повышением нагрузки на створки МК и нарушением их адекватного функционирования [1]. Посредством хордальных нитей МК прикрепляется к двум папиллярным мышцам, антеролатеральной и постеромедиальной. Каждая папиллярная мышца дает хорды к обеим створкам МК. В систолу папиллярные мышцы сокращаются, что позволяет поддерживать хорды в натяжении и не дает створкам пролабировать в полость ЛП. Имеется три типа хорд. Хорды первого порядка (первичные) прикрепляются к краям створок, хорды второго порядка (вторичные) прикрепляются к телу створки и хорды третьего порядка (третичные) прикрепляются к основанию задней створки. Передняя створка МК делит с АК один и тот же участок фиброзного основания, иногда называемый *фиброзным телом (fibrous body)* или *крестообразным основанием сердца (crux of the heart)*. Это взаимоотношение структур имеет большое значение, поскольку операция на одном клапане может нарушить функцию другого.

НОМЕНКЛАТУРА

В литературе существует три вида номенклатур МК. Классическая анатомическая классификация рассматривает три фестона задней створки МК как антеролатеральный, средний и постеромедиальный в соответствии с их анатомической локализацией [2]. Антеролатеральный фестон располагается наиболее близко к ушку ЛП. При этом ни одна из частей передней створки не имеет какого-либо специфического описания. Наиболее распространенная среди эхокардиографистов номенклатура разработана Карпантье (Carpentier) [3] и описывает три фестона задней створки как P1, P2 и P3, при этом P1 располагается наиболее близко к ушку ЛП. В этой классификации три соответствующие области передней створки также описываются как A1 (противоположно P1), A2 (противоположно P2) и A3 (противоположно P3). Эта номенклатура была принята советом по интраоперационной эхокардиографии ASE и рабочей группой по сертификации в периперационной транспищеводной эхокардиографии SCA, о чем говорится в опубликованном ими «Руководстве по проведению полноценного интраоперационного многопланового транспищеводного эхокардиографического исследования» («Guidelines for performing a comprehensive intraoperative multiplane transesophageal echocardiography examination») [4].

Третий вариант номенклатуры, часто называемый номенклатурой Дюрана (Duran) [5], описывает сегменты МК в соответствии с их прикреплением к папиллярным мышцам. В этом варианте три фестона задней створки МК описываются как P1, PM (middle — срединный) и P2, при этом P1 располагается наиболее близко к ушку ЛП. Фестон PM подразделяется на PM1 латерально и PM2 медиально. Дюран разделяет переднюю створку на две области, A1 и A2, располагающиеся напротив соответствующих фестонов задней створки. Две области комиссур МК называются C1 (между A1 и P1) и C2 (между A2 и P2). Смысл такой номенклатуры заключается в том, что каждая часть МК, прикрепленная к антеролатеральной папиллярной мышце, получает номер один, а каждая часть, прикрепленная к постеромедиальной папиллярной мышце, получает номер два. Схематическое представление трех видов номенклатуры МК приводится на рис. 8.2 [6].

Каждое учреждение или группа специалистов предпочитают использовать какую-либо одну номенклатуру, и если все члены команды соглашаются придерживаться одного варианта, то каким именно он будет, не имеет особого значения. Читателю рекомендуется ознакомиться со всеми тремя классификациями, чтобы не путаться в терминологии. Например, сегмент P2 относится к разным областям клапана в номенклатуре Карпантье и Дюрана.

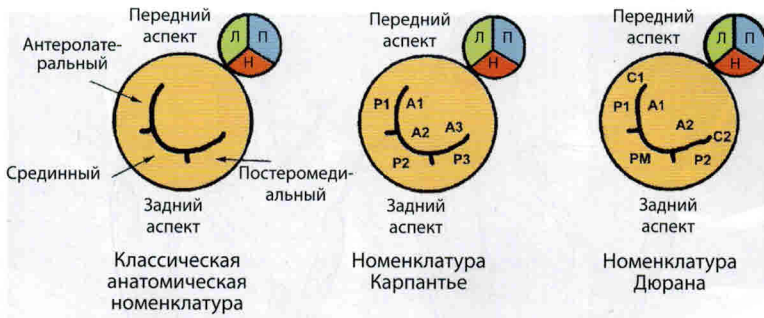


Рис. 8.2. Схематическое изображение различных вариантов номенклатуры МК. МК показан относительно АК при взгляде из полости ЛП. См. подробности в тексте. (Адаптировано из: *Lamberts A.S., Miller J.P., Merrick S.H. et al. Improved evaluation of the location and mechanism of mitral valve regurgitation with a systematic transesophageal echocardiography examination // Anesth. Analg. — 1999. — 88. — P. 205–1212, с разрешения*)

ЭТИОЛОГИЯ И МЕХАНИЗМ МИТРАЛЬНОЙ РЕГУРГИТАЦИИ

МР можно классифицировать по этиологическому признаку (табл. 8.1) или еще проще в соответствии с патофизиологическим механизмом, лежащим в основе регургитации. Широко используемая сегодня классификация была предложена Карпантье и основана на характере движения створок [7, 8] (рис. 8.3).

- Тип 1 — МР обычно обусловлена дилатацией кольца при нормальном характере движения створок. В таких случаях струя МР носит центральный характер. Среди других, реже встречающихся причин МР 1 типа следует назвать расщепление створок МК, аневризмы створок, перфорации или разрушение створок вследствие эндокардита.
- Тип 2 — отмечается *избыточное движение створок МК* и струя МР обычно направлена в сторону от пораженной створки. Спектр тяжести избыточного движения створки приводится на рис. 8.4. Прогиб (billowing) и волнообразная деформация (scalloping) представляют собой состояния, когда часть створки МК возвышается над митральным кольцом в систолу, тем не менее точка коаптации створок остается

Таблица 8.1. Причины митральной регургитации

Врожденные
Дефект эндокардиальной закладки
Сопровождают другие виды патологии
Миксоматозная дегенерация
Ревматизм (часто сопровождается митральным стенозом)
Эндокардит
Бактериальный, вирусный и др.
Кардиомиопатия
Дилатационная (ишемическая, идиопатическая, ЭОН, лекарственная)
Гипертрофическая
Другие
Системная волчанка
Ревматоидный артрит
Анкилозирующий спондилит

ЭОН — этанол.

