

международный научно-практический журнал

# КАРДИОЛОГИЯ

в Беларуси

[www.recipe.by](http://www.recipe.by)

2016, том 8, №1

## Учредители:

УП «Профессиональные издания»  
ОО «Белорусское научное общество кардиологов»

**Директор** Л.А. Евтушенко  
**Заместитель главного редактора** С.С. Игнатова  
**Руководитель службы рекламы и маркетинга** М.А. Коваль  
**Технический редактор** С.В. Каулькин

© «Кардиология в Беларуси»

## Подписка

в каталоге РУП «Белпочта» (Беларусь)  
индивидуальный индекс 01079  
ведомственный индекс 010792

В Украине подписка оформляется через офис  
ООО «Издательский дом «Профессиональные издания».

В электронных каталогах  
«Газеты и журналы» на сайтах агентств:

ООО «Интерпочта-2003» (Российская Федерация)  
ООО «Информнаука» (Российская Федерация)  
ЗАО «МК-Периодика» (Российская Федерация)  
ГП «Пресса» (Украина)  
ГП «Пошта Молдовей» (Молдова)  
АО «Летувос паштас» (Литва)  
ООО «Подписное агентство PKS» (Латвия)  
Фирма «INDEX» (Болгария)  
Kubon&Sagner (Германия)

Индекс 01079

Цена свободная.

Электронная версия журнала доступна  
в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU,  
в базе данных East View,  
в электронной библиотечной системе IPBooks

## Адрес редакции:

220012, Минск, ул. Чернышевского, 10а/814, 805  
Тел.: (017) 280-01-12, 280-88-09, 385-65-08, 385-65-09  
[www.recipe.by](http://www.recipe.by)  
E-mail: [cardio@recipe.by](mailto:cardio@recipe.by)

Периодичность выхода – один раз в два месяца.  
Формат 70х100 1/16. Печать офсетная  
Тираж – 1500 экземпляров.  
Заказ  
Подписано в печать 12.02.2016

Отпечатано в типографии  
ОДО «Дивимакс»  
г. Минск, пр. Независимости, 58, корпус №17  
Тел.: +375 (017) 233 92 06  
Лиц. № 02330/53 от 03.04.2009  
продлена 14.02.2014 №22 до 03.04.2019.

**Журнал зарегистрирован** в Министерстве информации  
Республики Беларусь 4 июня 2009 года  
Регистрационное свидетельство № 456

## Рецензируемое издание

Входит в Перечень научных изданий Республики Беларусь для  
опубликования результатов диссертационных исследований.  
Решение коллегии ВАК от 12.06.2009 (протокол №11/6)

Входит в Перечень российских рецензируемых научных журналов  
для публикации основных научных результатов диссертаций  
на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Научные статьи, опубликованные в журнале, для украинских  
соискателей ученых степеней на основании приказа  
МОУмолодьспорта Украины от 17.10.2012 № 1112 приравняются  
к зарубежным публикациям.

## Представительство в Украине:

ООО «Издательский дом «Профессиональные издания»  
**Директор** В.А. Ильина  
Контакты: тел.: +38 (067) 363-65-05, (095) 091-24-50  
E-mail: [profdom@ukr.net](mailto:profdom@ukr.net)

**Главный редактор** А.Г. Мрочек – академик НАН Беларуси,  
доктор медицинских наук, профессор  
**Научный редактор** А.Г. Булбак – доктор медицинских наук,  
профессор

## Редакционный совет:

Е.С. Атрошенко (Минск), д.м.н., проф.  
М.И. Бельская (Минск), к.м.н.  
Л.Г. Воронков (Киев), д.м.н., проф.  
Л.Г. Гелис (Минск), д.м.н., проф.  
Т.С. Долгошей (Гродно)  
Е.К. Курлянская (Минск), к.м.н., доц.  
О.Е. Лях (Гомель)  
В.Е. Луговой (Витебск)  
Н.А. Манак (Минск), член-корр. НАН, д.м.н., проф.  
А.И. Мартынов (Москва), акад. РАМН, д.м.н., проф.  
Н.П. Митьковская (Минск), д.м.н., проф.  
Т.А. Нечесова (Минск), к.м.н., доц.  
Ю.П. Островский (Минск), акад. НАН, д.м.н., проф.  
О.С. Павлова (Минск), к.м.н.  
А.В. Пацев (Минск)  
Н.Ф. Побиванцева (Брест), к.м.н.  
В.П. Подпалов (Витебск), д.м.н., проф.  
Л.З. Полонецкий (Минск), д.м.н., проф.  
А.М. Пристром (Минск), д.м.н., проф.  
В.М. Пырович (Гродно), д.м.н., проф.  
Н.В. Северина (Могилев)  
В.А. Снежицкий (Гродно), д.м.н.  
О.А. Суджаева (Минск), к.м.н.  
С.Г. Суджаева (Минск), д.м.н., проф.  
А.В. Фролов (Минск), д.б.н.  
А.В. Хапалюк (Минск), д.м.н., проф.  
Ю.М. Чеснов (Минск), д.м.н., доц.  
В.А. Янушко (Минск), д.м.н., проф.

