

Section 1. Clinical medicine

*Abdikarimov Fakhriddin Bakhramovich,
master, Physics and mathematics faculty*

E-mail: goodluck_0714@mail.ru

*Navruzov Kuralbay Navruzovich,
professor, department of applied mathematics
and mathematical physics*

E-mail: qurol_46@mail.ru

*Khujatov Nurbek Jumabaevich,
assistant-teacher, department of applied mathematics
and mathematical physics,*

E-mail: student_2008@mail.ru

*Babajanova Yulduz Ikrombayevna,
master, Physics and mathematics faculty*

Ultrasonic methods determining volume of cavities of ventricles of the heart

Abstract: Calculating of cavities of ventricles of the the heart according to an echocardiography, having big values in cardiology is considered in the article. Here the main attention is concentrated on the left ventricle of heart, as having the most correct form and the best available visualization. In article the area and length of cavities are defined, installing the ultrasonic sensor in a parasternal position on a short axis, at the level of the end of shutters of the mitral valve. Further, the ultrasonic sensor is installed in the apical four-chambered with access. The image is fixed, studied the long axis of the cavity is divided evenly n pieces. Each of its points of division, held parallel to a line perpendicular to inter ventricular septum. Each short-axis corresponds to certain areas of the cavities of the ventricles, which are also perpendicular to inter ventricular septum. Corresponding to each piece of the volume of the cavities of the ventricles of the heart is determined by calculating the approximate volume of a truncated cone. Then summing all of the volumes, we finally obtain the formula to calculate the volume of the cavities of the ventricles of the heart. It is shown that this method is accurate and reliable over the other method.

Keywords: Echocardiography, ultrasound, mitral, apical, parasternal, non-invasive.

*Абдикаримов Фахриддин Бахрамович,
магистр, физико-математический факультет*

E-mail: goodluck_0714@mail.ru

*Наврузов Куралбай Наврузович,
профессор кафедры прикладной математики
и математической физики*

E-mail: qurol_46@mail.ru

*Хужатов Нурбек Жумабаевич,
Ургенчский Государственный университет им. Ал-Хорезми,
учитель кафедры прикладной математики
и математической физики
E-mail: student_2008@mail.ru
Бабажанова Юлдуз Икромбоевна,
магистр, физико-математический факультет*

Ультразвуковые методы определения объема полостей желудочков сердца

Аннотация: В статье рассматривается определение объема полостей желудочков сердца по данным эхокардиографии, имеющее большое значение в кардиологии. Здесь основное внимание сосредоточено на левом желудочке сердца, как имеющим наиболее правильную форму и наиболее хорошо доступную визуализацию. В статье определяются площадь и длина полостей в парастеральной позиции ультразвукового датчика по короткой оси, на уровне конца створок митрального клапана. Далее ультразвуковой датчик устанавливается в апикальном с четырехкамерным доступом. Изображение фиксируется, исследуемая полость по длинной оси равномерно разбивается n отрезком. Ее каждые точки деления проводятся параллельные линии, перпендикулярно межжелудочковой перегородке. Каждой короткой оси соответствуют определенная площадь полостей желудочков, которая также перпендикулярна межжелудочковой перегородке. Соответствующему каждому отрезку объем полостей желудочков сердца, определяется с помощью вычисления приближенного объема усеченного конуса. Затем суммируя все объемы, окончательно получены формулы для вычисления объема полостей желудочков сердца. Показано, что данный метод точнее и надежнее по сравнению с другими методами.

Ключевые слова: Эхокардиография, ультразвуковое, митральное, апикальное, парастеральное, неинвазивное.

В эхокардиографии отсутствует единый подход к расчету объемных показателей полостей сердца. Большие количества предлагаемых в литературе подходов к оценке объемных показателей полостей сердца основаны одномерных, и в некоторых случаях в двухмерных измерений [1; 2; 3]. Однако эти измерения не удовлетворяют более точному определению объема полостей желудочков сердца. Поэтому, в настоящее время, определение объема полостей желудочков сердца по данным эхокардиографии остается актуальным вопросом кардиологии. Существует разнообразие способов и методов расчета объемов желудочковых камер. Так, например самым распространенным способом расчета объема левого желудочка является расчет по формуле Тейчхольца (Teichholz) [1; 2; 4; 5]. Также существует способ расчета [2], основанный на эллипсоидной модели и модели, основанный на представлении левого желудочка в