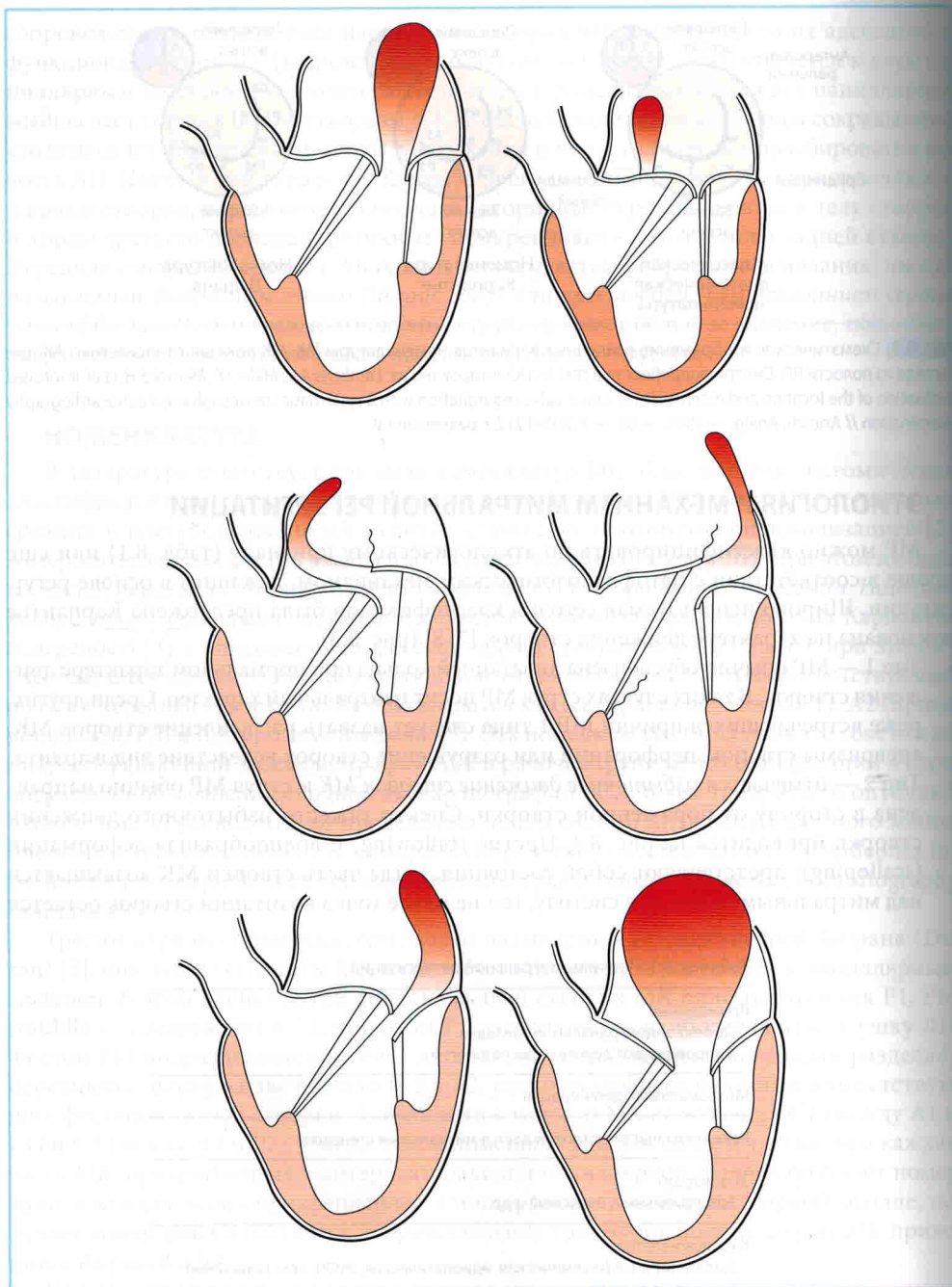


Рис. 8.3. Классификация МР Карпентье, основанная на характере движения створок. При 1 типе движение створок в норме, а струя МР направлена центрально. При 2 типе наблюдается избыточное движение створок и струя МР, как правило, направлена в сторону от пораженной створки. При 3 типе наблюдается ограничение (рестрикция) движения створок, которое подразделяется на тип 3а (структурное) и тип 3б (функциональное). При 3 типе МР струя регургитации может быть направлена в сторону пораженной створки в том случае, если поражена только одна створка. Струя направлена центрально в тех случаях, когда в равной степени поражены обе створки МК. (С любезного разрешения Dr. Gregory M. Hirsch)

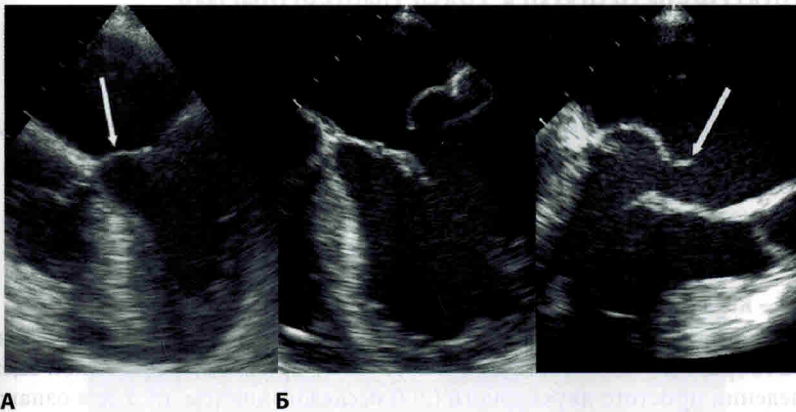


Рис. 8.4. Избыточное движение створок. **А** — прогиб или волнообразная деформация представляет собой состояние, когда часть створки МК (стрелка) возвышается над митральным кольцом в систолу, однако точка коаптации створок остается ниже митрального кольца. **Б** — пролапс наблюдается в ситуации, когда кончик створки в систолу возвышается над уровнем кольца МК, что вызывает регургитацию. **В** — термин *молотящая створка (flail)* используется в ситуации, когда край створки (стрелка) в систолу свободно вылетает в полость ЛП

ниже митрального кольца. Термин пролапс используется для того, чтобы описать ситуацию, когда кончик створки в систолу возвышается над уровнем кольца МК, что вызывает регургитацию. Термин *молотящая створка (flail)* используется в ситуации, когда край створки в систолу свободно вылетает в полость ЛП вследствие разрыва одной или нескольких хорд. Иногда трудно провести границу между тяжелым пролапсом и молотящей створкой, поскольку разорванные хорды могут быть не видны при эхокардиографии. Кроме того, такая тонкая дифференцировка часто носит академический характер, поскольку гемодинамические последствия и хирургическое лечение этих двух видов МР, как правило, одинаковы.

