

Значение эхокардиографической оценки нижней полой вены для расчета среднего давления в легочной артерии у больных хронической обструктивной болезнью легких

М.Н.Алехин, А.А.Затейщикова, Д.Г. Киселев, И.В.Шаврин,
Д.В.Привалов, Д.В.Вторушин, Л.Н.Антонова, Б.А.Сидоренко, Д.А.Затейщиков
ФГУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УД Президента РФ
ФГУ «Учебно-научный медицинский центр» УД Президента РФ
ГУЗ ГКБ №51 г.Москвы

Для сравнения точности эхокардиографических способов оценки нижней полой вены при расчете среднего давления в легочной артерии были выполнены доплер-эхокардиографический расчет среднего давления в легочной артерии (СрДЛА) по максимальной скорости потока легочной регургитации и катетеризация правых камер сердца с измерением СрДЛА у 20 мужчин, больных хронической обструктивной болезнью легких. У всех больных хронической обструктивной болезнью легких возможна оценка давления в правом предсердии по параметрам нижней полой вены. Градационная оценка давления в правом предсердии с шагом в 5 мм рт.ст., исходя из совокупного учета диаметра нижней полой вены и реакции диаметра на вдох, не увеличивала точность оценки среднего давления в легочной артерии у больных хронической обструктивной болезнью легких. Поэтому для расчета среднего давления в легочной артерии у больных хронической обструктивной болезнью легких можно ограничиться оценкой диаметра нижней полой вены и реакцией диаметра на резкий вдох.

Ключевые слова: легочная гипертензия, эхокардиография, давление в легочной артерии, хроническая обструктивная болезнь легких.

To compare precision of echocardiographic techniques in assessing postcava vein state for calculating average pressure in the pulmonary artery a doppler-echocardiographic calculation of average pressure in the pulmonary artery (APPA) at the maximal rate of lung regurgitation flow and at catheterization of right cardiac chambers with APPA measurements was done in 20 males having chronic obstructive lung disease. It is possible to assess pressure in the right atrium by parameters of postcava vein. Gradative evaluation of pressure in the right atrium with a gradation step equal to 5 mm Hg and joint parameters of postcava diameters and diameter reactions to inhaling did not increase precision of assessment of average pressure in the pulmonary artery in patients with obstructive lung disease. That is why one can calculate average pressure in the pulmonary artery in patients with chronic obstructive lung disease taking into account only postcava diameter and diameter reactions to a sharp inhale.

Key words: pulmonary hypertension, echocardiography, pulmonary artery pressure, chronic obstructive pulmonary disease.

Неинвазивная оценка давления в легочной артерии (ЛА) методом доплерэхокардиографии основана на суммировании давления в правом предсердии (ПП) и градиентов давления, рассчитанных по уравнению Бернулли для максимальных скоростей трехстворчатой или легочной регургитации. Точная оценка давления в ПП особенно важна при доплеровских измерениях среднего давления в легочной артерии (СрДЛА), так как давление в ПП составляет значительно больший процент от СрДЛА по сравнению с систолическим давлением в ЛА.

Обычно о давлении в ПП судят по диаметру нижней полой вены (НПВ) и по изменению диаметра НПВ в зависимости от дыхания [1]. При этом используются различные полуколичественные градации. У больных хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) при эхокардиографическом исследовании нередко имеет место сниженная акустическая доступность сердца из-за эмфиземы, что затрудняет адекватную оценку давления в легочной артерии.

Целью этого исследования было сравнение точности эхокардиографических способов оценки нижней полой вены для расчета среднего давления в легочной артерии у больных хронической обструктивной болезнью легких.

Материал и методы

В исследование были включены 20 мужчин (средний возраст 70 ± 11 лет), больных ХОБЛ, госпитализированных для лечения в 51 ГКБ, которым были выполнены доплер-эхокардиографический расчет СрДЛА и катетеризация правых камер сердца с измерением СрДЛА в пределах не более 72 часов между двумя этими исследованиями. Исследования были выполнены разными врачами, которые не знали о результатах измерений и расчетов давления в ЛА, полученных при другом исследовании. Клиническое состояние и лечение больных не менялось на протяжении периода их обследования.

Все обследованные подписали письменное соглашение на участие в исследовании (этический комитет Учебно-научного центра Управления делами Президента Российской Федерации).

