

Г.П. Нарциссова, Д.С. Прохорова, Н.В. Матвеева,  
Ю.Н. Горбатов, Ю.С. Синельников, А.Ю. Омельченко

## Оценка легочной регургитации методом доплер-эхокардиографии у пациентов после радикальной коррекции тетрады Фалло

ФГБУ «ННИИПК  
им. акад. Е.Н. Мешалкина»  
Минздравсоцразвития  
России, 630055,  
Новосибирск,  
ул. Речкуновская, 15,  
crsc@nncsr.ru

УДК 616121-007253-073.48  
ВАК 14.01.26

Поступила в редакцию  
27 ноября 2011 г.

© Г.П. Нарциссова,  
Д.С. Прохорова,  
Н.В. Матвеева,  
Ю.Н. Горбатов,  
Ю.С. Синельников,  
А.Ю. Омельченко, 2012

Представлены данные доплер-эхокардиографического исследования у 42 пациентов в отдаленные сроки после радикальной коррекции тетрады Фалло с использованием различной хирургической техники. У 61,9% пациентов выявлена значительная легочная регургитация, которая коррелирует со сроком наблюдения, и дилатация правого желудочка, которая коррелирует с площадью струи. При комплексном подходе определены критерии тяжести легочной регургитации. Ключевые слова: тетрада Фалло; легочная регургитация; доплер-эхокардиография.

Легочная регургитация (ЛР) – довольно распространенное явление в отдаленном периоде после радикальной коррекции тетрады Фалло (ТФ), выполненной в раннем детстве, расценивается как осложнение и имеет плохое прогностическое значение. Недавние исследования отдаленных результатов коррекции ТФ продемонстрировали, что ЛР приводит к прогрессирующему расширению правого желудочка и, со временем, к его дисфункции, снижению толерантности к физической нагрузке, желудочковой тахикардии и другим нарушениям ритма, внезапной сердечной смерти. Поэтому выраженная легочная регургитация, особенно симптоматичная, с дисфункцией правого желудочка расценивается как показание к замене клапана легочной артерии.

После радикальной коррекции тетрады Фалло у больных часто регистрируется значительная легочная регургитация, однако характеристика ее тяжести является одной из наиболее сложных проблем эхокардиографии, в связи с чем проведено данное исследование.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 42 пациента в возрасте от 2,9 до 15 лет после радикальной коррекции тетрады Фалло. Средний возраст пациентов составил  $6,28 \pm 2,3$  года. Среди них было 24 (57,1%) мальчиков и 18 (42,9%)

девочек. Срок наблюдения после операции составил  $5,14 \pm 3,34$  года (от 1,4 до 15,2 лет). Исследование проводилось на аппаратах iE 33 и Sonos 5500 (Philips), Vivid 7 Dimension (General Electric).

Из парастернальной, апикальной и субкостальной позиции по длинной оси легочной артерии проводилась оценка легочной артерии и выходного отдела правого желудочка, измерение диаметра фиброзного кольца, ствола и ветвей ЛА, выходного отдела правого желудочка (ВОПЖ).

С помощью цветного доплера визуализировалась струя регургитации, оценивались распространение, длина и ширина струи, а также количество потоков (от одного до трех). Производились измерения ширины *v. contracta*, длины и площади струи.

По спектру потока в режиме непрерывно-волнового доплера (CW) визуально оценивалась форма потока, плотность струи, характер окончания потока (плавное или крутое).

Для количественной оценки рассчитывался индекс легочной регургитации. Вычислялось отношение продолжительности струи регургитации к общей продолжительности диастолы в %. Определялся систолический градиент давления между ПЖ и ЛА.

Измерение ПЖ выполнялось из 4-камерной апикальной позиции, из апикальной и субкостальной позиций. Для оценки систолической функции ПЖ производилось вычисление FAC (Fractional area change) как функции изменения площади желудочка в диастолу и в систолу. Оценка диастолической функции ПЖ выполнялась методом импульсно-волновой (PW) доплерографии по трансстрикуспидальному кровотоку.

Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета статистических программ Statistica 6. Показатели были представлены в виде  $M \pm SD$ . Вычислялся коэффициент корреляции Пирсона. Для сравнения величин при их нормальном распределении использовали t-критерий Стьюдента. Значение  $p < 0,05$  оценивалось как статистически значимое.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Значительная легочная регургитация обнаружена в разные сроки после хирургической коррекции тетрады Фалло, связанной с различными видами вмешательства на уровне выходного отдела ПЖ, фиброзного кольца, клапана, ствола ЛА. Максимальный срок наблюдения после операции составил 15,2 лет ( $5,14 \pm 3,34$ ).

В табл. 1 приводятся данные о тактике хирургического вмешательства на уровне клапана легочной артерии и ВОПЖ. 7 пациентам выполнена инфундибулэктомия, легочная комиссуротомия, 25 – инфундибулэктомия, пластика ВОПЖ и клапана ЛА заплатой, 10 – моностворка, трансаннулярная пластика.

Результаты обследования приведены в табл. 2. Наблюдалась дилатация правого желудочка различной степени. Систолическая функция ПЖ в целом не страдала. Лишь у 4,8% пациентов с выраженной легочной регургитацией наблюдалось снижение систолической функции (FAC 33–30%). У 15 (35,7%) пациентов выявлена диастолическая дисфункция ПЖ 1 типа. В большинстве случаев резидуальный градиент давления ПЖ/ЛА был менее 30 мм рт. ст., что свидетельствует о хорошей коррекции. Лишь у 21,4% больных градиент давления ПЖ/ЛА превышал 40 мм рт. ст. Шовный шунт на уровне заплаты обнаружен в 14,3% случаев.

Для количественной оценки степени легочной регургитации выделены следующие доплеровские показатели: ширина v. contracta, площадь струи регургитации, индекс легочной регургитации (%), плотность и форма потока, характер замедления потока.

Легочная регургитация была зарегистрирована у всех пациентов в различные сроки после радикальной коррекции тетрады Фалло, связанной с различными видами вмешательства на уровне выходного отдела ПЖ, фиброзного кольца, клапана, ствола ЛА. При этом у 61,9% пациентов выявлена значительная легочная регургитация, из них выраженная – у 23,8%, умеренная – у 38,1%. Незначительная легочная регургитация зарегистрирована у 38,1% пациентов.

У 30% с умеренной и выраженной регургитацией визуализировались две струи (рис. 1). При выраженной регургитации плотность струи была выше, чем при

**Таблица 1**

Виды хирургической коррекции на уровне ВОПЖ и клапана легочной артерии у больных тетрадой Фалло

Хирургическая процедура	n = 42
Инфундибулэктомия, легочная комиссуротомия	7 (16,7%)
Инфундибулэктомия, пластика ВОПЖ и клапана ЛА заплатой	25 (59,5%)
Моностворка, трансаннулярная пластика	10 (23,8%)

**Таблица 2**

Характеристика пациентов и результаты обследования (n = 42)

Параметры	Значения
Возраст, лет	$6,28 \pm 2,3$
Пол (м/ж), %	57,1/42,9
Срок наблюдения после операции, лет	$5,14 \pm 3,34$
КДР пж, см	$2,59 \pm 0,11$
FAC пж, %	$58,4 \pm 0,5$
Диастолическая дисфункция, % пациентов	35,7
Градиент давления ПЖ/ЛА <30 мм рт. ст.	78,6
Градиент давления ПЖ/ЛА ≥40 мм рт. ст.	21,4
Шунт на уровне МЖП, % пациентов	14,3
Трикуспидальная регургитация, ст.	$1,3 \pm 0,35$
Легочная регургитация, ст.	$2,2 \pm 0,57$

незначительной. Наклон струи при незначительной регургитации был плавный, при выраженной – крутой.

Соотношение между продолжительностью струи легочной регургитации и общей продолжительностью диастолы, рассчитанное по потоку CW-доплера, составило  $\geq 85\%$  в случае незначительной ЛР и  $\leq 70\%$  – в случае выраженной ЛР (рис. 2).