# International scientific journal CARDIOLOGY IN BELARUS

## KARDIOLOGIJA V BELARUSI

www.recipe.by

2016, volume 8, №1

### Founder:

UE «Professional Editions»  
PA «Belarusian Scientific Society of Cardiologists»

### Director L. Evtushenko

Deputy editor-in-chief S. Ignatova

Head of advertising and marketing M. Koval

Technical editor S. Kaulkin

© Cardiology in Belarus

### Subscription:

in catalogue of the Republican unitary enterprise «Belposhta»  
(Belarus)  
individual index 01079  
departmental index 010792

In Ukraine the subscription via Office LLC  
«Publishing house «Professional Edition».

In electronic catalogs «Newspapers and Magazines»  
on the publisher's website:

LLC «Interpochta-2003» (Russian Federation)  
LLC «Informnauka» (Russian Federation)  
JSC «MK-Periodika» (Russian Federation)  
SE «Press» (Ukraine)  
SE «Poshta Moldovey» (Moldova)  
JSC «Letuvos pashtas» (Lithuania)  
LLC «Subscription Agency PKS» (Latvia)  
INDEX (Bulgaria)  
Kubon&Sagner (Germany)

Index 01079

The price is not fixed.

The electronic version of the journal is available on the Scientific  
electronic library eLIBRARY.RU,  
in the East View database, in the electronic library system IPRbooks

### Address of the editorial office:

220012, Minsk, Chernyshevsky str., 10a/814, 805  
Phone: +375 (017) 280 01 12, +375 (017) 280 88 09,  
+375 (017) 385 65 08, +375 (017) 385 65 09  
e-mail: cardio@recipe.by

The frequency of journal is 1 time in 2 months.  
Format 70×100 1/16. Litho  
Circulation is 1500 copies.  
Order№ .

Sent for the press 21.12.2015.

Printed in printing house

ALC «Divimax»

Minsk, Nezavisimosti ave., 58, building №17

phone: +375 (017) 233 92 06

License № 02330/53 от 03.04.2009

was extended 14.02.2014 №22 до 03.04.2019.

The journal is registered in the Ministry of information of the Republic  
of Belarus 04.06.2009

Registration certificate № 456

### Peer-reviewed edition

The journal is included into a List of scientific publications of the Republic  
of Belarus for the publication of the results of the dissertation research.  
HCC board decision of 12.06.2009 (protocol № 11/6)

The journal is included into a List of reviewed scientific publications  
of Russian Federation for the publication of the main scientific results for  
the degree of Full Doctor and MD.

Scientific articles published in the journal for Ukrainian applicants  
of academic degrees on the basis of the order of Ministry of Education  
and Science, Youth and Sports of Ukraine from 17.10.2012 № 1112 are  
equated to foreign publications.

### Representative Office in Ukraine:

LLC «Publishing house «Professional Edition»

Director V. Ilyina

Contacts: phone: +38 (067) 363 65 05, (095) 091 24 50

e-mail: profidom@ukr.net

Editor-in-chief A. Mrochek – Acad. of NAS of Belarus, Full Doctor,  
Professor

Scientific editor A. Bulgak – Full Doctor, Professor

### Editorial Council:

E. Atroshenko (Minsk), Full Doctor, Prof.

M. Bel'skaya (Minsk), M.D.

Yu. Chesnov (Minsk), Full Doctor, Assoc. Prof.

T. Dolgoshei (Grodno)

A. Frolov (Minsk), Full Doctor

A. Hapalyuk (Minsk), Full Doctor, Prof.

L. Gelis (Minsk), Full Doctor, Prof.

A. Kurlianskaya (Minsk), M.D., Assoc. Prof.

V. Liakh (Gomel)

V. Lugovoi (Vitebsk)

M. Manak (Minsk), Fellow of NAS of Belarus, Full Doctor, Prof.

A. Martynov (Moscow), Acad. of RAMS, Full Doctor, Prof.

N. Mit'kovskaya (Minsk), Full Doctor, Prof.

T. Nechesova (Minsk), M.D., Assoc. Prof.

Yu. Ostrovskii (Minsk), Acad. of NAS of Belarus, Full Doctor, Prof.

A. Paceev (Minsk)

V. Paulava (Minsk), M.D.

N. Pobivanceva (Brest), M.D.

V. Podpalov (Vitebsk), Full Doctor, Prof.

L. Poloneckii (Minsk), Full Doctor, Prof.

A. Pristrom (Minsk), Full Doctor, Prof.

V. Pyrochkin (Grodno), Full Doctor, Prof.

N. Severina (Mogilev)

V. Snezhickii (Grodno), Full Doctor

V. Sudzhaeva (Minsk), M.D.

S. Sudzhaeva (Minsk), Full Doctor, Prof.

L. Voronkov (Kiev), Full Doctor, Prof.

V. Yanushko (Minsk), Full Doctor, Prof.

© «Professional Editions» Unitary Enterprise, 2016

© Design and decor of «Professional Editions»

Unitary Enterprise, 2016

Responsibility for the accuracy of the given facts, quotes, own names and other data,  
and also for disclosure of the classified information authors bear.

Editorial staff can publish articles as discussion, without sharing the point of view  
of the author.

Copyright is protected. Any reproduction of materials of the edition is possible only  
with written permission of edition with an obligatory reference to the source.