Тип 3 — при этом МР обусловлена *ограничением движения створки* и далее подразделяется на типы 3а и 3б. При типе 3а ограничение (рестрикция) носит «структурный характер» (чаще всего вследствие ревматизма), и движение створок нарушено как в систолу, так и в диастолу. При типе 3б ограничение подвижности створок носит «функциональный» характер, и адекватная коаптация нарушена за счет ограничения движения створок МК в систолу по причине дилатации ЛЖ и/или дислокации папиллярных мышц. Ишемическая болезнь сердца часто является этиологическим фактором МР типа 3б, и в этом случае правомерно использовать термин *ишемическая МР*. При МР типа 3б движение створок в диастолу носит нормальный характер. Как правило, при МР типа 3б струя регургитации может быть направлена в сторону пораженной створки в том случае, если поражена только одна створка. Струя направлена центрально в тех случаях, когда в равной степени поражены обе створки МК. При регургитации типа 3б это наблюдается достаточно часто, поскольку каждая папиллярная мышца связана хордами с обеими створками. Структурное ограничение движения створок зачастую существует параллельно с митральным стенозом определенной степени тяжести. Ишемизированная (т.е. жесткая) папиллярная мышца также может временно создавать ограничение для движения створок, вызывая дефект коаптации.

ТРЕХШАГОВЫЙ ПОДХОД К ТРАНСПИЩЕВОДНОМУ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ МИТРАЛЬНОЙ РЕГУРГИТАЦИИ

При проведении операции на МК задача интраоперационного ТПЭ-исследования МР состоит в том, чтобы ответить на главные вопросы:

1. Какова степень тяжести МР?
2. Каков механизм развития МР и где на МК локализовано поражение?
3. Возможно ли провести хирургическую пластику клапана?

Шаг 1 — какова степень тяжести митральной регургитации?

Степень тяжести МР классифицируется как незначительная, легкая, умеренная или тяжелая. Эта градация соответствует 1+, 2+, 3+ и 4+ при ангиографической оценке. Уже при проведении простого двухмерного (2D) исследования (см. гл. 2 для ознакомления с методикой проведения основного исследования) сердца часто удается выявить признаки наличия значимой МР. Эти признаки могут быть прямыми, например большой дефект коаптации или структурная аномалия створки, или косвенными, например гемодинамические проявления тяжелой МР, такие, как перегрузка ЛЖ и ЛП объемом, или признаки легочной гипертензии (дилатация ПЖ, гипертрофия ПЖ, уплощение перегородки, дилатация легочной артерии, ТР). Детализированное двухмерное исследование МК исключительно способствует точной локализации поражений и обсуждается далее в тексте.

Цветное доплеровское исследование по-прежнему остается наиболее легким и лучшим способом скрининга на наличие МР в связи с его высокой чувствительностью и специфичностью. Кроме того, с помощью цветного доплеровского режима возможно осуществлять полуколичественную оценку тяжести МР. Общий вид (размер и глубина проникновения) струи регургитации является грубым показателем ее тяжести, но эта картинка в высокой степени зависит от настроек аппарата, а также от давления в принимающей камере и может вводить в заблуждение. Так называемая «методика опытного глаза» работает только в случаях легкой или тяжелой регургитации. Сообщается, что соотношение площади струи регургитации (ПлСР) и общей площади ЛП (ПлЛП) лучше коррелирует со степенью тяжести МР при катетеризации сердца, достигая 94% в группе из 82 пациентов [9]. У пациентов с тяжелой МР при катетеризации сердца значение соотношения ПлСР/ПлЛП составило более 40%. Вместе с тем в отношении этого показателя существуют серьезные ограничения [10–12], и тяжесть МР не должна определяться только по размеру струи при цветном доплеровском исследовании.

При измерении самой узкой части струи, известной как *vena contracta*, размер, превышающий 5,5 мм, коррелирует с тяжелой степенью МР при катетеризации сердца [13] (рис. 8.5). В качестве пороговой величины диаметра формирующей струи, соответствующего тяжелой МР, рекомендуется использовать 7 мм, поскольку в этом случае методика обеспечивает более высокую специфичность, но не удивительно, что за счет снижения чувствительности [14].

Направление струи МР также имеет большое значение не только как фактор, указывающий на этиологию регургитации, но и как признак, характеризующий ее тяжесть. В то время, как центральная струя может быть обусловлена дилатацией кольца МК или желудочковой дисфункцией, эксцентричная струя (рис. 8.6) почти всегда обусловлена структурной патологией аппарата самого МК и характеризуется низкой вероятностью улучшения в результате реваскуляризации. Более того, эксцентричная струя регурги-

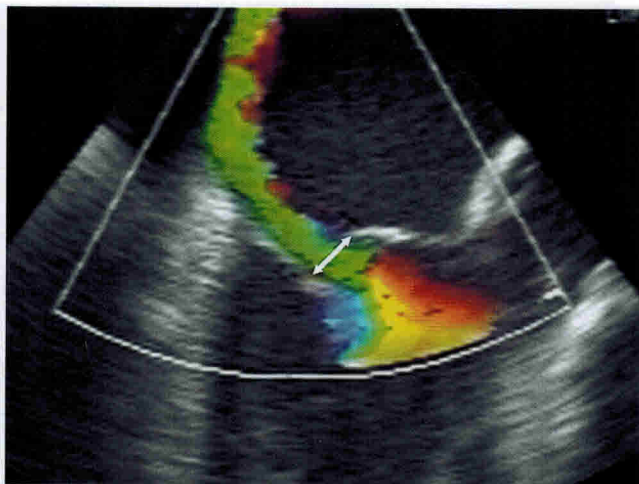


Рис. 8.5. Измерение диаметра формирующей струи (vena contracta). На рисунке представлено цветное доплеровское исследование МК в СП четырехкамерной проекции. Диаметр основания струи МР коррелирует с тяжестью регургитации

тации всегда требует тщательного исследования: во-первых, струя, которая обладает энергией, достаточной для того, чтобы «огнуть стенку» предсердия на определенное расстояние, должна считаться гемодинамически значимой, если не доказано обратное [15]. Во-вторых, струя, огибающая стенку ЛП, подвержена т.н. «эффекту Коанда». Это физический принцип, согласно которому струя жидкости «присасывается или прилипает» к стенке, что делает ее визуально меньшей по размеру, чем она есть на самом деле. Следовательно, МР, струя которой огибает стенку ЛП, должна считаться тяжелой до тех пор, пока не доказано обратное.

Как уже было упомянуто выше, необходимо помнить, что любое количественное измерение, выполненное с помощью цветного доплеровского режима, в значительной степени зависит от настроек эхокардиографа (величина скорости алиасинга, частота повторения импульсов, частота смены картинки и т.д.). Все эти аспекты обсуждаются в гл. 5, в разделе, посвященном цветному доплеровскому исследованию.

Доплеровское исследование дополняет полуколичественную оценку функции клапана. Хотя пиковая скорость струи регургитации в основном является функцией систолического градиента между ЛЖ и ЛП, плотность спектра МР при постоянно-волновом доплеровском исследовании (CWD) находится в пропорциональной зависимости от количества клеток крови, попадающих в доплеровский ультразвуковой луч (подробности по доплеровскому исследованию см. в гл. 5). Плотный спектр струи МР с четким краем огибающей линии спектра при CWD свидетельствует о том, что значительная часть выброса ЛЖ попадает назад в ЛП. Напротив, слабый сигнал с незавершенной огибающей спектра свидетельствует о небольшой фракции регургитации.