С учетом визуальной оценки потока легочной регургитации, измерения ширины v. contracta, площади струи и индекса легочной регургитации, мы разделили пациентов по степени ее тяжести (табл. 3). При таком распределении оказалось, что критериями незначительной ЛР можно считать ширину v. contracta  $< 0,5-0,6$  см, площадь струи  $\leq 2$  см<sup>2</sup>, индекс легочной регургитации  $\geq 85\%$ . При умеренной ЛР ширина v. contracta составила  $\leq 0,8$  см, площадь струи  $\leq 4$  см<sup>2</sup>, индекс легочной регургитации  $< 85-75\%$ . Критериями выраженной ЛР определена ширина v. contracta  $\geq 0,8$  см, площадь струи  $\geq 4$  см<sup>2</sup>, индекс легочной регургитации  $\leq 75-65\%$ . Мы полагаем, что эти данные могут быть использованы в оценке тяжести легочной регургитации.

Расширение ПЖ наблюдалось у пациентов с умеренной и выраженной легочной регургитацией. Выявлена корреляция конечно-диастолического размера правого желудочка (КДР) с площадью струи ЛР ( $r = -0,55$ ,  $p < 0,05$ ). По нашим данным, не найдено прямой зависи-

мости степени легочной регургитации от вида оперативного лечения. Выраженная легочная регургитация обнаруживалась после любого вида пластики. Однако степень ЛР коррелировала с длительностью периода наблюдения ( $r = -0,6$ ,  $p < 0,05$ ) и чаще регистрировалась у пациентов через 4–6 и более лет после операции.

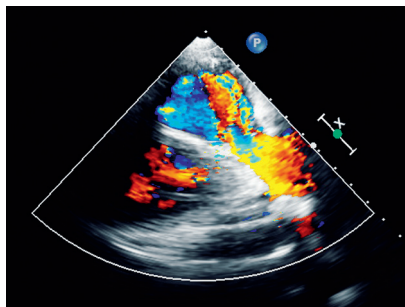
### ОБСУЖДЕНИЕ

Увеличивающееся число взрослых пациентов, перенесших в детстве радикальную коррекцию тетрады Фалло, обнажает проблемы отдаленного периода. Это легочная регургитация, трикуспидальная регургитация, нарушения ритма, остаточные септальные шунты, аневризмы правого желудочка, стенозы выходящего тракта или ветвей легочной артерии, расширение корня аорты, а также проблемы вынашивания беременности, инфекционного эндокардита и коронарной болезни [1, 8].

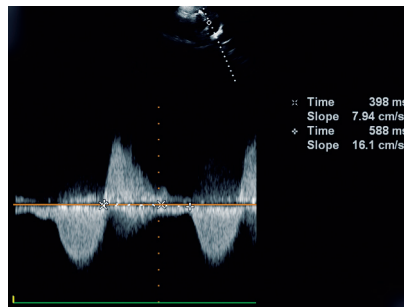
На первом месте в этом ряду стоит легочная регургитация, которая является следствием легочной вальвулопатии или использования трансаннулярной заплата [1].

Выраженная ЛР обычно наблюдается после вальвулопатии. Действительно, у пациентов с изолированным клапанным легочным стенозом после хирургического или эндоваскулярного устранения преграды, может развиться серьезная ЛР, требующая замены клапана легоч-

**Рис. 1.**  
Выраженная легочная регургитация, две струи.



**Рис. 2.**  
Расчет индекса легочной регургитации (67%).



**Таблица 3**

Эхокардиографические и доплеровские параметры оценки степени легочной регургитации  $p < 0,05$

\* достоверные различия между незначительной и умеренной степенью ЛР, \*\* достоверные различия между умеренной и выраженной степенью легочной регургитации

Параметры	Легочная регургитация, степень		
	незначительная n = 16	умеренная n = 16	выраженная n = 10
КДР пж, см	2,14±0,29	2,33±0,06	2,77±1,04
v. contracta, см	0,46±0,12	0,67±0,13*	0,98±0,23**
Площадь струи, см <sup>2</sup>	1,59±0,38	3,47±0,75	4,95±1,05*
Индекс легочной регургитации, %	87,3±4,4	70±13	62,2±15,2*

