

# Трехмерная интраоперационная чреспищеводная эхокардиография

Т.А. Буравихина, С.В. Федулова, Л.М. Кузнецова,  
А.Р. Каршиева, А.Н. Дзеранова

ФГБУ "Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского"  
РАМН, г. Москва

Представлены первые результаты использования трехмерной реконструкции сердца в условиях кардиооперационной с помощью чреспищеводной эхокардиографии. Обследовано 18 пациентов с различными заболеваниями клапанного аппарата сердца и миокарда. Исследования выполнены с помощью специального матричного объемного чреспищеводного датчика на ультразвуковой системе iE33 (Philips, Нидерланды). Рассматриваются два аспекта применения этого метода – оценка структуры митрального клапана для выполнения его реконструкции и диагностика дефекта межпредсердной перегородки с позиций предполагаемого эндокардиального закрытия дефекта.

**Ключевые слова:** трехмерная чреспищеводная интраоперационная эхокардиография, ишемическая митральная недостаточность, вторичный дефект межпредсердной перегородки.

## ВВЕДЕНИЕ

Чреспищеводная эхокардиография давно заняла прочные позиции в сердечной хирургии. Особое место этому методу отводится непосредственно в условиях операционной. Здесь она выполняет свои основные задачи: уточнение диагноза до основного этапа операции, оценка выполненного вмешательства непосредственно после основного этапа и поддержка анестезиологического пособия (например, неинвазивный мониторинг гемодинамики). Последние достижения компьютерных технологий позволили выполнить построение трехмерного изображения в реальном времени и визуализировать сердечные структуры в любой проекции, что представляет несомненный интерес для хирурга, выполняющего операцию на открытом сердце [1].

Целью нашей работы явилась оценка возможностей трехмерной чреспищеводной эхокардиографии в условиях кардиооперационной.

Т.А. Буравихина – д.ж.-н., руководитель лаборатории интраоперационной диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБУ РНИХ им. академика Б.В. Петровского РАМН. С.В. Федулова – старший научный сотрудник лаборатории интраоперационной диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБУ РНИХ им. академика Б.В. Петровского РАМН. Л.М. Кузнецова – д.ж.-н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории электрофизиологии и наружочных тестов отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБУ РНИХ им. академика Б.В. Петровского РАМН. А.Р. Каршиева – лаборант-исследователь лаборатории интраоперационной диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБУ РНИХ им. академика Б.В. Петровского РАМН. А.Н. Дзеранова – лаборант-исследователь лаборатории интраоперационной диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБУ РНИХ им. академика Б.В. Петровского РАМН.

Адрес для корреспонденции: 119991 г. Москва, Абрикосовый пер., д. 2, РНИХ РАМН, отдел клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики, лаборатория интраоперационной диагностики. Буравихина Татьяна Амаяковна. Тел.: (499) 248-07-78. E-mail: burat2001@mail.ru

# МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В условиях кардиооперационной было обследовано 18 пациентов с различными заболеваниями клапанного аппарата сердца и миокарда. 7 пациентов имели порок аортального клапана, в одном случае осложненный ишемической болезнью сердца. 5 пациентов были с митральным пороком: в одном случае это была ишемическая болезнь сердца, осложненная значительной митральной недостаточностью, в 4 случаях – соединительнотканная дисплазия с отрывом хорд митрального клапана. 3 пациента имели аневризму грудной аорты. 1 пациент страдал хронической тромбоэмболией легочной артерии. 1 пациент имел тяжелое поражение триkuspidального клапана инфекционным эндокардитом. 1 пациент был с дефектом межпредсердной перегородки.