**Научные публикации.****Оригинальные исследования**

Факторы риска развития острой сердечной недостаточности при кардиохирургических вмешательствах у лиц с ИБС с пограничной фракцией выброса  
*Шибeko H.A., Гелис Л.Г., Русак Т.В.* .....6

Предоперационная почечная дисфункция связана с неблагоприятным госпитальным и отдаленным исходом после аортокоронарного шунтирования  
*Шафранская К.С., Зыков М.В., Быкова И.С., Кашталап В.В., Кузьмина О.К., Иванов С.В., Сумин А.Н., Кутихин А.Г., Барбараш О.Л.* ..... 15

Варианты повторной реваскуляризации и консервативного лечения у больных ишемической болезнью сердца с рецидивом стенокардии после операции коронарного шунтирования  
*Фанта С.М., Аксенов Е.В., Лазоришинец В.В.* ..... 25

Прогнозирование рецидивирующих коронарных событий у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST после эффективной эндоваскулярной реперфузии  
*Митьковская Н.П., Абельская И.С., Журавков М.А., Галицкая С.С., Статкевич Т.В., Постоялко А.С., Медведев Д.Г., Босяков С.М., Яблонский О.Л.*..... 32

Гипергликемия на фоне острого инфаркта миокарда  
*Смирнова Е.С.* ..... 45

Пластика или протезирование митрального клапана у пациентов с выраженной ишемической митральной недостаточностью?  
 Пилотное исследование  
*Шумовец В.В., Гринчук И.И., Андралюль И.Е., Шкет А.П., Курганович С.А., Лысенко Е.Р., Семенова Н.В., Островский Ю.П.* ..... 61

Гистостереометрическое изучение структурных изменений легочного сердца у крыс  
*Гнатюк М.С., Слабый О.Б., Татарчук Л.В.* ..... 73

**Обзоры и лекции**

Ресинхронизирующая терапия: основные показания и проблемы применения у пациентов с хронической сердечной недостаточностью  
*Атрощенко Е.С., Романовский Д.В., Кошлатая О.В.* ..... 79

Обзор европейских клинических рекомендаций по кардиологии 2015 г.  
*Канорский С.Г.* ..... 88

**Практикующему врачу**

Трехмерные, двухмерные и неволюметрические эхокардиографические методы оценки контрактильности правого желудочка  
*Соколов А.А., Марцинкевич Г.И.* ..... 98

Миокардиальные мостики: анатомические, патофизиологические и клинические особенности  
*Горустович О.А., Снежицкий В.А., Околоулак Е.С.* ..... 108

**Применение лекарственных средств**

Влияние небиволола на жесткость общей сонной артерии у мужчин с эссенциальной артериальной гипертензией: оценка вклада частоты сердечных сокращений и морфофункциональных изменений  
*Гайшун Е.И., Пристром А.М., Сукало Е.А.* ..... 117

Левосимендан улучшает систолическую функцию левого желудочка и параметры церебральной гемодинамики у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST, осложненным левожелудочковой недостаточностью  
*Лебедева Н.Б., Тарасов Н.И., Чеснокова Л.Ю., Исаков Л.К., Синькова М.Н., Кашталап В.В., Кутихин А.Г., Барбараш О.Л.* ..... 123

Изучение влияния бисопролола на плотность бета-2 адренорецепторов и аденилатциклазную активность мембран эритроцитов у пациентов с хронической сердечной недостаточностью  
*Алиева Т.А., Камилова У.К.* ..... 133

Влияние ингибиторов дипептидилпептидазы-4 на показатели липидного обмена у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа в сочетании с метаболическим синдромом  
*Исмаилова Г.А.* ..... 138

**Scientific publications. Original researches**

Risk factors of acute heart failure in cardiac surgery in patients with coronary artery disease with preserved ejection fraction  
*Shybeka N., Gelis L., Rusak T.* ..... 6

Preoperative renal dysfunction is associated with an adverse in-hospital and long-term outcome after cabg surgery  
*Shafranskaya K., Zykov M., Bykova I., Kashtalap V., Kuzmina O., Ivanov S., Sumin A., Kutikhin A., Barbarash O.* ..... 15

Variants of repeated revascularization and medical treatment of recurrent angina after coronary artery bypass surgery  
*Fanta S., Aksenov E., Lazoryshynets V.* ..... 25

Prediction of recurrent coronary events in patients with ST-segment elevation acute coronary syndrome after effective endovascular reperfusion  
*Mitkovskaya N., Abelsakya I., Zhuravkov M., Galitskaya S., Statkevich T., Postoyalko A., Medvedev D., Bosyakov S., Yablonski O.* ..... 32

Hyperglycemia in patients with acute myocardial infarction  
*Smirnova E.* ..... 45

Mitral valve repair or replacement in patients with severe ischemic mitral regurgitation? A pilot study  
*Shumavet V., Grinchuk I., Andralois I., Shket A., Kurganovich S., Lysjonok E., Semenova N., Ostrovski Yu.* ..... 61

Hystostereometrical study structural changes ventricles of cor pulmonale  
*Hnatjuk M., Slaby O., Tatarchuk L.* ..... 73

**Reviews and lectures**

Cardiac resynchronization therapy: basic evidence and problems of using in patients with chronic heart failure  
*Atroschenko E., Romanovski D., Koshlataya O.* ..... 79

Rewiew of European clinical practice guidelines for cardiology 2015  
*Kanorskil S.* ..... 88

**To the practitioner**

The evaluation of contractility of the right ventricle by three- and two-dimensional echocardiographia and with using non volumetric methods  
*Sokolov A., Martsinkievich G.* ..... 98

Myocardial bridges: anatomical, pathophysiological and clinical features  
*Gorustovich O., Snezhickiy V., Okolokulak E.* ..... 108

**Drugs applying**

Influence of nebivolol on the carotid arterial stiffness of men with essential arterial hypertension: estimation of heart rate and morphofunctional changes contribution  
*Gaishun E., Pristrom A., Sukalo E.* ..... 117