ной артерии. По данным R.R. Chaturvedi et al. (2007), 57% пациентов имели умеренную легочную регургитацию после баллонной вальвулодилатации ЛА, а после хирургической легочной вальвулотомии 9% пациентов требовалась замена легочного клапана [3]. При использовании трансаннулярной заплаты у пациентов с тетрадой Фалло может развиваться клинически выраженная легочная регургитация [1, 7]. Умеренная и выраженная ЛР наблюдалась у 35,3% пациентов уже через 7,5 месяцев после операции [5]. У 67% взрослых пациентов после коррекции тетрады Фалло диагностирована выраженная легочная регургитация, дилатация правого желудочка [8]. Полученные нами результаты согласуются с литературными данными, значительная легочная регургитация была выявлена у 61,9%.

Несомненно, вид вмешательства на уровне фиброзного кольца, клапана легочной артерии, выходного отдела влияет на качество коррекции и отдаленные результаты [3, 5]. Однако нами не установлено корреляции между видом операции и тяжестью ЛР в отдаленном периоде. При любом виде коррекции в отдаленном периоде были выявлены пациенты с тяжелой и умеренной регургитацией. При этом найдена корреляция с длительностью периода наблюдения ( $r=0,6$ ,  $p<0,05$ ).

Состояние правого желудочка и его взаимодействие с легочным артериальным деревом и левым желудочком также остается одной из важных проблем отдаленного периода коррекции тетрады Фалло [3]. Пациенты часто остаются бессимптомными, пока не наступает расширение ПЖ и систолическая дисфункция, связанные с тяжестью ЛР, что служит показанием к протезированию легочного клапана. У пациентов после коррекции тетрады Фалло симптомы правожелудочковой недостаточности могут появиться даже в ранней стадии. Это в значительной степени связано с хирургическим повреждением клапана, фиброзного кольца, выходного отдела правого желудочка, а также отрицательными воздействиями раннего цианоза, желудочковой гипертрофии и предыдущих операций на миокардиальную функцию [2]. Дисфункция ПЖ приводит к увеличенному риску аритмии и внезапной сердечной смерти. В нашем исследовании в отдаленном периоде дилатация правого желудочка коррелировала с площадью струи ЛР ( $r = -0,55$ ;  $p<0,05$ ). При этом у большинства пациентов систолическая функция не страдала, диастолическая дисфункция обнаружена у 35,7%.

В последние годы увеличивается число взрослых пациентов с предшествующей вальвулотомией после коррекции тетрады Фалло, которые требуют избирательного протезирования клапана легочной артерии. Протезирование клапана легочной артерии выполняется приблизительно у 9–15% пациентов после радикальной коррекции тетрады Фалло [3, 5]. Молодым взрослым, подвергшимся протезированию клапана легочной артерии, в дальнейшем требуется замена клапана. Оптимальный выбор времени имплантации легочного клапана, поэтому, крайне

важен для того, чтобы сохранить функцию ПЖ (не слишком поздно) и избежать потребности в раннем протезировании легочного клапана (не слишком рано). Периоперационный риск выше у пациентов с дисфункцией ПЖ во время протезирования легочного клапана [2].

Известно, что диагностика легочной регургитации является непростой задачей. Из-за трудностей визуализации легочного клапана и низкой распространенности серьезной, опасной для жизни ЛР различного генеза, ратифицированных исследований было проведено немного. «Золотым стандартом» в диагностике ЛР является МРТ. Степень ЛР и ее воздействие на функцию ПЖ может быть оценена качественно и количественно методами эхокардиографии.

Оценка выводного тракта ПЖ и легочного клапана методом ЭхоКГ возможна из парастернальной и субкостальной позиции. Также возможно оценить морфологию, движение и функцию моностворки [9]. Наконец, оценка размера и функции ПЖ является косвенным индикатором тяжести ЛР и адаптации ПЖ к перегрузке объемом. Сложная геометрия ПЖ, особенно искаженная предыдущей хирургией, может ограничить полную его оценку.