Трехмерная чреспищеводная эхокардиография выполнялась на полностью цифровой ультразвуковой системе iE33 (Philips, Нидерланды). Этот прибор оснащен специализированным матричным объемным мультичастотным чреспищеводным датчиком. Матричные преобразователи, появившиеся после 2000 г., позволяют визуализировать бьющееся сердце в реальном времени в трех измерениях. Программное обеспечение данной экспертной системы позволяет выполнять трехмерную реконструкцию структур сердца в режимах *on-line* и *off-line*.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эхокардиографии принадлежит большая роль в выборе хирургической тактики в отношении митрального клапана у больных ишемической болезнью сердца и пациентов с соединительнотканной дисплазией [2, 3]. У этой категории больных структура самих створок часто не изменена, в отличие, например, от ревматического поражения митрального клапана. Поэтому у таких пациентов возможна реконструкция клапана, а не его протезирование. Интраоперационная чреспищеводная эхокардиография дает возможность детальной оценки структуры митрального клапана до операции и немедленной оценки выполненного вмешательства [4, 5]. Для определения хирургической тактики в отношении митрального

клапана общепринятым стало определение пространственно-геометрических показателей состояния створок и подклапанных структур митрального клапана [6–8]:

- 1) диаметр фиброзного кольца (в норме <30 мм);
- 2) глубина коаптации створок (в норме <6 мм);
- 3) аникуло-папиллярная дистанция (тетеринг) (в норме <42 мм);
- 4) площадь натяжения створок (тентинг) (в норме <1,0 см<sup>2</sup>);
- 5) межпапиллярное расстояние (в норме <25 мм).

Однако какую бы полную информацию мы ни давали хирургу, именно интраоперационная ревизия клапана позволяет выявить анатомические причины митральной недостаточности. При ревизии клапана хирург визуально оценивает [8]:

- 1) форму и размер фиброзного кольца;
- 2) подвижность и линию коаптации створок;
- 3) соотношение плоскости смыкания створок с плоскостью фиброзного кольца;
- 4) целостность, подвижность и длину хорд с дифференциацией краевых и базальных хорд;
- 5) состояние папиллярных мышц.

Спектр реконструктивных вмешательств на митральном клапане очень велик и включает в себя различные виды реконструкции створок, хордального аппарата, папиллярных мышц и фиброзного кольца. Появление нового инструмента диагностики – трехмерной реконструкции сердца – значительно помогает хирургу в принятии решения. Трехмерная эхокардиография позволяет визуализировать митральный клапан не только со стороны левого желудочка, как при двухмерной эхокардиографии, но также со стороны левого предсердия (рис. 1). Последнее носит название "хирургического взгляда" на митральный клапан, так как хирург, стоящий справа от пациента, именно так видит митральный клапан.

Трехмерная эхокардиография позволяет идеально визуализировать плоскость створок, оценивать подклапанный аппарат и дает бесценную информацию о форме и размере митрального кольца, что абсолютно необходимо хирургу, планирующему реконструктивное вмешательство на митральном клапане. Использование специального про-

граммного обеспечения *Q lab mitral valve quantification* в режиме *off-line* позволяет построить трехмерную модель митрального клапана.

Двухмерная эхокардиография не дает возможности получить информацию о форме митрального клапана. Трехмерная чреспищеводная эхокардиография дает наилучшую оценку овальной формы митрального кольца, позволяет визуализировать седлообразную форму митрального клапана с высокими передней и задней точками и низкими латеральной и медиальной (рис. 2).

Модель позволяет производить точные расчеты:

- площади кольца митрального клапана;
- длины коаптации створок;
- соотношения плоскости смыкания створок с плоскостью фиброзного кольца (степень непланаарности митрального клапана) (рис. 3);

- углов, образованных обеими створками митрального клапана и плоскостью фиброзного кольца;

- глубины (высоты) коаптации створок;
- объема тентинга;
- высоты кольца митрального клапана;
- локализации и высоты пролапса створки.

Данные, полученные с помощью трехмерной реконструкции митрального клапана, улучшают понимание механизма возникновения митральной регургитации (например, в результате отрыва хорд задней створки (рис. 4)) и дают ценную информацию хирургу для дизайна аниулопластики митрального клапана (рис. 5), пластики его створок и хордопластики.