Levosimendan improves left ventricular systolic function and cerebral hemodynamic parameters in patients with ST-segment elevation myocardial infarction complicated by left ventricular heart failure  
*Lebedeva N., Tarasov N., Chesnokova L., Isakov L., Sin'kova M., Kashtalap V., Kutikhin A., Barbarash O.* ..... 123

Study of the influence bisoprolol on the density of beta-2 adrenergic receptors and adenylate cyclase activity of erythrocyte membranes in patients with chronic heart failure  
*Alieva T., Kamilova U.* ..... 133

Impact of DPP-4 inhibitors on indicators of lipid exchange at patients with type 2 diabetes mellitus in combination with metabolic syndrome  
*Ismailova G.* ..... 138

## Трехмерные, двухмерные и неволюметрические эхокардиографические методы оценки контрактильности правого желудочка

The evaluation of contractility of the right ventricle by three- and two-dimensional echocardiography and with using non volumetric methods

---

### Резюме

Проанализированы данные эхокардиографического исследования 275 лиц разного возраста, из них 140 – дети, после операции по поводу тетрады Фалло и 135 практически здоровых лиц в возрасте от 1 года до 59 лет. Оценивалась возможность и эффективность оценки контрактильности правого желудочка с применением трех- и двухмерной эхокардиографии, а также с применением неволюметрических методов: М-режимной эхокардиографии, тканевой доплерографии и методов отслеживания пятна (speckle tracking). Показано, что трехмерная эхокардиографическая оценка контрактильности правого желудочка является точным и воспроизводимым методом для оценки сократимости правого желудочка, однако возможности метода ограничены окном локации у 49% взрослых и 25% детей. Неволюметрические методы оценки контрактильности правого желудочка, обладающие высокой воспроизводимостью, позволяют оценивать контрактильность правого желудочка у 99% обследуемых. Установлено, что наиболее эффективным неволюметрическим методом оценки сократимости правого желудочка является метод оценки скорости движения фиброзного кольца трикуспидального клапана с использованием М-режимной эхокардиографии.

**Ключевые слова:** трехмерная эхокардиография, правый желудочек, фракция выброса, оценка контрактильности правого желудочка, TAPSE.

---

### Abstract

The data echocardiography 275 subjects of different ages, of which 140 children after surgery for tetralogy of Fallot and 135 healthy individuals aged from 1 year to 59 years. We evaluated the feasibility and effectiveness assessment of contractility of the right (RVEF) ventricle using a three-dimensional echocardiography and non volumetric methods: M-mode echocardiography, tissue Doppler and by speckle tracking. It is shown that three-dimensional echocardiographic assessment of ejection fraction of the right ventricle is an accurate and reproducible method to assess the RVEF, but the possibilities of the method are limited acoustic window ranging from 49% of adults and 25% children. It was shown non volumetric methods for assessing contractility of the right ventricle

had good reproducibility and allow the assessment of RVEF in 99% of subjects. It was found that the most effective method of assessing non volumetric RVEF is a method of estimating a systolic long-axis peak velocity at the lateral tricuspid annulus which most accurately detects moderately impaired RVEF as obtained by M-mode echocardiography.

**Keywords:** three-dimensional echocardiography, TAPSE, right ventricular ejection fraction, right ventricular contractility.

## ■ ВВЕДЕНИЕ

Оценка контрактильности правого желудочка (ПЖ) с помощью рутинной эхокардиографии является достаточно сложной задачей. Это обусловлено особенностью формы желудочка и характером сокращения. Правый желудочек в отличие от левого не может быть характеризован эллипсоидной моделью, используемой в двухмерной оценке геометрии и функции левого желудочка. Как известно, ПЖ имеет треугольную форму и состоит из трех частей: приточной, трабекулярной и отточной или инфундибулярной. В соотношении с левым желудочком правый как бы «охватывает» левый желудочек и в значительной мере использует энергию последнего для продвижения крови в легочную артерию, тем более что оба желудочка имеют общую мышечную часть – межжелудочковую перегородку. Межжелудочковая перегородка играет значительно меньшую роль в насосной и контрактильной функции правого желудочка, чем в функционировании левого. Основное значение в сокращении правого желудочка имеет трабекулярная (апикальная) часть правого желудочка и свободная стенка, при этом основной вектор сократительного движения ПЖ направлен от основания сердца к трабекулярной части. В связи с этим достоверная оценка контрактильной и насосной функции правого желудочка возможна только с использованием магниторезонансной томографии или трехмерной эхокардиографии, т.е. методов, дающих возможность оценки сложного пространственного движения всех стенок и отделов правого желудочка [1].

Вместе с тем применение МРТ и 3D-ЭхоКГ достаточно дорогостояще и трудоемко, требует специального оборудования, хорошей визуализации и квалифицированного персонала. В связи с этим целью настоящего исследования было изучение возможностей двухмерной эхокардиографии и неволюметрических методов для оценки контрактильности правого желудочка.

Один из простых и эффективных методов оценки контрактильности правого желудочка основан на измерении амплитуды движения фиброзного кольца (ФК) трикуспидального клапана (TAPSE – Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion), его недостатком является невозможность корректного использования у детей, показана достоверная корреляция TAPSE не только с фракцией выброса правого желудочка, но и с возрастом [2].