Оценка спектра легочного венозного кровотока в режиме PWD также крайне важна и должна являться частью рутинного исследования МР. В норме PWD-спектр легочного венозного кровотока направлен кпереди (к датчику) как в систолу, так и в диастолу (рис. 8.7, А). Значительная регургитация УО ЛЖ в систолу вызывает снижение амплитуды или реверсию систолического компонента легочного венозного кровотока, и этот

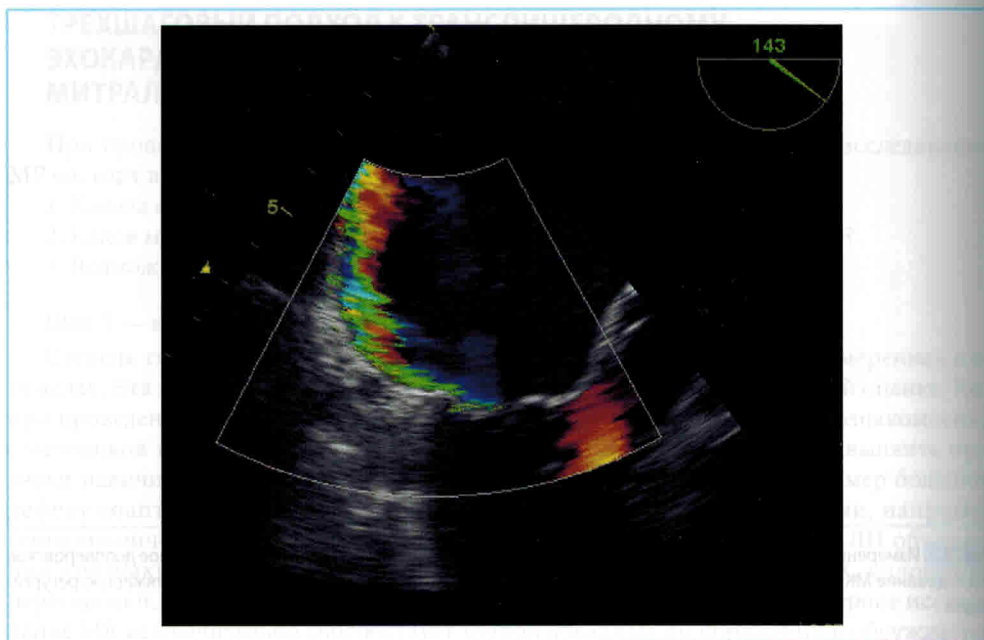


Рис. 8.6. Струя эксцентричной МР. На рисунке представлено цветное доплеровское исследование МК в СП четырехкамерной проекции. Обратите внимание на струю тяжелой МР, которая «огibt» медиальную стенку ЛП по всей длине до самой верхней его части. Если струя регургитации огibt стенку, ее следует считать тяжелой до тех пор, пока не доказано обратное

феномен — надежный признак наличия гемодинамически значимой МР (см. рис. 8.7, Б) [16]. Однако, следует помнить, что несмотря на специфичность такого признака, как систолическая реверсия легочного венозного кровотока, этот симптом нельзя назвать очень чувствительным методом выявления МР. Отсутствие снижения амплитуды или реверсии систолического компонента легочного венозного кровотока не исключает наличия тяжелой МР, особенно в хронических ситуациях, когда имеет место расширенное и растяжимое ЛП, которое может гасить энергию струи регургитации. В табл. 8.2 суммированы доплеровские показатели, которые обычно выявляются при легкой, умеренной и тяжелой МР.

Наконец, важно помнить, что ни один из признаков, описанных в предшествующем тексте, не является достаточно весомым чтобы характеризовать МР как тяжелую, однако, при совместном рассмотрении они обладают высокой диагностической ценностью. Zoghbi и соавт. [14] опубликовали превосходный обзор, посвященный применению многочисленных методик оценки тяжести МР.

Более точные количественные оценки тяжести МР требуют применения математических расчетов, которые описаны в последующих разделах настоящей главы.

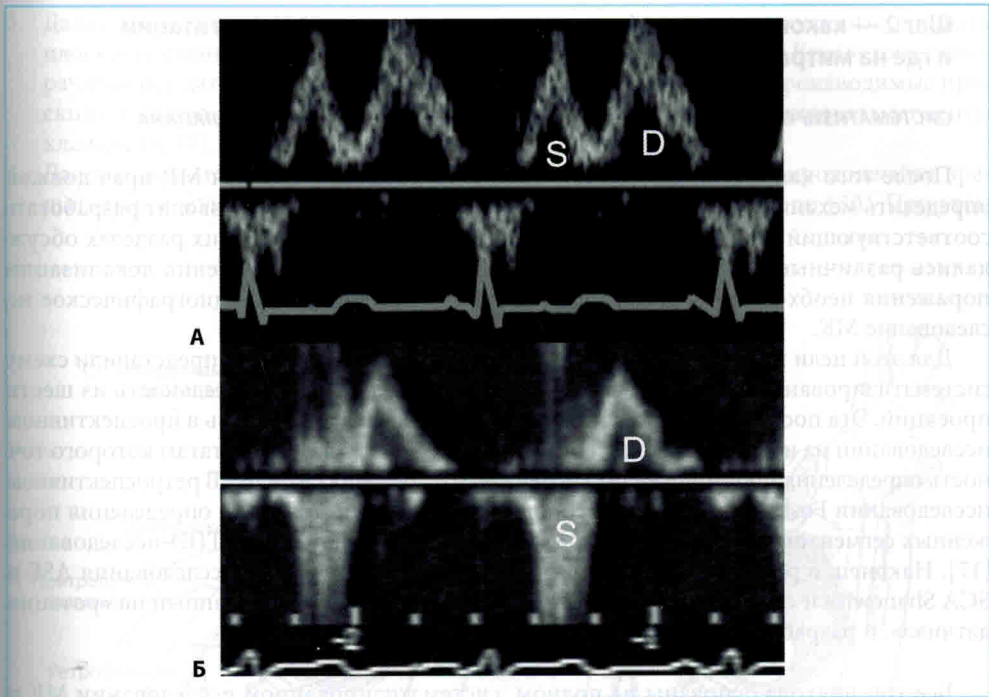


Рис. 8.7. Допплеровский спектр легочного венозного кровотока в импульсном режиме. **А** — на данном рисунке приведен нормальный кровоток, имеющий поступательное направление (к датчику) как в систолу, так и в диастолу. **Б** — на данном рисунке приведен типичный профиль систолической реверсии кровотока, наблюдающейся при тяжелой МР. Обратите внимание на неламинарный характер кровотока в обратно направленной (реверсивной) волне S, вызванной тяжелой МР

Таблица 8.2. Допплеровские и количественные показатели, характерные для легкой, умеренной и тяжелой МР

	Легкая	Умеренная	Тяжелая
Допплеровские показатели			
Соотношение площади струи и площади ЛП	< 20%	—	> 40%
Плотность спектра при CWD	—	—	Плотный и четкий край спектра
Легочный венозный кровоток	—	Снижение амплитуды систолического компонента*	Реверсия систолического кровотока*
Количественные показатели			
Vena contracta, мм	< 3	3–6,9	≥ 7
Объем регургитации, мл	< 30	30–60	≥ 60
Фракция регургитации, %	< 30	30–50	≥ 50
EROA	< 0,20	0,20–0,40	≥ 0,40

* — систолическое снижение и реверсия кровотока являются специфическими, но слабочувствительными признаками.
 ЛП — ЛП; CWD — постоянно-волновой доплеровский режим; EROA — эффективная площадь отверстия регургитации (effective regurgitant orifice area).

