

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТРЕХМЕРНОЙ ЭХОКАРДИОГРАФИИ В КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ МИТРАЛЬНОЙ РЕГУРГИТАЦИИ

Арипов М.А.^{1,*}, Таналиев Н.Н.¹, Рахимов К.Ф.¹

¹ Национальный научный кардиохирургический центр, Астана, Казахстан

АБСТРАКТ.

В данной работе целью исследования послужила оценка диагностической возможности трехмерной эхокардиографии в количественной оценке митральной недостаточности. В исследование включено 22 больных как с первичной, так и со вторичной митральной недостаточностью. Средний возраст обследуемых составил $64,5 \pm 8,3$ лет, а средний класс сердечной недостаточности $2,4 \pm 0,9$ по NYHA. Всем больным проведена эхокардиография в двумерном (2D) и трехмерном режимах (3D). Количественная оценка митральной регургитации методом 2D оказалась возможной только у 59% больных, тогда как в режиме 3D осуществимость данного расчета касалась всех больных. Результаты 3D анализа свидетельствуют о преобладании эллипсоидной формы отверстия регургитации. Также выявлено отсутствие достоверных различий в оценке площади отверстия регургитации методами 2D и 3D.

Трехмерная эхокардиография позволяет количественно оценить степень митральной регургитации даже в тех случаях, когда расчет в режиме 2D лимитирован.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: трехмерная эхокардиография, митральная регургитация, количественная оценка

* Корреспонденция:

Арипов М.А.

- Заведующий отделением интервенционной кардиологии, врач-кардиолог, доктор медицинских наук.

E-mail: dr.aripov@gmail.com

DIAGNOSTIC CAPABILITIES OF THREE-DIMENSIONAL ECHOCARDIOGRAPHY IN THE QUANTITATIVE ASSESSMENT OF MITRAL REGURGITATION

Aripov M.^{1,*}, Tanaliev N.¹, Rakhimov K.¹

¹ National Research Cardiac Surgery Center, Astana, Kazakhstan

ABSTRACT.

The purpose of the study was to quantitatively assess the diagnostic capability of three-dimensional echocardiography of mitral insufficiency. The study included 22 patients with both primary and secondary mitral regurgitation. The average age of the participants was 64.5 ± 8.3 years, and the mean class of heart failure was 2.4 ± 0.9 according to NYHA. All patients underwent echocardiography in two-dimensional (2D) and three-dimensional

* Correspondence:

Aripov M.A.

- MD, PhD, Head of the Interventional Cardiology Department, Cardiologist.

E-mail: dr.aripov@gmail.com

(3D) modes. Quantitative assessment of mitral regurgitation by the 2D method was possible only in 59% of patients, whereas 3D mode was carried out in all patients. The results of the 3D analysis indicate the predominance of the ellipsoid shape of the regurgitation opening. The absence of significant differences in the estimation of the area of the regurgitation opening by 2D and 3D methods was also revealed.

Three-dimensional echocardiography allows you to quantify the degree of mitral regurgitation, even in cases where the calculation in 2D mode is limited.

KEYWORDS: three-dimensional echocardiography, mitral regurgitation, quantitative assessment

МИТРАЛ РЕГУГИТАЦИЯНЫҢ КАНДИТАТИВТІ БАҒАЛАУЫНДАҒЫ ҮШ ӨЛШЕМДІ ЭХОКАРДИОГРАФИЯНЫҢ ДИАГНОСТИКАЛЫҚ МҮМКІНДІКТЕРІ

Арипов М.А. ^{1,*}, Таналиев Н.Н. ¹, Рахимов К.Ф. ¹

¹ Ұлттық ғылыми кардиохирургия орталығы, Астана, Қазақстан

АБСТРАКТ.