Высокая взаимосвязь между величиной экскурсии (TAPSE) фиброзного кольца трикуспидального клапана и возрастом делает невозмож-

ным использование стандартных величин нормы данного показателя у детей различного возраста. Это требует либо разработки нормативов с учетом площади поверхности тела или применения каких-либо других подходов. Вместе с этим существует другой вариант оценки контрактильности правого желудочка TAPSV – peak systolic velocity of tricuspid annulus, обычно определяющаяся с помощью импульсно-волновой тканевой доплерографии. Скорость движения фиброзного кольца трикуспидального клапана (TAPSV) имеет достоверную корреляцию с фракцией выброса правого желудочка ( $r=0,66$ ,  $p<0,001$ ) [3]. Значение скорости может быть измерено с применением технологии speckle tracking, а также при помощи М-режимной эхокардиографии [4], причем наиболее точно скорость движения ФК отражает именно эта технология.

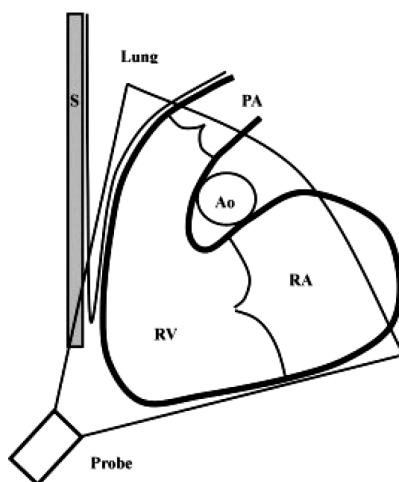
## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка диагностических возможностей волюметрических и неволюметрических способов оценки контрактильности правого желудочка.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включено 100 практически здоровых детей в возрасте от 1 года до 17 лет, средний возраст  $6,45\pm3,9$  года (группа А); 35 практически здоровых лиц в возрасте 18–59 лет,  $30,2\pm9,2$  года (группа Б), и 140 детей через 6–18 месяцев после хирургической коррекции ВПС (тетрада Фалло, в возрасте от 1 года до 5 лет,  $1,7\pm1,8$  года) – группа В.

Использовали ультразвуковую систему iE-33, X-Matrix (Philips), стандартную двухмерную эхокардиографию, трехмерную эхокардиографию. Определяли скорость движения латеральной части фи-



**Рис.1. Позиция для определения объема правого желудочка с использованием двухмерной и трехмерной эхокардиографии**

брозного кольца трикуспидального клапана с применением: тканевой доплерографии, М-режимной эхокардиографии, технологии speckle tracking (Q-lab ver. 9).

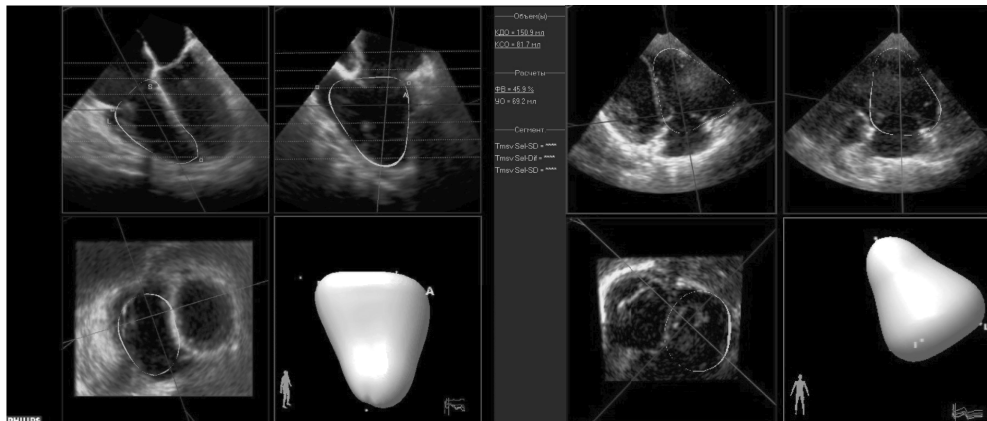
Все результаты исследования сохранялись в DICOM формате для последующей обработки. Двухмерная оценка контрактильности и объемов правого желудочка осуществлялась в процессе текущего исследования (онлайн) с использованием алгоритма «площадь-длина» в позиции длинной оси правого желудочка (приток-отток) [5]. Из этой же позиции осуществляли получение изображения для трехмерной реконструкции правого желудочка (рис. 1).

Для трехмерной реконструкции объема правого желудочка выполнялась онлайн-регистрация «полного» объема сердца с сохранением результатов в базе данных с последующей постобработкой, получением в режиме офлайн диастолического и систолического объемов правого желудочка, вычислением фракции выброса. Использовалась программа постобработки фирмы Philips (QLAB ver. 9) (рис. 2).

Скорость движения фиброзного кольца трикуспидального клапана определяли по стандартным методикам [6]. Использовали М-режимную эхокардиографию (рис. 3), тканевую импульсно-волновую доплерографию и метод «отслеживания пятна» (speckle tracking, рис. 4).

Все включенные в исследование пациенты были обследованы двумя различными специалистами. Определяли воспроизводимость каждого из методов. Воспроизводимыми результатами считали значения показателя, не различающиеся более чем на 10% у одного и того же пациента, полученные двумя различными исследователями [7, 8].

Расход времени определяли как сумму времени, затраченного собственно на данный вид исследования, и времени на обработку первичных данных в системе QLAB. Статистическая обработка цифровых данных осуществлялась с помощью программы Statistica for Windows ver. 6. Достоверными считали различия при значениях  $p < 0,05$ .