Транспищеводная эхокардиография при реваскуляризации миокарда

Стюарт Дж. Вейсс, Джон Дж. Аугустидес

Благодаря постоянному развитию ТПЭ превратилась в важнейший элемент современного комплексного лечения кардиохирургических пациентов. Значение этого метода в клапанной хирургии получило широкое признание, однако его роль при проведении операций КШ все еще проходит этапы эволюционирования. ТПЭ — полезный и эффективный инструмент, который может использоваться для диагностики причин: а) ишемии; б) острой гемодинамической декомпенсации или для выявления: в) скрытой патологии; г) во вспомогательных целях при проведении искусственного кровообращения; д) для принятия решения о проведении и контроля фармакологической терапии. Эхокардиография также может применяться для мониторинга таких гемодинамических показателей, как СВ, УО, систолическое давление в легочной артерии и ПЖ. В настоящее время нет убедительных свидетельств того, что ТПЭ способна полностью заменить катетер в легочной артерии как инструмент для мониторинга гемодинамики. ТПЭ и катетер в легочной артерии дополняют друг друга в условиях периоперационного периода; выбор метода основывается на таких факторах, как предпочтения врача, стоимость и наличие ресурсов. Катетер в легочной артерии позволяет постоянно осуществлять мониторинг давления в камерах сердца и СВ, особенно в условиях послеоперационного периода, когда нет возможности оперативно использовать ТПЭ. Однако, несмотря на то что с помощью катетера удастся выявлять дисфункцию миокарда, часто этот инструмент не позволяет установить причину. Преимущество ТПЭ — в возможности быстро диагностировать дисфункцию миокарда и провести анализ, который незамедлительно повлияет как на хирургическую тактику, так и на управление гемодинамикой, даже при наличии катетера в легочной артерии.

ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСПИЩЕВОДНОЙ ЭХОКАРДИОГРАФИИ

При операциях КШ ТПЭ в основном используется для оценки клинической значимости и динамических изменений дисфункции клапанов, диагностики причин ишемии и острой гемодинамической нестабильности, а также как вспомогательный инструмент при манипуляциях, касающихся ИК, механической поддержки кровообращения и проведения хирургического вмешательства. ТПЭ — наиболее распространенная методика, поскольку исследование не препятствует проведению операции. Большое число исследований подтверждает важную роль ТПЭ в отношении улучшения исходов, особенно при операциях КШ у пациентов высокого риска [1]. При ретроспективном сравнении с сопоставимыми контрольными группами оказалось, что пациенты, которым проводилось ТПЭ, характеризовались меньшей смертностью и частотой развития инфаркта. Savage и соавт. сообщили, что у 33% пациентов высокого риска, которым проводилось КШ, на основании данных ТПЭ было инициировано как минимум одно существенное изменение хирургической тактики, а у 51% пациентов данные ТПЭ привели как минимум к одному существенному изменению в ведении анестезии или управлении гемодинамикой. Тем не менее польза от ТПЭ при проведении рутинной операции КШ у пациентов с сохранной функцией миокарда представляется менее определенной.

Значение периперационной эхокардиографии исследовалось в 1996 г. ASA и SCA [2], а также АНА и ACC в 2003 г. [3]. Применение ТПЭ во время КШ отнесли ко II классу согласно классификации рекомендаций; «состояния, для которых имеются противоречивые доказательства и/или расхождение мнений в отношении пользы/эффективности какой-либо процедуры или вида лечения». Для пациентов с повышенным риском развития ишемии миокарда, инфаркта или гемодинамических расстройств рекомендации по применению ТПЭ относятся к классу IIa (совокупность доказательств/мнений экспертов свидетельствует о наличии пользы/эффективности у данной процедуры). Роль интраоперационной ТПЭ при оценке региональной функции миокарда, коронарной анатомии или состоятельности шунта признана менее очевидной и соответствует классу IIb (польза/эффективность в меньшей степени обоснована доказательствами/мнениями). Тем не менее данные рекомендации были разработаны на основании небольшого количества клинических данных и подлежат регулярной переоценке в связи с улучшением технологий, усовершенствованием хирургических и анестезиологических подходов и увеличением количества литературных данных.

В условиях современного здравоохранения значительное количество пациентов прибывает в операционную для проведения операции неполностью обследованными. ТПЭ может играть важную роль в оценке статуса пациентов, которым предстоит неотложная операция и которые при этом не имеют полноценного кардиологического обследования и соответственно могут потенциально иметь недиагностированную

Таблица 15.1. Сферы применения транспищеводной эхокардиографии при операциях коронарного шунтирования

Дополнение неполного кардиологического обследования
Подтверждение диагноза и оценка функции сердца у пациентов, которым предстоит неотложная операция
Обновление данных по функции сердца и клапанов
Оценка потенциальных целевых областей коронарной реваскуляризации с помощью введения контрастных веществ (оценка коронарной перфузии) или инфузии добутамина (стресс-тест для оценки наличия жизнеспособного миокарда)
Помощь хирургу при выполнении манипуляций, связанных с проведением искусственного кровообращения и механической поддержки кровообращения
Позиционирование/установка
Зажим на аорту
Катетер в коронарный синус
Внутриаортальный баллонный контрпульсатор
Бедренная венозная канюля
Канюля для устройства поддержки желудочка
Минимально инвазивное прямое коронарное шунтирование — MIDCAB (эндоаортальный катетер, венозная канюля, катетер для дренирования легочной артерии, катетер в коронарный синус)
Диагностика причин острой сердечно-сосудистой недостаточности
Оценка влияния прежде нераспознанной патологии на ход операции
Клапанная патология
Растяжение желудочка во время искусственного кровообращения вследствие аортальной регургитации
Митральная регургитация (МР): динамическая МР, ишемическая МР
Функционирующее овальное окно/дефект межпредсердной перегородки
Эмболы, тромбы или образования
Дополнительная верхняя левая полая вена
Вновь возникшие нарушения региональной сократимости миокарда
Расслоение аорты
Атеросклеротические поражения
Помощь при манипуляциях, связанных с проведением искусственного кровообращения или хирургической операции
Повторная стернотомия (ReDo)
Проведение искусственного кровообращения: оценка размера полости ЛЖ на предмет его растяжения
Планирование стратегии отключения от искусственного кровообращения для пациентов со сниженной желудочковой функций
Процесс отключения от искусственного кровообращения (титрование объема и фармакологической поддержки)

сердечную патологию, способную повлиять на ход периоперационного периода. Данные ТПЭ могут помочь хирургу, кардиологу и анестезиологу на каждом этапе операции КШ (табл. 15.1).