Цветное доплеровское картирование потока – наиболее широко используемый метод для идентификации ЛР, определения размера и пространственной ориентации потока. Площадь потока, особенно, индексированная к поверхности тела, хорошо коррелирует с тяжестью ЛР. Более точным методом оценки степени ЛР считается измерение ширины *vena contracta* струи. Некоторые исследователи использовали ширину потока ЛР также для оценки легочного гомографа, но стандарты для ширины *vena contracta* при ЛР не были установлены [4].

Исследование спектра потока ЛР методом CW-доплера обеспечивает качественную характеристику регургитации: чем больше плотность потока, тем больше степень ЛР. Быстрое замедление потока характерно для более выраженной регургитации, а пологий наклон – для незначительной [4].

По мнению многих авторов, хороший показатель тяжести ЛР – соотношение между продолжительностью потока ЛР, выраженной как процент от полного диастолического времени в режиме CW-доплера. В литературе встречаются разные названия этого параметра, такие как «индекс легочной регургитации» или «индекс Li» [3, 5, 6].

Определенные нами критерии тяжести ЛР по трем основным доплеровским параметрам (*vena contracta*, площадь струи и индекс легочной регургитации), могут быть использованы в практике врача.

Таким образом, целесообразен всесторонний подход к оценке тяжести ЛР, подобно оценке других клапанных регургитаций, что особенно актуально у пациентов, подвергшихся вальвулотомии и реконструкции

ВОПЖ при тетраде Фалло. В литературе недостаточно точных данных по количественной оценке ЛР, чтобы рекомендовать клинически утвержденный количественный подход, поэтому оценка часто является качественной, но, по нашему мнению, должна включать различные параметры, обсужденные выше. Выделенные нами количественные критерии оценки ЛР условны, но помогают оценить ее тяжесть и влияние на функцию правого желудочка, повлиять на выбор тактики лечения пациентов в отдаленном периоде после коррекции тетрады Фалло.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А.С., Тараян М.В., Балоян Г.М. и др. // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2006. № 9. С. 11–15.
  2. Bouzas V., Kilner P.J., Gatzoulis M.A. // Eur. Heart J. 2005, V. 26 (5). P. 433–439.
  3. Chaturvedi R.R., Redington A.N. // Heart. 2007. V. 93 (7). P. 880–889.
  4. European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part. 1: aortic and pulmonary regurgitation (native valve disease) // Eur. J. Echocardiogr. 2010. V. 11. P. 223–244.
  5. Tom R. K. // Ann. Pediatr. Card. 2008. V. 1 (2). P. 93–100.
  6. Li W., Davlouros P.A., Kilner P.J. et al. // J. Am. Coll. Cardiol. 1991. V. 17. P. 461–466.
  7. Milan A., Magnino C., Veglio F. // J. Am. Soc. Echocardiogr. 2010. V. 23. P. 225–239.
  8. Kay Woon Ho, Ru San Tan, Keng Yean Wong et al. // Ann. Acad. Med. Singapore. 2007. V. 36. P. 947–953.
  9. Zoghbi et al. // J. Am. Soc. Echocardiogr. 2003. V. 16. P. 777–780.
- Нарциссова Галина Петровна** – доктор медицинских наук, заведующая лабораторией функциональной и ультразвуковой диагностики ФГБУ «ННИИПК им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздравсоцразвития России (Новосибирск).
- Прохорова Дарья Станиславовна** – научный сотрудник лаборатории функциональной и ультразвуковой диагностики ФГБУ «ННИИПК им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздравсоцразвития России (Новосибирск).
- Матвеева Наталья Владимировна** – младший научный сотрудник лаборатории функциональной и ультразвуковой диагностики ФГБУ «ННИИПК им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздравсоцразвития России (Новосибирск).
- Горбатов Юрий Николаевич** – доктор медицинских наук, профессор, руководитель центра детской кардиохирургии и хирургии новорожденных ФГБУ «ННИИПК им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздравсоцразвития России (Новосибирск).
- Синельников Юрий Семенович** – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник центра детской кардиохирургии и хирургии новорожденных ФГБУ «ННИИПК им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздравсоцразвития России (Новосибирск).
- Омельченко Александр Юрьевич** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник центра детской кардиохирургии и хирургии новорожденных ФГБУ «ННИИПК им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздравсоцразвития России (Новосибирск).