Чреспищеводная ЭхоКГ

Трансторакальная ЭхоКГ

**Рис. 2. Реконструкция трехмерного изображения правого желудочка**



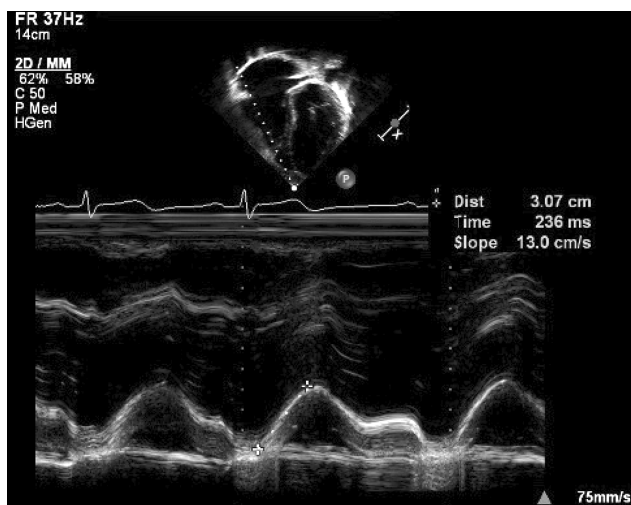


Рис. 3. Определение скорости движения фиброзного кольца с применением М-режима ЭхоКГ

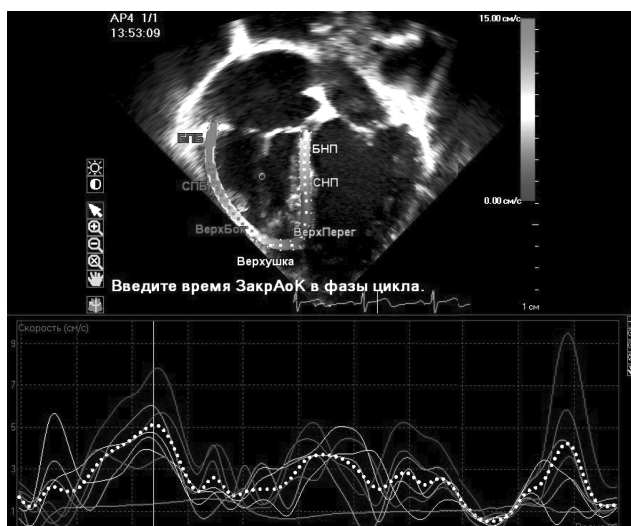


Рис. 4. Определение скорости движения фиброзного кольца трикуспидального клапана методом Speckle tracking (отслеживание пятна)

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При обследовании 100 практически здоровых лиц в возрасте от 1 года до 17 лет только у 75 обследуемых удалось получить качественную трехмерную реконструкцию объема полости правого желудочка. Из 35 обследованных в возрасте 18–59 лет трехмерная реконструкция правого желудочка получена у 18 пациентов. Из 140 детей, перенесших

Таблица 1

**Возможности оценки функции правого желудочка при помощи эхокардиографии**

Группа	3D-ЭхоКГ	2D-ЭхоКГ	М-режимная ЭхоКГ	Тканевой доплер	Speckle tracking
Группа А дети 1–17 (n=100), успех	75 (75%)	89 (89%)	100 (100%)	100 (100%)	100 (100%)
Затраты, минут	35±12	10±8,5	1±1	4±1	10±2
Воспроизводимость, n (%)	69 (92)	85 (95)	98 (98)	92 (92)	72 (72)
Группа Б 18–59 лет (n=35), успех	18 (51%)	19 (54%)	35 (100%)	35 (100%)	35 (100%)
Затраты, минут	40±14	12±4,5	1±1	5±2	11±2,5
Воспроизводимость, n (%)	16 (89)	16 (89)	18 (100)	33 (94)	27 (77)
Группа В дети после операции, 1–5 лет (n=140), успех	75 (53%)	85 (60%)	140 (100%)	140 (100%)	138 (98%)
Затраты, минут	38±13	11±5,5	1±1	3±1	15±3
Воспроизводимость, n (%)	73 (97)	80 (68)	134 (96)	119 (85)	98 (71)

операцию по поводу тетрады Фалло, трехмерная реконструкция объема правого желудочка, пригодная для оценки его функции и объема, получена у 75 обследуемых, что составило 53%. У 100% обследуемых всех трех групп качественно и воспроизводимо определены значения скоростей движения фиброзного кольца трикуспидального клапана (табл. 1).

У детей, перенесших хирургические операции, проанализировали диагностическую возможность определения фракции выброса правого желудочка различными методами, эталонным методом считали


**Рис. 5. Корреляции значений ФВпж по данным трех- и двухмерной эхокардиографии**

трехмерную эхокардиографию. Фракция выброса правого желудочка, определенная при помощи двухмерной эхокардиографии, достоверно коррелировала с данными трехмерной ЭхоКГ (рис. 5).

Скорость движения фиброзного кольца трикуспидального клапана, определенная разными методами, также имела достоверную прямую связь с фракцией выброса правого желудочка, оцененной при помощи трехмерной эхокардиографии. Были предложены уравнения линейной регрессии для определения ФВпж: М-режим –  $R=0,55$ ,  $p=0,002$  ( $EF_{пж}=48,346+1,8343 \cdot \text{ФКтк М}$ ); тканевой доплер,  $R=0,58$ ,  $p=0,001$  ( $EF_{пж}=45,230+1,5493 \cdot \text{ФКтк ТД}$ ); СТ –  $R=0,5$  ( $p=0,02$ ).