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ И ОСЛОЖНЕНИЯ ТРАНСПИЩЕВОДНОЙ ЭХОКАРДИОГРАФИИ

Риск осложнений, связанных с введением ТПЭ-датчика и проведением исследования, не высок. В одном исследовании, включавшем 7200 кардиохирургических пациентов, пролеченных в одном учреждении, сообщается о частоте осложнений 0,2% (тяжелая дисфагия — 0,1%; смещение эндотрахеальной трубки — 0,03%; кровотечение из верхних отделов желудочно-кишечного тракта — 0,03%; повреждение зубов — 0,03%; перфорация пищевода — 0,01%) [4]. Несмотря на то что травма пищевода, ведущая к медиастиниту, встречается достаточно редко, это осложнение сопровождается значимым уровнем смертности, составляющим около 10% [5]. Таким образом, патология пищевода (например, мембрана, стриктура, дивертикул, рак) и предшествующее хирургическое вмешательство на пищеводе — противопоказания к введению ТПЭ-датчика. В таких случаях необходимо рассмотреть возможность наружного ультразвукового исследования датчиком, который оператор держит в руке.

ПОВЕРХНОСТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ: ЭПИКАРДИАЛЬНОЕ И ЭПИАОРТАЛЬНОЕ СКАНИРОВАНИЕ

Альтернатива ТПЭ — поверхностное исследование ручным датчиком с использованием стандартного эхоаппарата или менее дорогостоящего ультразвукового устройства для поверхностного сканирования, которое используется для визуализации внутренней яремной вены при ее катетеризации [6]. Поверхностное исследование сердца (эпикардиальное сканирование) и аорты (эпиаортальное сканирование) — методика выбора в случаях, когда ТПЭ противопоказано или при ТПЭ не удается получить адекватное акустическое окно. *В связи с расположением заполненной воздухом трахеи между пищеводом и структурами переднего средостения ТПЭ не позволяет полноценно визуализировать восходящую аорту. Из-за этого для выявления тяжелого атеросклеротического поражения, являющегося значимым фактором риска неблагоприятного неврологического исхода, все чаще используется эпиаортальное сканирование.*

Поверхностное сканирование ручным датчиком требует большого терпения и опыта (рис. 15.1). Ультразвуковой датчик одевается в стерильный чехол, заполненный солевым раствором, и располагается так, чтобы столб жидкости служил «зазором» между интересующей структурой и пьезокристаллом датчика. Этот зазор улучшает визуализацию структур в ближнем поле сканирования (например, передняя поверхность восходящей аорты). С другой стороны, для создания подобного зазора и улучшения визуализации в ближнем поле можно использовать специальное устройство, которое можно купить или сделать самостоятельно. Как правило, используются датчики с диапазоном частот от 5 до 10 МГц, способные осуществлять двухмерное и доплеровское исследование. Несмотря на то что поверхностное исследование пригодно для выполнения большинства задач, которые возлагаются на ТПЭ-исследование, *основное применение поверхностного исследования включает оценку тяжести атеросклеротического поражения аорты, подтверждение состоятельности коронарных шунтов [7, 8], исследование анатомии интрамиокардиальных коронарных сосудов и диагностику острого расслоения аорты.*