Другим интересным применением трехмерной чреспищеводной эхокардиографии является диагностика дефекта межпредсердной перегородки (рис. 6). С учетом самых последних тенденций в кардиохирургии вторичные дефекты межпредсердной перегородки закрывают с помощью рентгенодав скульянных методик [9]. Показанием к закрытию дефекта межпредсердной перегородки с помощью этих процедур является не только гемодинамическая значимость выраженности порока, но и точная анатомическая диагностика размеров дефекта и его краев [10]. Так, для принятия решения о возможности рентгенодав скульянного закрытия дефекта необходимо

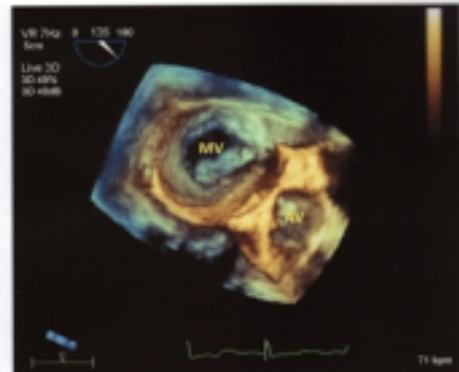


Рис. 1. Митральный клапан со стороны левого предсердия. MV – митральный клапан, AV – воротальный клапан.

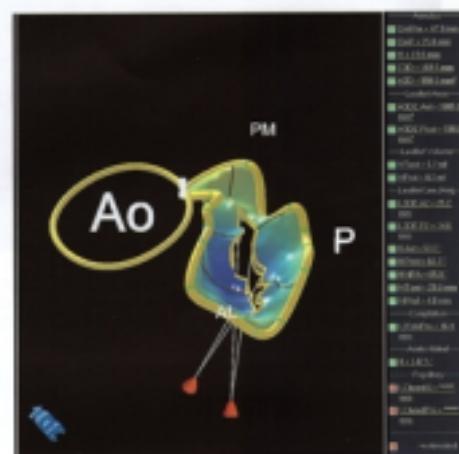


Рис. 2. Седлообразная форма митрального клапана (модель). Ao – аорта, P – задняя створка, PM – папиллярная мышца.

досточно точно оценить размер его аортального и свободного края в проекции по короткой оси воротального клапана и верхнего и нижнего края в 4-камерной проекции при выполнении двухмерной эхокардиографии. Трехмерная чреспищеводная эхокардиография не только точно отвечает на эти вопросы, но и выявляет отношение дефекта межпредсердной перегородки к другим структурам сердца.