виде эллипсоида вращения. В зависимости от имеющейся патологии [3] для описания формы левого желудочка, также применяются гиперболоид, полусфера, усеченная сфера и другие фигуры вращения. Все эти методы сохраняют неадекватность отражения конфигурации нормального и патологического состояния сердца человека, несопоставимость результатов расчета объема одной полости разными методами и, как следствие, отсутствие единых критериев патологии. Также, невозможность их применения для расчета объема правого желудочка, связана как с особенностями его ультразвуковой визуализации, так и сложностью его формы. Наиболее приемлемым методом определения объемов полостей левого и правого желудочков, можно считать метод сечений — разделение объема на n подобных объемов, предложенный в работе [4]. Она основана на анатомической особенности строения желудочковых камер. Заключающаяся

в том, что форма внутреннего и внешнего контуров желудочков по короткой оси, несмотря на сложный характер, сохраняется на разрезе подобных фигур вдоль длинной оси сердца (перпендикулярно межжелудочковой перегородке). Наличие этой особенности подтверждает статистический анализ данных, полученных в результате патологоанатомических исследований серийных срезов сердца человека. Используя эту особенность, можно рассчитать объем желудочков сердца, имея лишь два сечения: по короткой и длинной осям, в терминах эхокардиографии — парастернально по короткой оси на уровне конца створок митрального клапана и апикальном с четырехкамерным доступом. При этом определяются площадь и длина полости в парастернальной позиции ультразвукового датчика по короткой оси чуть ниже уровня митральных клапанов. Далее ультразвуковой датчик устанавливается в апикальном с четырехкамерным доступом, изображение фиксируется. Исследуемая полость равномерно разбивается n параллельными линиями перпендикулярно межжелудочковой перегородке, с помощью штатных средств эхокардиографа, определяются размер желудочка по длинной оси и длина каждого отрезка, заключенного между точками пересечения внутреннего контура полости указанными линиями. Однако этот метод также имеет некоторые недостатки, так например, при вычислении объема учитываются подобные длины коротких осей, в разбиение длинной оси на n отрезков, а не площадь, предложенной формулы

для определения объема полостей желудочков сердца не обосновано с математической точки зрения. Поэтому точность формулы оказывается невысокой. В данной статье в отличие от выше указанных работ, сначала определяются площадь и длина полости в парастернальной позиции, устанавливая датчик по короткой оси, на уровне конца створок митрального клапана (Рис. 1). Далее ультразвуковой датчик устанавливается в апикальном с четырехкамерным доступом. Изображение фиксируется, исследуемая полость по длинной оси равномерно разбивается, на n отрезков (Рис. 2), как это делается, в работе [4]. В каждой точке деления, проводятся параллельные линии, перпендикулярно межжелудочковой перегородке (Рис. 1.).

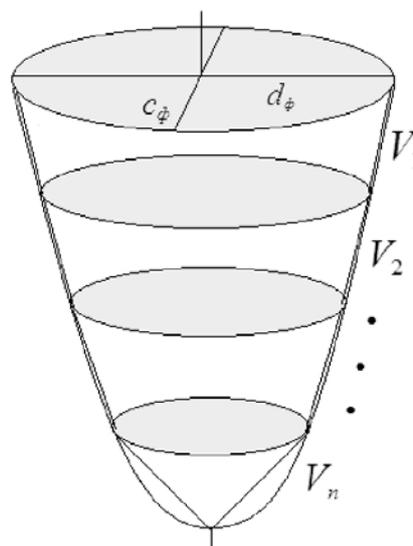


Рис. 1. Равномерно разбиение длинной оси на n -отрезков, содержащая каждый отрезка объема криволинейного усеченного конуса

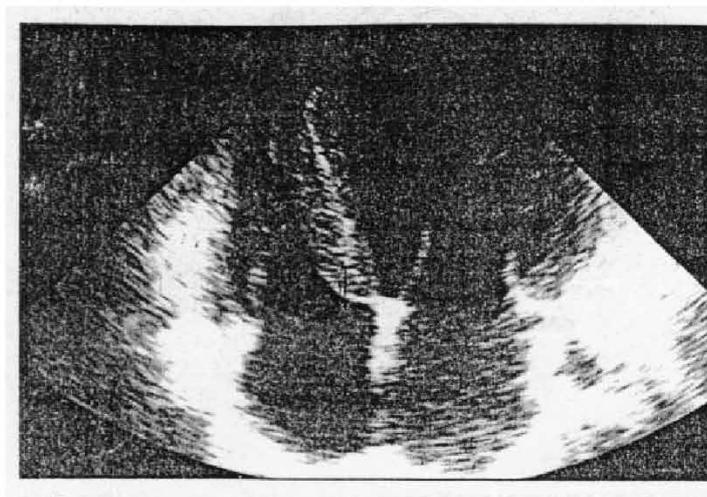
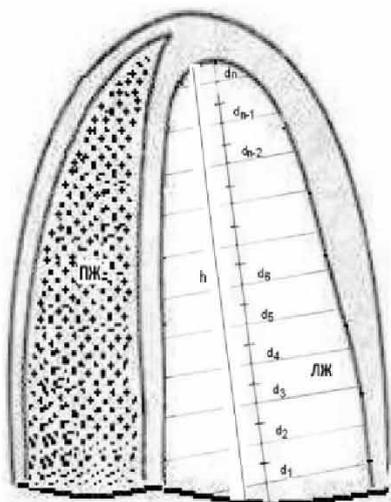