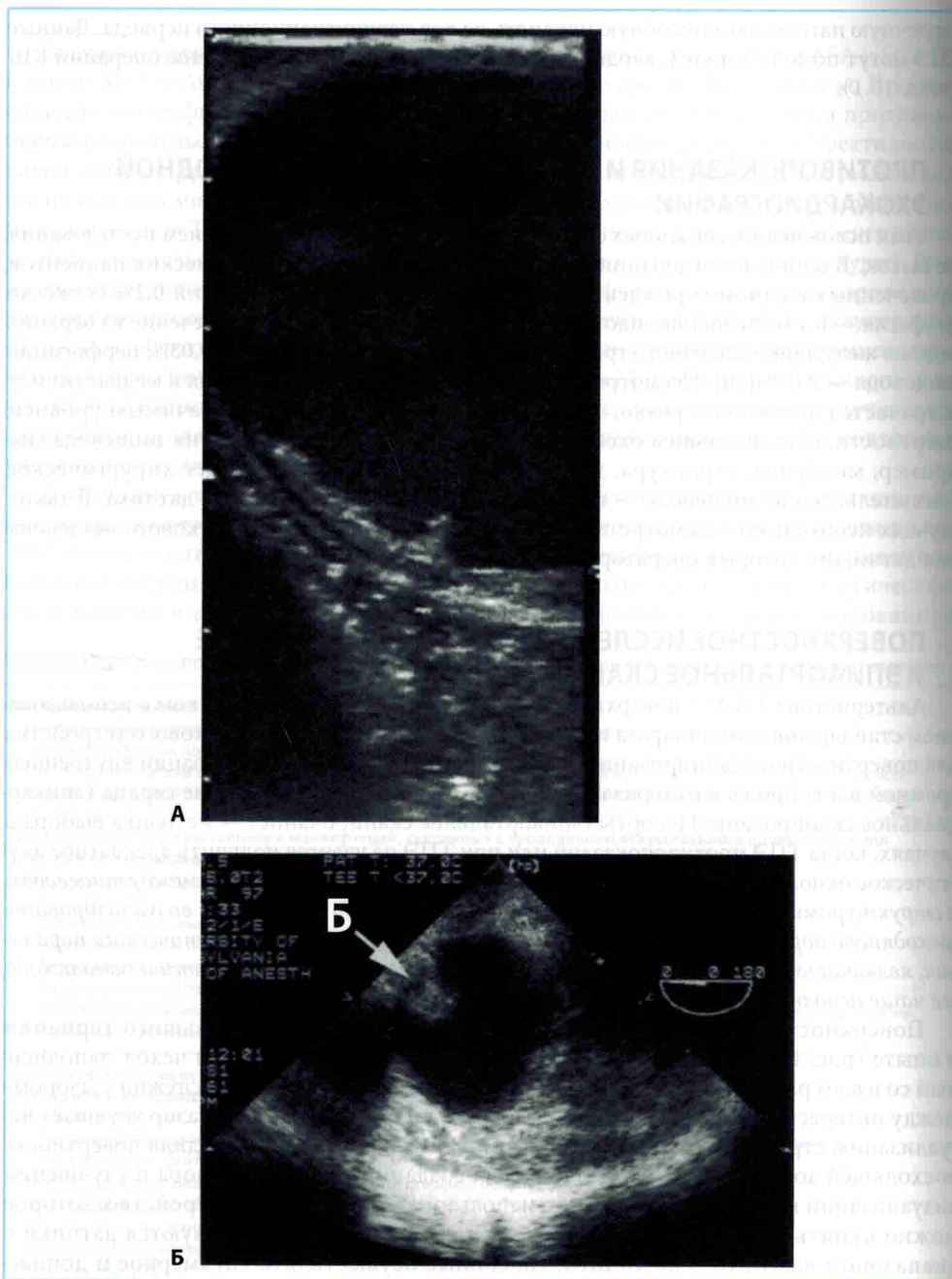


Рис. 15.1. Ультразвуковое исследование аорты полезно для выявления и оценки тяжести атеросклеротического поражения. **А** — для исследования восходящей аорты перед ее канюляцией и поперечным пережатием используется высокочастотный ультразвуковой датчик, помещенный в стерильный чехол. В задней части аорты можно видеть мобильную бляшку. **Б** — трансофеноидный эхокардиографический датчик может использоваться для оценки тяжести поражения нисходящей грудной аорты. Тотчас дистально от левой подключичной артерии визуализируется большая бляшка (Б)

ОБЩАЯ СХЕМА ТРАНСПИЩЕВОДНОГО ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Показание к исследованию определяет направление и основную цель периперационного ТПЭ-исследования. Независимо от показаний, каждое исследование должно проводиться по стандартной и организованной схеме, согласно которой структура сердца и крупные сосуды изучаются в нескольких плоскостях визуализации [9]. Первичное исследование перед началом ИК обычно проводится более тщательно и стандартизовано, тогда как после ИК или после «вмешательства» исследование чаще сфокусировано на оценке результатов вмешательства и его возможных осложнений. Для быстрого просмотра и сравнения с данными исследования после ИК следует записать цифровые видеопетли функции сердца до ИК. Сосредоточение на исследовании какого-либо одного аспекта в предперфузионном периоде может подвергать пациента риску вследствие снижения концентрации внимания и пропуска или неправильной диагностики патологии. Часто встречаются неожиданные находки, которые могут оказывать существенное влияние на периперационное ведение пациента. Например, диагноз персистирующей левой верхней поллой вены — противопоказание к проведению ретроградной кардиоплегии, а выявление прежде недиагностированной динамической МР может изменить хирургическую тактику [10]. Стратегия проведения исследования по стандартному протоколу позволяет уменьшить вероятность пропуска важной информации (см. табл. 15.1). Полное ТПЭ-исследование должно включать письменный отчет для истории болезни и информирование кардиохирурга о полученных данных. Процесс написания отчета — способ критической оценки проведенного исследования и удостоверения в том, что были получены все необходимые изображения и измерения.

ТРАНСПИЩЕВОДНАЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИИ ЖЕЛУДОЧКОВ

Определение размера желудочков при двухмерном исследовании

ТПЭ представляет собой универсальный инструмент мониторинга функции сердца, поскольку с помощью этого метода можно быстро провести качественную оценку размеров и функции камер сердца или определить такие количественные характеристики, как размеры камер, величина давления внутри камер, и такие гемодинамические переменные, как УО и СВ (табл. 15.2). Часто цель подобного исследования — количественная оценка размера камер и желудочковой функции, которая позволяет прогнозировать изменения желудочковой функции после ИК и необходимость фармакологической поддержки кровообращения. Например, выраженная дилатация ЛЖ — прогностический фактор, свидетельствующий о вероятных проблемах при отключении ИК, или наличие гипертрофии желудочка диктует необходимость поддержания более высокого перфузионного давления и является диагностическим признаком диастолической дисфункции. В качестве хорошего источника нормативных (референтных) данных, который описывает как нормальное состояние, так и патологию, можно назвать согласованные рекомендации ASE [11].

Функция ЛЖ вначале оценивается в СП четырехкамерной проекции, проекции длинной оси ЛЖ и двухкамерной проекции; после чего необходимо продвинуть ТПЭ-датчик в желудок, чтобы получить серию ТГ-проекций ЛЖ по короткой оси. СП-проекции позволяют провести быструю качественную оценку всех четырех камер сердца, однако они мало применяются при количественных планиметрических измерениях в связи с потенциальным влиянием феномена укорочения вершины. Для слежения за глобальной и

Таблица 15.2. Оценка функции сердца с помощью транспищеводной эхокардиографии**Преднагрузка**

Конечно-диастолическая площадь ЛЖ

Конечно-диастолическое давление ЛЖ (оценивается по струе АР)

Давление в ЛП (оценивается по спектру кровотока в легочных венах)

Сократимость

Фракционное изменение площади (расчетное)

Фракция выброса (визуальная примерная оценка)

Сегментарное движение стенок

Фракционное укорочение

Тканевой доплеровский режим

Количественные гемодинамические характеристики

Ударный объем/Сердечный выброс

Системное сосудистое сопротивление

Систолическое давление ПЖ

Диастолическая функция

Скорость входящего трансмитрального кровотока

Скорость легочного венозного кровотока

ЛЖ — левый желудочек; АР — аортальная регургитация; ЛП — левое предсердие; ПЖ — правый желудочек.

региональной функцией наиболее часто применяются ТГ-проекции ЛЖ по короткой оси, поскольку их относительно легче вывести на экран и сохранять в нужной ориентации (рис. 15.2). Опытные эхокардиографисты используют эти проекции для количественной оценки глобальной желудочковой функции, фракции выброса и адекватности преднагрузки ЛЖ. В исследовании, проведенном Cheung и соавт. [12], ТПЭ оказалась весьма чувствительной методикой в отношении выявления изменений функции ЛЖ и его преднагрузки на фоне контролируемого снижения объема циркулирующей крови. Изменения конечно-диастолической площади ЛЖ (КДП) достаточно точно отражали снижение преднагрузки ЛЖ и давления в легочной артерии. Подобное применение ТПЭ, пожалуй, наиболее эффективный метод оценки изменений при введении объема или инотропных препаратов во время отключения от ИК или во время эпизодов кровотечения.