Зерттеудің мақсаты митральды жетіспеушілікті сандық бағалаудағы үш өлшемді эхокардиографияның диагностикалық мүмкіндігін бағалау болды. Зерттеуге бастапқы және екінші митральды жетіспеушілігі бар 22 науқас енгізілген. Тексерілушілердің орташа жасы $64,5 \pm 8,3$ жасты құрады, ал жүрек жеткіліксіздігінің орташа класы NYHA бойынша $2,4 \pm 0,9$ құрады. Барлық науқастарға екі өлшемді (2D) және үш өлшемді (3D) режимдерде эхокардиография жүргізілді. Митральды регургитацияны 2D әдісімен сандық бағалау тек 59% науқастарда ғана мүмкін болды, ал 3D режимінде бұл есептің жүзеге асырылуы барлық науқастарға қатысты болды. 3D талдау нәтижелері регургитация тесігінің эллипсоид пішінінің басым екенін көрсетеді. Сондай-ақ, 2D және 3D әдістерімен регургитация тесігінің ауданын бағалауда нақты айырмашылықтардың жоқтығы анықталды.

Үш өлшемді эхокардиография митральды регургитация дәрежесін сандық бағалауға мүмкіндік береді, тіпті 2D режимінде есеп лимиттелген жағдайларда да.

ТҮЙІНДІ СӨЗДЕР: үш өлшемді эхокардиография, митральды регургитация, сандық бағалау

* Хабарлама:

Арипов М.А.

- Интервенциялық кардиология бөлімшесінің меңгерушісі, кардиолог-дәрігер, медицина ғылымдарының докторы.
E-mail: dr.aripov@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ.

Количественная оценка митральной регургитации, несмотря на наличие нескольких способов определения её остается не до конца изученной проблемой. Предложенный P. Vandervoort в 1993г полуколичественный расчет оценки основывается на измерении изоскоростной площади с последующим расчетом площади и объема регургитации [1]. Метод ос-

новывается на теоретическом предположении, что объемная скорость кровотока в области сужения равна объемной скорости кровотока на уровне проксимальной изоскоростной полусферы, а зона конвергенции имеет полусферическую форму. Авторы данного метода – Proximal isovelocity surface area (PISA) в качестве референтного метода использовали левую вентрикулографию. Данный способ нашел

широкое клиническое применение и рекомендуется Европейским обществом кардиологов [2,3]. Тем не менее, метод не лишен недостатков, среди которых невозможность определить объем митральной недостаточности при наличии нескольких регургитационных потоков, эксцентричной струе, несферической форме изоскоростной поверхности и т.д. Исходно анатомически измеряемым показателем служит радиус полусферы, на основании которой методом последовательных расчетов определяется эффективная площадь регургитационного отверстия (ЭПОР). В то же время, с развитием эхокардиографии, появилась непосредственная возможность визуализации регургитационного отверстия и соответственно прямого измерения, а не расчета, площади регургитационного отверстия [4]. В этой связи в данном исследовании целью послужило сравнение эффективной и анатомической площади отверстия регургитации (АПОР) в количественной оценке тяжести митральной регургитации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

В исследование включено 22 больных с митральной недостаточностью различной этиологии и степени тяжести. Всем пациентам наряду с общеклиническими исследованиями, выполнена эхокардиография, чреспищеводная

эхокардиография с использованием эхокардиографических аппаратов Philips IE33 и EPIQ 7, с последующей обработкой в программе QLab. При трансторакальной эхокардиографии после цветного картирования в доплеровском режиме митральной регургитации проводили измерение вены контракта, радиуса полусферы и скорости регургитационного доплеровского потока в середине фазы систолы. Количественная оценка митральной недостаточности оценивалась методом PISA. Вторым этапом в условиях общей седации проводилась чреспищеводная эхокардиография. Количественная оценка митральной недостаточности проводилась в режиме 3D full acquisition и цветном картировании с захватом изображения, полученным при обработке 4-6 сердечных циклов. После окончания чреспищеводного исследования в режиме off-line проводился дальнейший анализ полученных изображений с помощью программы QLab. Регургитационный поток в середине фазы систолы в формате 3D выводился во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях. После масштабирования изображения выполнялась обводка контура непосредственно регургитационного отверстия. Все полученные данные статистически обработаны с помощью программы Excel, Medstatistica с использованием непарного t-теста.