Рис. 2. Апикальная четырехкамерная позиция (предсердия не показаны)

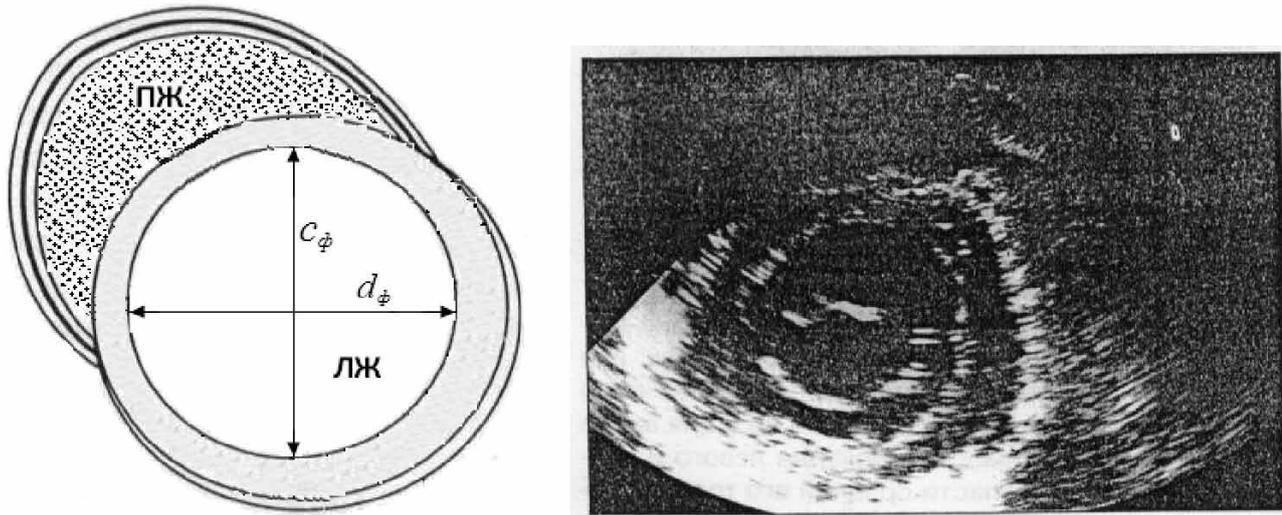


Рис. 3. Парастеральная позиция по короткой оси на уровне конца створок митрального клапана

Каждой короткой оси соответствуют определенные площади, которые также перпендикулярны межжелудочковой перегородке (Рис. 3). Подобные площади определяются с помощью формулы (1):

$S_1 = Kc_1d_1, S_2 = Kc_2d_2, S_3 = Kc_3d_3 \dots S_n = Kc_n d_n$, где K - коэффициент пропорциональности;

$c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ - параллельные оси;

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ - перпендикулярные оси межжелудочковой перегородке.

Из условия подобности S_n плоских фигур, вытекает, что:

$$\frac{c_1}{d_1} = \frac{c_2}{d_2} = \frac{c_3}{d_3} = \dots = \frac{c_n}{d_n} = N. \quad (2)$$

Отсюда, легко находим:

$$c_1 = Nd_1, c_2 = Nd_2, c_3 = Nd_3, \dots, c_n = Nd_n. \quad (3)$$

Учитывая (3) в (1), определим (формула (4)):

$$S_1 = KNd_1^2, S_2 = KNd_2^2, S_3 = KNd_3^2 \dots S_n = KNd_n^2.$$

Теперь, кусковой объем полостей желудочков сердца определим с помощью вычисления приближенного объема усеченного конуса. В этом случае каждому отрезку соответствует определенный объем усеченного конуса, которая вычисляется с помощью формулы:

$$\left\{ \begin{aligned} V_1 &= KN \frac{H}{3n} (d_1^2 + d_1d_2 + d_2^2) \\ V_2 &= KN \frac{H}{3n} (d_2^2 + d_2d_3 + d_3^2) \\ &\dots \\ V_{n-1} &= KN \frac{H}{3n} (d_{n-1}^2 + d_{n-1}d_n + d_n^2) \end{aligned} \right. \quad (5)$$