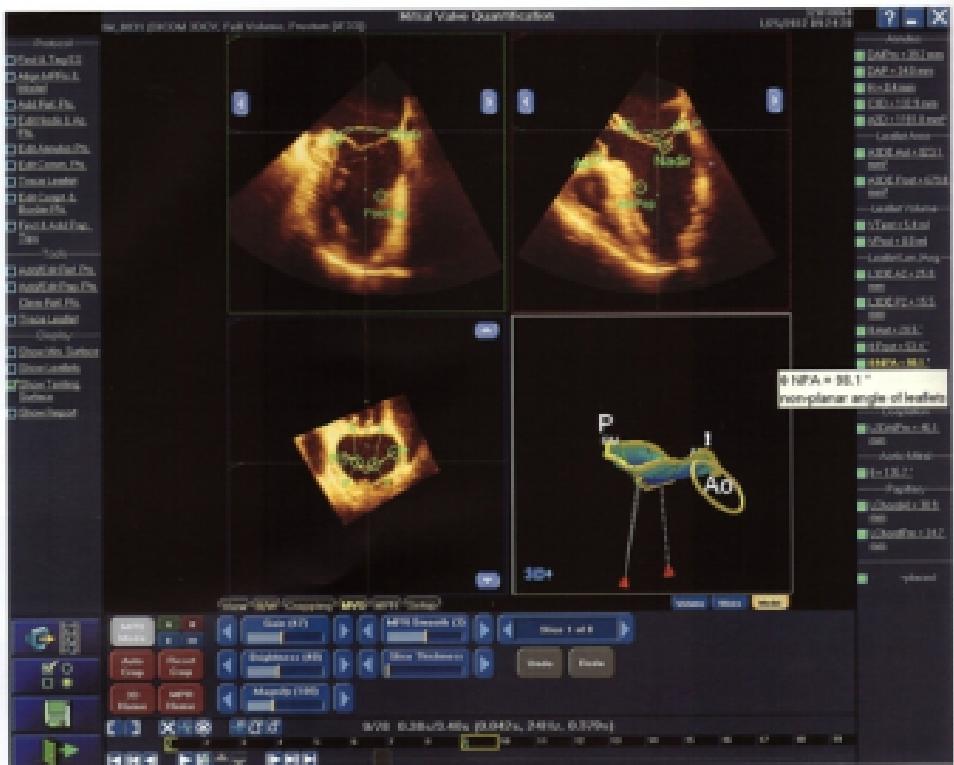


Рис. 3. Соотношение плоскости смыкания створок с плоскостью фиброзного кольца митрального клапана. PostPap – задняя папиллярная мышца, AntPap – передняя папиллярная мышца, θ NPA – угол неплоскости. Остальные обозначения как на рис. 2.

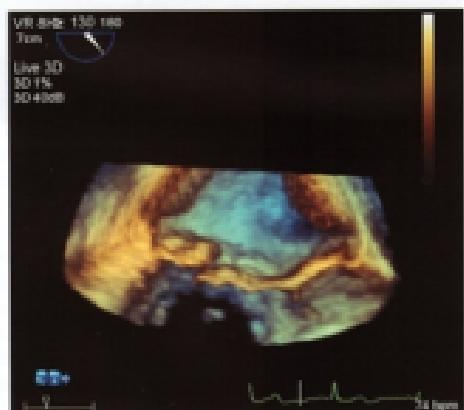


Рис. 4. Пролапс задней створки митрального клапана в результате отрыва хорд.

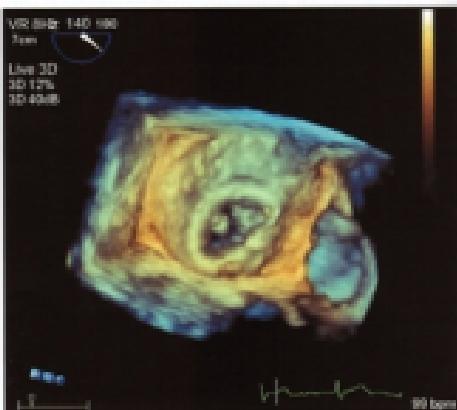


Рис. 5. Опорное кольцо в митральной позиции.

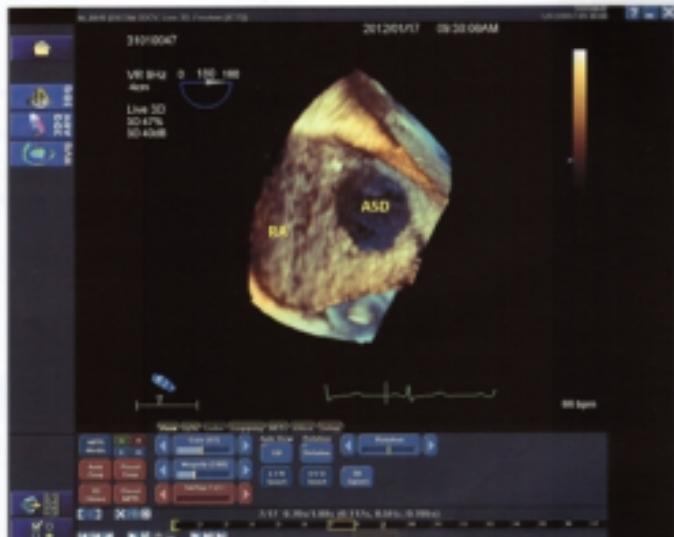


Рис. 6. Дефект межпредсердной перегородки (ASD). RA – правое предсердие.