Для оценки выраженности вентиляционных нарушений и переносимости физических нагрузок всем больным выполнялось исследование функции внешнего дыхания и тест 6-минутной ходьбы по стандартным методикам.

Измерение центральной гемодинамики выполнялось в условиях блока кардиореанимации ГКБ №51 с использованием мониторинговой системы HP Viridia 24C (Hewlett-Packard, USA) и аппарата для измерения сердечного вы-

броса методом непрерывной термодилуции (Continuous Cardiac Output) Vigilance II (Edwards Lifesciences, Irvine, CA, USA). Катетер Swan-Ganz (777HF8 CCO/SvO₂/CEDV catheter 8FH) устанавливался через подключичный или яремный доступ, по стандартной методике. Проводилось измерение давления в правом предсердии, систолического, диастолического и среднего в правом желудочке, легочной артерии, давление заклинивания, и непрерывное измерение сердечного выброса методом непрерывной термодилуции [2].

Все эхокардиографические исследования были выполнены на ультразвуковом сканере GE Vivid7 Dimension (GE Medical Systems, Horten, Norway), используя M4S (1.5–4.3 МГц) матричный датчик. Двухмерная эхокардиография и доплер-эхокардиография выполнялись по стандартной методике [3, 4].

Всем больным проводили измерения СрДЛА. СрДЛА рассчитывали по методу, предложенному T.Masuyama с соавт. [5], как сумму максимального диастолического градиента легочной регургитации и давления в ПП. По спектрограмме кровотока легочной регургитации измеряли максимальную диастолическую скорость в раннюю диастолу, которая использовалась для расчета по упрощенному уравнению Бернулли максимального диастолического градиента давления в раннюю диастолу. Для этого в постоянно-волновом доплеровском режиме регистрировали спектрограмму кровотока легочной регургитации из парастернального доступа по короткой оси на уровне основания сердца. В случаях, когда не удавалось зарегистрировать кровоток легочной регургитации из парастернального доступа, использовали позицию по короткой оси из субкостального доступа.

Другим условием расчета СрДЛА методом T.Masuyama с соавт. является определение давления в ПП. Мы определяли давление в ПП исходя из оценки диаметра НПВ и реакции диаметра НПВ во время резкого вдоха пациента. Во всех случаях локация НПВ выполнялась в двухмерном режиме эхокардиографии из субкостального доступа в сечении по длинной оси НПВ. Измерение диаметра НПВ и реакцию его на вдох проводили на расстоянии от 0,5 до 3 см от места впадения в правое предсердие. Оценка давления в ПП проводилась тремя способами.

Первый способ оценки давления в ПП основывался на измерении максимального диаметра НПВ. Если диаметр НПВ превышал 2,0 см, давление в ПП принимали равным 15 мм рт.ст. Если диаметр НПВ составлял 2,0 см и меньше, давление в ПП считали равным 5 мм рт.ст.

Второй способ оценки давления в ПП основывался на изменении максимального диаметра НПВ во время резкого вдоха больного. Если диаметр НПВ на высоте вдоха спадался более чем на половину исходного диаметра, то давление в ПП считали нормальным и принимали за 5 мм рт.ст. Если НПВ на высоте вдоха спадался менее чем на 50% своего диаметра, то давление в ПП считали повышенным и принимали за 15 мм рт.ст.

Третий способ основан на степени дилатации НПВ и ее реакции на резкий вдох. Давление в правом предсердии принимали равным 5 мм рт.ст., если НПВ имеет нормальный диаметр и спадается на вдохе более чем на 50%. Если отсутствует дилатация НПВ и ее реакция на вдох сохранена (спадается более чем на 50%), давление в ПП принимали равным 10 мм рт.ст. В том случае, если имела место дилатация НПВ и она реагировала на вдох,

Таблица 1

ЭхоКГ оценка давления в правом предсердии с учетом диаметра НПВ и его уменьшения на вдохе

Диаметр НПВ (см)	Процент уменьшения диаметра НПВ на вдохе (%)	Среднее ДЛА (мм рт.ст.)
<1,5	100	<5
1,5–2,5	>50	5–10
1,5–2,5	<50	10–15
>2,5	>50	15–20
>2,5 + дилатация печеночной вены	0	>20

спадаясь менее чем на 50%, давление в правом предсердии считали равным 15 мм.рт.ст. Если имела место значительная дилатация НПВ и печеночных вен и отсутствовала реакция НПВ на акт дыхания, давление в ПП принимали за 20 мм рт.ст. (табл. 1.)[4, 11].