KN - коэффициент определяется из любой фиксированной площади подобных плоских фигур [6], поэтому его обозначим через фиксированный.

$$S_\phi = KNd_\phi^2, KN = \frac{S_\phi}{d_\phi^2}. \quad (6)$$

Подставляя (6) в (5), и суммируя все объемы, окончательно находим формулы для вычисления объема полостей желудочков сердца:

$$V_{ж} = \frac{S_\phi}{d_\phi^2} \frac{H}{3n} (d_1^2 + d_n^2 + 2(d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_{n-1}^2) + (d_1d_2 + d_2d_3 + \dots + d_{n-2}d_{n-1})) \quad (7)$$

где d_n - размер по короткой оси, проведенной точки деления n -ого отрезка перпендикулярно межжелудочковой перегородке;

H - размер желудочка по длинной оси;

d_ϕ - фиксированный размер полости в парастеральном доступе по короткой оси;

S_ϕ - фиксированная площадь полости в парастеральном доступе по короткой оси;

$\frac{S_\phi}{d_\phi^2} = KN$ - безразмерный геометрический

коэффициент подобных плоских фигур. Для известных фигур, так например, для шара, эллипсоида, конуса, цилиндра, призмы коэффициент KN - имеет точное значение:

- для шара: $KN = \frac{\pi}{4}$;
- для эллипсоида: $KN = \frac{\pi}{4} \frac{c_\phi}{d_\phi}$;

- для конуса: $KN = \frac{\pi}{4}$;
- для цилиндра: $KN = \frac{\pi}{4}$;
- для призмы: $KN = \frac{c \phi}{d \phi}$.

Для других известных геометрических фигур также можно определить конкретные значения KN .

Предложенный метод позволяет достичь следующего положительного эффекта:

- резкое уменьшение времени анализа данных эхокардиографического обследования;
- установление более точного измерения объема полостей желудочков сердца и надежно ставить диагноз для пациента.
- тестирование имеющейся известной геометрической фигуры (шар, конус, эллипсоид и др.) предложенной формулой, пять раз точнее, чем предложенные формулы [4; 6].
- предложенные формулы строго математически обоснованы, и каждый ее член имеет физический смысл.

Список литературы:

1. Мухарлямов Н. М., Беленков Ю. Н. Ультразвуковая диагностика в кардиологии. – М.: «Медицина», 1981. – 157 с.
2. Клиническая ультразвуковая диагностика./Под ред. Мухарлямова. – М., 1987. – Т. 1. – 185 с.
3. Тольжников В. А., Семенова Е. Н. Основные принципы расчета объемных показателей сердца.// Кардиология, – 1987. – Т. 27. 6, – С. 119–123.
4. Алпатов А. В. Способ определения объема полостей желудочков сердца.//Авторское свидетельство № 2194450, – 2002.
5. Teichholz L. E., Kreulen T., Herman M. V., Gorlin R. Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in presence or absence of asynergy.//Amer.J. Cardiology. – 1976. – Vol. 3. – P. 7.
6. Abdikarimov F. B., Navruzov Q. N., Khujatov N. J. New way scoping of a cavity of the left ventricle of heart according to an echocardiography.//European Science review, – Vienna, – № 2. – 2014. (March-April), – P. 44–46.

*Bychkov Eugene Nikolaevich,
Saratov State Medical University n. a. V. I. Razumovsky
Russian Ministry of Health,
Associate Professor of psychiatry, narcology,
psychotherapy and clinical psychology department, PhD*

*Borodulin Vladimir Borisovich,
Saratov State Medical University n. a. V. I. Razumovsky
Russian Ministry of Health,
Head of the biochemistry department, prof., MD*

*Baryl'nik Julia Borisovna,
Saratov State Medical University n. a. V. I. Razumovsky
Russian Ministry of Health,
Head of psychiatry, narcology, psychotherapy
and clinical psychology department, MD*

*Samoylova Daria Dmitrievna,
Saratov State Medical University n. a. V. I. Razumovsky
Assistant of psychiatry, narcology, psychotherapy
and clinical psychology department, PhD*