Таким образом, первые данные, полученные с помощью интраоперационной трехмерной эхокардиографии, свидетельствуют о том, что этот метод из научной разработки превратился в практический инструмент диагностики структуры и функции сердца и его применение в условиях кардиооперационной имеет большое будущее.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Falsetta F.F., Castro S.D., Pandian N.G. et al. *Atlas of Real Time 3D Transesophageal Echocardiography*. London, NY: Springer, 2010. 184 p.
- Silbiger J. Mechanistic insights into ischemic mitral regurgitation: echocardiographic and surgical implications // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2011. V. 24, № 7. P. 707–719.
- Chandra S., Salgo I.S., Sugeng L. et al. Characterization of degenerative mitral valve disease using morphologic analysis of real-time three-dimensional echocardiographic images: objective insight into complexity and planning of mitral valve repair // *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2011. V. 4, № 1. P. 24–32.
- Grewal J., Mankad S., Freeman W. et al. Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in the intraoperative assessment of mitral valve disease // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2009. V. 22, № 1. P. 34–41.
- Mahmood F., Subramaniam B., Gorman J.H. 3<sup>rd</sup> et al. Three-dimensional echocardiographic assessment of changes in mitral valve geometry after valve repair // *Ann. Thorac. Surg.* 2009. V. 88, № 6. P. 1838–1844.
- Watanabe N., Ogasawara Y., Yamaura Y. et al. Quantitation of mitral valve tenting in ischemic mitral regurgitation by transthoracic real-time three-dimensional echocardiography // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005. V. 45, № 5. P. 763–769.
- Kaji S., Nass M., Yamamoto A. et al. Annular geometry in patients with chronic ischemic mitral regurgitation: three-dimensional magnetic resonance imaging study // *Circulation*. 2005. V. 112, № 9. Suppl. P. 1409–1414.
- Молочков А.В. Реконструктивная хирургия осложненных форм ишемической болезни сердца: Дис ... докт. мед. наук. М.: РНЦХ РАМН, 2012. 291 с.
- Johri A.M., Witzke C., Solis J. et al. Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in patients with secundum atrial septal defects: outcomes following transcatheter closure // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2011. V. 24, № 4. P. 431–437.
- Roberson D.A., Cui W., Patel D. et al. Three-dimensional transesophageal echocardiography of atrial septal defects: a qualitative and quantitative anatomic study // *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2011. V. 24, № 6. P. 600–610.

# *Three-Dimensional Intraoperative Transesophageal Echocardiography*

T.A. Buravikhina, S.V. Fedulova, L.M. Kuznetsova, A.R. Karshieva, and A.N. Dzeranovska

*First results of three-dimensional heart reconstruction with transesophageal echocardiography use in cardiological operation room are presented. 18 patients with different myocardial and heart valve diseases have been examined. Special three-dimensional transesophageal matrix transducer (IE33, Philips, Netherlands) was used. Assessment of mitral valve structure for its reconstruction and diagnosis of atrial septal defect for its endovascular closure were considered.*

**Key words:** *three-dimensional transesophageal echocardiography, ischemic mitral regurgitation, and secundum atrial septal defect.*

## КНИГИ издательства ВИДАР

М.К.Рыбакова, В.В.Мит'ков

### Дифференциальная диагностика в эхокардиографии. +DVD



Поводом к написанию данной книги послужили частые беседы с коллегами – эхокардиографистами. Даже специалисты со стажем часто испытывают трудности в трактовке того или иного эхокардиографического признака или изображения. Тем не менее существует множество возможных причин ремоделирования камер сердца, изменения толщины миокарда желудочков, характера движения клапанов сердца и его стенок, возникновения патологической регургитации и ускоренного кровотока на клапанах. Одна из наиболее частых ошибок, допускаемых при проведении эхокардиографического исследования, связана с ошибкой в оценке состояния перикарда и плевры или трактовкой какого-либо объемного образования сердца.

Неверная трактовка того или иного эхокардиографического признака и отсутствие анализа приводят к ошибкам диагностики.

Мы постарались проанализировать и классифицировать все наиболее часто встречающиеся возможные патологические ситуации в эхокардиографии и варианты нормы.

Книга создана сотрудниками кафедры ультразвуковой диагностики Российской медицинской академии последипломного образования на базе многопрограммной сканеромоющимой ГКБ им. С.П. Боткина Москвы. В нее включены верифицированные материалы эхокардиографических исследований.

Особый интерес для практикующих врачей представляет приложение в виде DVD-диска с иллюстративными видеоматериалами по всем основным разделам данной книги и комментариями к ним.

Книга призвана помочь в работе как специалистам со стажем, так и начинающим эхокардиографистам и кардиологам.

[WWW.VIDAR.RU](http://WWW.VIDAR.RU)