РЕЗУЛЬТАТЫ.

В Таблице 1 представлена характеристика клинических данных исследуемых больных. Средний возраст составил $64,5 \pm 8,3$ лет, в качестве этиологии митральной недостаточности преобладала ишемическая природа митральной недостаточности в 31% случаев, а средний класс СН $2,4 \pm 0,9$ по NYHA.

Таблица 1. Клиническая характеристика обследуемых.

Показатели	Значение
Средний возраст, лет	$64,5 \pm 8,3$
Муж/жен (%)	13/9 (59%/41 %)
ИМТ, кг/м ²	$27,1 \pm 3,8$
ФК (NYHA)	$2,4 \pm 0,9$
Пролапс митрального клапана	2
Ишемическая митральная недостаточность	7
Отрыв хорды сосочковой мышцы	1
Ревматическая болезнь	3
Миксоматоз	4
Аннулодилатация при хронической фибрилляции предсердий	4

Во всех случаях была достигнута хорошая ультразвуковая визуализация. При трансторакальной эхокардиографии в режиме цветного картирования у 6 больных (27%) выявлены 2 и более регургитационных потока. Наличие эксцентричной струи регургитации, не позволяющей оптимально измерить радиус полусферы у 1 больного, и у 2 больных обнаружена явно несферическая форма зоны конвергенции. Таким образом ЭПОР рассчитана у 59% больных. Количественные показатели митральной недостаточности, измеренные методом PISA представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Количественные показатели митральной регургитации, измеренные методом PISA.

Характеристика	Показатель
Вена контракта, см	0,45
Радиусполусферы, см	0,61±0,2
ЭПОР, см ²	0,23±0,18

В данном исследовании у 41% больных метод PISA не имел возможности практического использования. В качестве иллюстрации на Рисунке 1 показан случай нескольких потоков митральной регургитации с несферической формой зоны конвергенции. На Рисунке 2 представлено полученное изображение в формате цветного доплеровского исследования в режиме 3D.

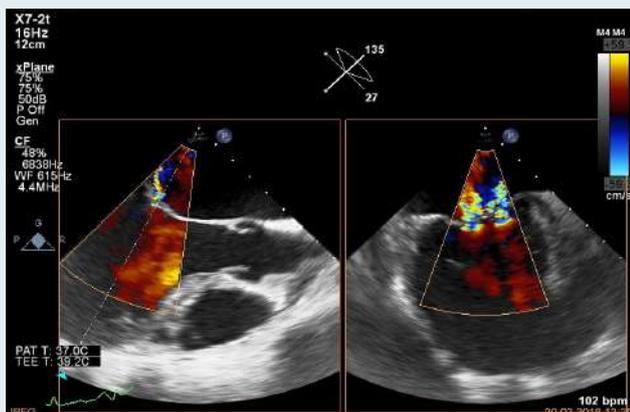


Рисунок 1. Случай митральной регургитации с двумя потоками с эксцентричной формой зоны конвергенции (справа) и эксцентричным направлением струи (слева).