Изменения площади ЛЖ оценивают с помощью планиметрии (КДП ЛЖ и конечно-систолическая площадь ЛЖ [КСП]). Далее подсчитывают фракционное изменение площади (ФИП) согласно следующей формуле:

$$\text{ФИП} = 100 \times (\text{КДП} - \text{КСП})/\text{КДП}.$$

Выявляемые с помощью ТПЭ изменения площади ЛЖ являются точными и воспроизводимыми, но могут напрямую не коррелировать с изменениями объема ЛЖ. Допущения, основанные на значениях площади, полученных только в одной плоскости, не могут надежно отражать истинный объем ЛЖ, особенно у пациентов с РНКС и аневризмой ЛЖ. Для расчета объема ЛЖ можно использовать различные геометрические алгоритмы; для их реализации, как правило, необходимо проводить множественные исследования в нескольких плоскостях. Корреляция конечно-диастолического и конечно-систолического объемов с фракцией выброса представляется вполне приемлемой с клинической точки зрения, но способна недооценивать истинные изменения объема желудочка в связи с феноменом укорочения длинного размера ЛЖ в четырехкамерной проекции. В связи с относительно большими затратами времени на проведение планиметрии и вышеописанных расчетов применение этой методики в основном ограничивается проведением ретроспективного анализа в записи (off-line).



Рис. 15.2. ТГ-проекция ЛЖ по короткой оси routinely используется во время операции для оценки функции ЛЖ и диагностики ишемии миокарда. Работа миокарда на уровне папиллярных мышц отражает распределение сосудистых бассейнов трех основных коронарных артерий: левой передней нисходящей коронарной артерии (ЛПНКА [LAD]), огибающей коронарной артерии (Ог [Cx]) и правой коронарной артерии (ПКА [RCA])

До недавнего времени применение ТПЭ для постоянной обработки информации и получения достоверных количественных цифровых характеристик было ограничено. С разработкой патентованных алгоритмов постоянной автоматизированной детекции границ сред стало возможным отслеживать границу эндокарда. Постоянно отслеживая изменения площади камер, аппарат в режиме реального времени рассчитывает ФИП на основе разницы между значениями конечно-диастолической и конечно-систолической площади ЛЖ (см. рис. 3.2). Perrino и соавт. [13] продемонстрировали хорошую корреляцию между автоматизированным измерением размеров желудочков и ручным измерением этих показателей в автономном режиме (в записи), однако методика автоматизированной детекции границ эндокарда не смогла приобрести большой популярности у специалистов. Тем не менее появление в будущем возможности проведения трехмерной ТПЭ в реальном времени может дать более эффективный инструмент для количественной оценки как глобальной, так и региональной желудочковой функции.

Количественная оценка функции левого желудочка: сердечный выброс

Для оценки УО и СВ используются режимы двухмерной и доплеровской эхокардиографии. Метод заключается в измерении объемного кровотока через область с известной площадью (например, МК, выходной тракт ЛЖ или ствол легочной артерии). Несмотря на то что скорость трансмитрального кровотока определяется достаточно легко, согласованность результатов измерений в этой локализации с результатами методики термодилуции является неприемлемой в связи с неточностью определения площади отверстия МК [14]. Savino и соавт. [15] сообщают о более высокой степени корреляции при измерении кровотока в легочной артерии. Этот подход может иметь недостатки, обусловленные трудностями с последовательным и согласованным исследованием характеристик транспульмонального кровотока и определением размера проксимальной порции легочной артерии. Альтернативный способ — измерение кровотока в выходном тракте ЛЖ или через АК в ТГ-проекции ЛЖ по длинной оси или в глубокой ТГ-проекции ЛЖ по длинной оси [16] (см. рис. 6.3). Зная СВ, определенный с помощью ТПЭ, среднее артериальное давление и среднее ЦВД, можно рассчитать ССС.

Возможность определить УО, СВ и ССС особенно ценна в случаях, когда использование катетера в легочной артерии недоступно.

Оценка внутрисердечного давления

ТПЭ позволяет измерить значение внутрисердечного давления в различных камерах посредством определения градиента давления на регургитантном клапане (см. табл. 15.2). Скорость потока струи регургитации (v) определяется в доплеровском режиме. Градиент давления (ΔP) на регургитантном клапане можно рассчитать с помощью упрощенного уравнения Бернулли: $\Delta P = 4v^2$. Точность измерения зависит от наличия клапанной регургитации и правильного сопоставления направления доплеровского луча и струи регургитации. Как и в случае с ТПЭ-определением СВ, эти измерения трудоемки и не автоматизированы. Таким образом, на сегодняшний день катетер в легочной артерии по-прежнему считается более предпочтительным, чем ТПЭ, инструментом для измерения давления внутри камер сердца в режиме реального времени.

МОНИТОРИНГ ИШЕМИИ

Прогностическая ценность региональных нарушений кинетики стенок в отношении развития инфаркта миокарда

Применение ТПЭ в клинике в целях выявления и мониторинга ишемии миокарда привлекло к себе внимание в начале 1980-х гг. [17]. ТПЭ-исследование позволяет диагностировать и оценивать степень ишемии миокарда с чувствительностью намного превышающей таковую как у электрокардиографии, так и у катетера в легочной артерии. Исследования на животных показали, что снижение коронарного кровотока очень быстро вызывает региональное нарушение функции миокарда, которое опережает любые ишемические изменения на ЭКГ [18, 19]. Для мониторинга и диагностики ишемии миокарда наиболее часто применяется ТГ-проекция ЛЖ по короткой оси, поскольку она позволяет визуализировать бассейны всех трех основных коронарных артерий (см. рис. 15.2).

В двух ставших классическими исследованиях, проведенных Roizen и соавт. [20] и Smith и соавт. [17], частота развития послеоперационного инфаркта миокарда была выше у тех пациентов, которые демонстрировали новые РНКС во время операции КШ или сосудистой операции на аорте. Частота развития послеоперационного инфаркта в большей степени коррелировала с новыми РНКС, чем с новыми изменениями на ЭКГ. Несмотря на то что ТПЭ-исследование может быть весьма чувствительным в отношении диагностики ишемии, вновь появившиеся РНКС не всегда сопровождаются развитием инфаркта миокарда. В исследовании, проведенном Leung и соавт. [21], инфаркт миокарда был диагностирован впоследствии только у одного из восьми пациентов, которые продемонстрировали новые устойчивые РНКС. Такое очевидное расхождение хорошо согласуется с концепцией «оглушения (станирования) миокарда», согласно которой острый эпизод ишемии миокарда может приводить к появлению нарушения кинетики стенки, которое впоследствии разрешается без формирования какого-либо устойчивого повреждения. С другой стороны, вновь появившиеся РНКС могут быть связаны с изменением нагрузочных условий для желудочка, электролитными расстройствами, вязкостью крови, уровнем инотропной поддержки, гипотермией, стабилизаторами миокарда при КШ без ИК (off-pump CABG), кардиостимуляцией и нарушениями проведения в системе ножек пучка Гиса. Любую явную дискинезию, связанную с нарушениями проводимости, можно отличить от ишемии посредством оценки заинтересованного сегмента миокарда на предмет наличия систолического утолщения.