Скорость движения фиброзного кольца трикуспидального клапана, определенная различными методами в группах здоровых лиц (взрослые и дети), достоверно не различалась (табл. 2). При этом скорость движения фиброзного кольца трикуспидального клапана у детей, перенесших операцию по поводу тетрады Фалло, была достоверно ниже таковой у здоровых лиц, независимо от метода определения параметра.

Несомненно, магнитно-резонансная томография и трехмерная эхокардиография являются наиболее надежными и достоверными методами оценки объема и функции правого желудочка. В то же время главными ограничениями этих методов являются высокая стоимость как оборудования, так и исследования, большие временные затраты и не 100%-я возможность выполнения трехмерной эхокардиографии у всех пациентов [9]. В связи с этим оценка известных и доступных ультразвуковых методов изучения контрактильности правого желудочка продолжает оставаться актуальной задачей.

В нашем исследовании было показано, что трехмерная трансторакальная ЭхоКГ была достаточно эффективной методикой оценки контрактильности правого желудочка у лиц различного возраста. Метод обладал хорошей воспроизводимостью (от 88 до 97%) у разных категорий пациентов, при этом технические и анатомические препятствия для выполнения исследования обнаруживались в нашем исследовании у 40% обследуемых всех групп (25 до 49 %), примерно такие же данные сообщают Khoo NS et al. [10].

Кроме того, некоторые исследователи указывают на систематическое занижение объемов полости правого желудочка при использовании трехмерной эхокардиографии. Значения диастолического объема

**Таблица 2**

**Значение скоростей движения фиброзного кольца трикуспидального клапана с использованием различных методов исследования**

Показатель	Группа А, n=140	Группа Б, n=35	Группа В, n=100
ФКтк М, см/с	9,16±1,79 <sup>#</sup>	9,83±1,50 <sup>#</sup>	5,91±1,50 <sup>#</sup>
ФКтк ТД, см/с	14,2±2,05 <sup>#</sup>	13,2±2,07 <sup>#</sup>	8,60±0,99 <sup>#</sup>
ФКтк СТ, см/с	10,2±4,61	9,9±4,52	7,22±2,02 <sup>*</sup>

Примечания:

\* – достоверность различий с группами А и Б;

# – внутригрупповые достоверные различия ФКтк ТД и ФКтк М;

ФКтк М – скорость движения фиброзного кольца трикуспидального клапана, определенная с помощью М-режимной эхокардиографии, ФКтк ТД – с помощью тканевой доплерографии, ФКтк СТ – с помощью технологии Speckle tracking.

недооцениваются в среднем на 32%, при этом фракция выброса завышается в среднем на 13% [11]. Вместе с тем большинство исследователей считает трехмерную эхокардиографию корректным инструментом для оценки функции правого желудочка [9].

Таким образом, трехмерная эхокардиография может служить опорным методом в большей мере для определения фракции выброса правого желудочка, чем его объемов. Соответственно, в нашем исследовании двухмерная эхокардиография показала достаточно хорошее соответствие результатам трехмерной эхокардиографии.

Скорость систолического движения фиброзного кольца трикуспидального клапана отражает контрактильность правого желудочка. В последние годы разработаны нормативные значения этого показателя с использованием импульсно-волновой доплерографии. По данным различных авторов, скорость свыше 11–13 см/с соответствует нормальной фракции выброса правого желудочка [12, 13]. Всякое доплеровское изменение скорости является «угол-зависимым», то есть чем больше угол между направлением движения объекта и лучом – тем больше ошибка в измерении. Оценка скорости движения фиброзного кольца трикуспидального клапана с использованием М-режимной эхокардиографии – более точный метод [9]. В нашем исследовании максимальные значения скоростей во всех группах показала тканевая доплерография, меньшие – Speckle tracking и М-режимная эхокардиография (табл. 2). Внутригрупповых различий между систолическими скоростями движения трикуспидального клапана, определенного Speckle tracking и двумя другими методами, не было, в то время как значения скоростей, определенных методом тканевой доплерографии, были достоверно более высокие, чем при М-режимной эхокардиографии. Скорость движения фиброзного кольца трикуспидального клапана у пациентов, перенесших операцию по поводу тетрады Фалло, была достоверно более низкой, чем у здоровых лиц, независимо от метода определения. Это подчеркивает информативность неволюметрических методов исследования, так, фракция выброса правого желудочка по данным трехмерной ЭхоКГ в группе детей после операции составила  $50,1 \pm 6,2\%$ , в то время как в группах А и Б (здоровые): А –  $64,3 \pm 2,2$ , Б –  $60,2 \pm 3,6\%$ . Следует отметить, что ФВпж ниже 55% в группе В (после операции) наблюдалась у 40% пациентов, а именно у лиц, перенесших трансаннулярную пластику выхода из правого желудочка. Что вполне согласуется с результатами других исследований [14].