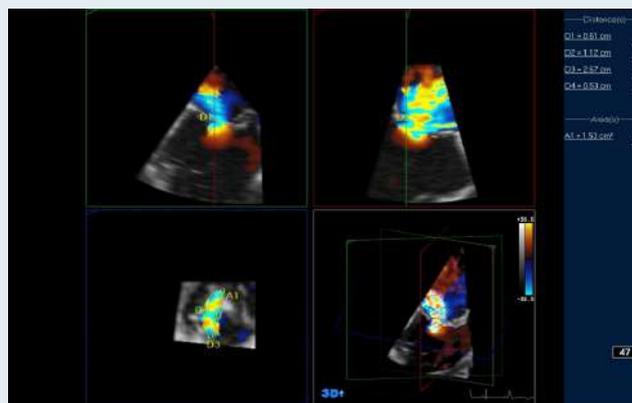


Рисунок 2. Случай митральной регургитации с эксцентричной зоной конвергенции (верхние рисунки) и выведенная анатомическая площадь отверстия регургитации в форме овала (нижний справа).

На следующей Таблице 3 представлены данные количественной оценки митральной недостаточности, полученные при обработке 3D изображения. Полученные измерения и ультразвуковые изображения для последующего анализа выполнены всем больным. Таким образом, определение АПОР достигнуто у всех исследуемых.

Таблица 3. Данные количественной оценки АПОР.

Показатели	Значения
Диаметр малый, см	0,3±0,1
Диаметр большой, см	0,8±0,2
Индекс сферичности	2,7±0,1
АПОР, см ²	0,6±0,2

Учитывая преимущественно овальную форму регургитационного отверстия, выделены малый и большой диаметры, значения которых указаны в Таблице 3, а отношение большого диаметра к малому, определяемому как индекс сферичности, в среднем составило $2,7 \pm 0,1$, что свидетельствует о преобладании овальной формы отверстия митральной регургитации. АПОР составила в среднем 0,6 см, что соответствует о тяжелой форме митральной регургитации у обследуемых.

При сравнении показателей ЭПОР и АПОР среди больных ($n=13$), у которых расчет ЭПОР оказался возможным выявлены следующие значения АПОР $0,37 \pm 0,12$, при этом ЭПОР $0,23 \pm 0,18$, $p > 0,05$. Как видно из полученных данных, оценка ЭПОР оказалась применимой у больных с меньшей степенью регургитации.

ОБСУЖДЕНИЕ.

Количественная оценка митральной регургитации имеет важнейшую роль в выборе метода лечения митральной недостаточности. Наличие митральной регургитации существенно снижает прогноз и качество жизни больных [3,4]. Существующие методы оценки, среди которых измерение вены контракта, PISA, вычисление объема регургитации, даже с учетом общепризнанных ограничений, широко используются в клинической практике. В то же время разработка и совершенствование ультразвуковых технологий привели к новым возможностям количественной оценки клапанной недостаточности. В данном исследовании изучены возможности трехмерной эхокардиографии в оценке анатомической площади отверстия регургитации. В двумерной эхокардиографии непосредственно площадь отверстия регургитации определяется не оконтуриванием границ, который не определяется в силу ограниченных технических возможностей, а рассчитывается на основании уравнения непрерывности потока. В данном исследовании расчет ЭПОР оказался возможным у 51% больных. Среди причин, обуславливающих невозможность оценки измерением ЭПОР послужили эксцентричность струи, несферическая форма изоскоростной поверхности. По данным М. Enriquez-Sarano и соавт. [2] подобные факторы ограничивали возможность рассчитать ЭПОР. При этом определение АПОР оказалось выполнимым во всех случаях. Как оказалось, площадь отверстия регургитации имеет преимущественно форму полумесяца, повторяя контуры несомкнувшихся передней и задней створок [7,8]. При этом индекс сферичности в данной работе имеет среднее значение $2,7 \pm 0,1$. В формуле расчета ЭПОР