Наибольшие затраты времени определялись при выполнении трехмерной эхокардиографии, наименьшие – при М-режимном определении скорости движения фиброзного кольца трикуспидального клапана. Несомненным достоинством трехмерной эхокардиографии является дополнительная информация об объеме желудочка и его геометрии, метод имеет ограничения в виде низкого процента успеха исследования, требует больших временных затрат, специального оборудования. Двухмерная ЭхоКГ требует меньших затрат времени, не обусловлена применением специального оборудования и вполне может быть использована для практической оценки сократимости правого желудочка. Безусловным лидером неволюметрических методов оценки контрактильности правого желудочка является М-режимная

эхокардиография, обладая отличной воспроизводимостью (96–98%), не требует специального оборудования и сложной постобработки. По нашим данным, скорость движения фиброзного кольца трикуспидального клапана, определенная с помощью М-режимной эхокардиографии, не имела достоверной корреляции с возрастом обследуемых ( $R=0,14$ ,  $p=0,072$ ), в отличие от применения TAPSE [2]. При минимальных затратах времени возможно получение важной информации о контрактильности правого желудочка. Технологии Speckle tracking и импульсно-волновая доплерография также могут быть применены как «быстрые» способы оценки сократимости правого желудочка, однако Speckle tracking показал лишь удовлетворительную повторяемость результатов, требует постобработки изображения, при этом методика, как и тканевое доплеровское исследование, требует специального оборудования.

## ■ ВЫВОДЫ

1. Для оценки контрактильности правого желудочка могут использоваться как волюметрические, так и неволюметрические методы.
2. Двухмерная трансторакальная эхокардиография в оценке фракции выброса правого желудочка не уступает по воспроизводимости трехмерной эхокардиографии, превосходя ее по возможностям практического использования, и требует меньших временных затрат.
3. Неволюметрические методы оценки контрактильности правого желудочка могут служить быстрыми и эффективными способами оценки сократимости правого желудочка у различных категорий пациентов.
4. Наиболее простым и хорошо воспроизводимым методом оценки контрактильности правого желудочка является М-режимная оценка систолической скорости движения фиброзного кольца трикуспидального клапана.

---

## ■ ЛИТЕРАТУРА

1. Dragulescu A., Grosse-Wortmann L., Fackoury C., Mertens L. (2012) Echocardiographic assessment of right ventricular volumes: a comparison of different techniques in children after surgical repair of tetralogy of Fallot. *Euro Heart J Cardiovasc Imaging*, vol. 13, no 7, pp. 596–604.
2. Núñez-Gil I., Rubio M., Cartón A. (2011) Determination of normalized values of the tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) in 405 Spanish children and adolescents. *Rev Esp Cardiol.*, vol. 64, no 8, pp. 674–680.
3. De Castro S., Cavarretta E., Milan A. (2008) Usefulness of tricuspid annular velocity in identifying global RV dysfunction in patients with primary pulmonary hypertension: a comparison with 3D echo-derived right ventricular ejection fraction. *Echocardiography*, vol. 25, no 3, pp. 289–293.
4. Niti M., Dhutia N., Zolgharni M., Willson K. (2014) Guidance for accurate and consistent tissue Doppler velocity measurement: comparison of echocardiographic methods using a simple vendor-independent method for local validation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, vol. 15, no 7, pp. 817–827.



5. Ostenfeld E., Carlsson M., Shahgaldi K. (2012) Manual correction of semi-automatic three-dimensional echocardiography is needed for right ventricular assessment in adults; validation with cardiac magnetic resonance. *Cardiovasc ultrasound*, no 10, pp. 1–10.
6. Rudski L., Lai W., Afilalo J. (2010) Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.*, vol. 23, no 7, pp. 685–713.
7. Leibundgut G., Rohner A., Grize L., Bernheim A., Kessel-Schaefer A., Bremerich J. (2010) Dynamic assessment of right ventricular volumes and function by real-time three-dimensional echocardiography: a comparison study with magnetic resonance imaging in 100 adult patients. *J Am Soc Echocardiogr.*, no 23, pp. 116–126.
8. Luijnenburg S., Robbers-Visser D., Moelker A., Vliegen H. (2010) Intra-observer and interobserver variability of biventricular function, volumes and mass in patients with congenital heart disease measured by CMR imaging. *Int J Cardiovasc Imaging*, no 26, pp. 57–64.
9. Le Tourneau T., Piriou N., Donal E. (2011) Imaging and modern assessment of the right ventricle. *Minerva Cardioangiol.*, vol. 59, no 4, pp. 49–373.
10. Khoo N., Young A., Occleshaw C., Cowan B. (2009) Assessments of right ventricular volume and function using three-dimensional echocardiography in older children and adults with congenital heart disease: Comparison with cardiac magnetic resonance imaging. *J Am Soc Echocardiogr.*, vol. 22, no 11, pp. 1279–1288.
11. Crean A., Maredia N., Ballard G. (2011) 3D Echo systematically underestimates right ventricular volumes compared to cardiovascular magnetic resonance in adult congenital heart disease patients with moderate or severe RV dilatation. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, no 13, pp. 13–78.
12. Le Tourneau T., Piriou N., Donal E. (2011) Imaging and modern assessment of the right ventricle. *Minerva Cardioangiol.*, vol. 59, no 4, pp. 349–373.
13. Miller D., Farah M., Liner A. (2004) The relation between quantitative right ventricular ejection fraction and indices of tricuspid annular motion and myocardial performance. *J Am Soc Echocardiogr.*, vol. 17, no 5, pp. 443–447.
14. Graham T., Cjrgel D., Atwood G. (1976) Right ventricular volume characteristics before and after palliative and reparative operation in tetralogy of Fallot. *Circulation*, no 54, pp. 417–423.

Поступила / Received: 14.01.2016

Контакты / Contacts: falco@cardio.tsu.tomsk.ru