основным измеряемым показателем служит радиус полусферы. Таким образом, предполагается допущение о сферической форме отверстия регургитации, что свидетельствует об ошибке метода при расчете ЭПОР, если отверстие имеет эллипсоидную форму. Согласно работе Е. Ashichmina и соавт. [8] анатомическая площадь отверстия регургитации как при первичной, так и при вторичной митральной регургитации имеет форму не сферы и не эллипса, а форму полумесяца. Такая же форма подтверждается и в данной работе. В данном исследовании продемонстрировано, что пациенты, у которых оказалось возможным выполнение расчета ЭПОР, площадь отверстия была существенно меньше, чем у пациентов, у которых определение ЭПОР представлялось невозможным. Логично предположить, чем больше площадь отверстия митральной регургитации, тем более она приобретает эллипсоидную форму. Представляет интерес работа S. Little и соавт. [4], в которой *in-vitro* на модели циркулирующей в пульсирующем режиме жидкостью происходила регургитация. Всего было 4 различных по форме и размер у отверстия регургитации. Полученные при двух и трехмерной эхокардиографии данные сравнивались между собой и образцами отверстий регургитаций. Полученные результаты продемонстрировали полное соответствие как количественных, так и качественных эхокардиографических значений АПОР, аналогичным, измеренным *in vitro*. Более того, такие показатели как вена контракта в формате 3D более тесно коррелировала с аналогичными показателями, полученными при двумерной эхокардиографии [9].

При расчете ЭПОР даже небольшая ошибка при измерении радиуса зоны конвергенции со-

гласно формуле расчета, будет увеличена, и еще больше при определении объема регургитации. В этом плане представленный показатель АПОР выглядит более привлекательным. Среди факторов, ограничивающих данный метод является необходимость в чреспищеводном исследовании, временные затраты для обработки изображений в формате off-line. Относительно небольшое количество больных также является недостатком данного исследования.

ВЫВОДЫ.

Определение анатомической площади отверстия регургитации при митральной недостаточности является корректным объективным количественным методом, который выполним у больных с двумя и более регургитационными потоками, эксцентричной струей и несферической формой зоны конвергенции.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источники финансирования: не заявлены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Vandervoort P. M. et al. Application of color Doppler flow mapping to calculate effective regurgitant orifice area. An in vitro study and initial clinical observations //Circulation. – 1993. – Т. 88. – №. 3. – С. 1150-1156.
2. Enriquez-Sarano M. et al. Effective mitral regurgitant orifice area: clinical use and pitfalls of the proximal isovelocity surface area method //Journal of the American College of Cardiology. – 1995. – Т. 25. – №. 3. – С. 703-709.
3. Baumgartner H. et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease The Task Force for the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) //European heart journal. – 2017. – Т. 38. – №. 36. – С. 2739-2791
4. Little S. H. et al. Three-dimensional color Doppler echocardiography for direct measurement of vena contracta area in mitral regurgitation: in vitro validation and clinical experience //JACC: Cardiovascular Imaging. – 2008. – Т. 1. – №. 6. – С. 695-704.
5. Бузиашвили Ю. И. и др. Особенности ремоделирования левого желудочка и аппарата митрального клапана у больных ишемической болезнью сердца с прогрессирующим митральной регургитации после хирургического лечения //Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2015. – Т. 12. – №. 2. – С. 30-40.
6. Ларина В. Н., Алехин М. Н., Барт Б. Я. Синдром функциональной митральной регургитации у больных с хронической сердечной недостаточностью //Кардиология. – 2009. – Т. 49. – №. 11. – С. 77-80.
7. Chandra S. et al. A three-dimensional insight into the complexity of flow convergence in mitral regurgitation: adjunctive benefit of anatomic regurgitant orifice area //American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. – 2011. – Т. 301. – №. 3. – С. H1015-H1024.
8. Ashikhmina E. et al. Three-dimensional versus two-dimensional echocardiographic assessment of functional mitral regurgitation proximal isovelocity surface area //Anesthesia & Analgesia. – 2015. – Т. 120. – №. 3. – С. 534-542.
9. Schmidt F. P. et al. Usefulness of 3D-PISA as compared to guideline endorsed parameters for mitral regurgitation quantification //The international journal of cardiovascular imaging. – 2014. – Т. 30. – №. 8. – С. 1501-1508.