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета статистических программ Statistica 6.0 for Windows. Данные представляли в виде средних значений ± стандартное отклонение. Достоверность различий средних величин определяли по парному критерию t Стьюдента или по критерию Вилкоксона, в зависимости от того, подчинялся количественный признак нормальному распределению или нет. Во всех процедурах статистического анализа уровень значимости p составлял 0,05. Анализ согласия проводили методами, предложенными J.M.Bland и D.G.Altman [6]. Зависимость между абсолютными разностями измерений и размерами измеряемых значений проверяли по корреляции разности к средним измеренных значений. Корреляционный анализ выполняли с использованием коэффициента линейной корреляции Пирсона.

Результаты

Основные клинично-инструментальные данные обследованных больных представлены в табл. 2.

Оценка диаметра НПВ и уменьшения диаметра НПВ во время вдоха оказались возможными у всех 20 больных ХОБЛ. Легочная регургитация была зарегистрирована у 18 больных ХОБЛ, из которых только у 11 (55%) больных удалось адекватно зарегистрировать максимальную скорость легочной регургитации в раннюю диастолу, что является необходимым условием для расчета среднего ДЛА по методу, предложенному T.Masuyama с соавт. [5].

Таблица 2

Основные клинично-инструментальные данные больных хронической обструктивной болезнью легких (n=20)

Показатели	Значения
Возраст, лет	71±12
Курильщики: да/бросили/нет	12/3/5
Отношение объема форсированного выдоха за 1 сек к форсированной жизненной емкости легких (ОФВ1/ФЖЕЛ), %	47±15
Фракция выброса левого желудочка, %	58±10
Среднее давление в легочной артерии при катетеризации, мм рт.ст.	24±11

Достоверная корреляция СрДЛА, рассчитанного при катетеризации, была выявлена как для максимального диастолического градиента давления легочной регургитации ($r=0,75$; $p<0,01$), так и для СрДЛА, рассчитанного всеми тремя способами оценки давления в ПП. Для расчета СрДЛА по максимальному диаметру НПВ (способ 1) коэффициент корреляции с инвазивно рассчитанным СрДЛА составил $0,71$ ($p<0,05$), для расчета по реакции на вдох диаметра НПВ (способ 2) $-r=0,75$ ($p<0,01$), и для расчета по диаметру НПВ и по реакции диаметра на вдох (способ 3) $-r=0,67$ ($p<0,05$).

При оценке согласованности измерений СрДЛА, выполненных инвазивно и эхокардиографически, средняя разность между измерениями составила $2,8\pm 8,6$ для СрДЛА, рассчитанного по максимальному диаметру НПВ, $2,8\pm 8,3$ для СрДЛА, рассчитанного реакции диаметра НПВ на вдохе и $7,8\pm 9,1$ для ДЛА, рассчитанного по диаметру НПВ и его реакции на вдох.

При корреляционном анализе выявлена достоверная зависимость разности измерений от величины СрДЛА только для СрДЛА, рассчитанного по диаметру НПВ и его реакции на вдох (способ 3, $r=0,60$; $p<0,05$), что указывает на увеличение степени переоценки результатов инвазивного исследования при увеличении СрДЛА этим способом.

Отклонения от значений СрДЛА, рассчитанных инвазивно, на 10 мм рт.ст. и более наблюдались у 5 больных при использовании для оценки давления в ПП диаметра НПВ и его реакции на вдох (способ 3), у 3 больных при использовании для оценки давления в ПП только максимального диаметра НПВ (способ 1) и у 2 больных при использовании для оценки давления в ПП реакции НПВ на вдох (способ 2).

Обсуждение

Эхокардиографическая оценка давления в ПП по НПВ позволяла определить давление в ПП у всех обследованных нами больных. Основным ограничением для расчета СрДЛА являлось измерение максимальной диастолической скорости легочной регургитации, которую удалось выполнить только у 55% обследованных. Это подтверждается результатами других исследований. Так, в исследовании В. Ristow с соавт. [7] из 741 обследованных конечный диастолический градиент легочной регургитации удалось зарегистрировать у 454 (65%). Следует отметить, что регистрация максимальной скорости регургитации, а именно такая задача стояла в нашем исследовании, всегда представляет наибольшие трудности. Видимо, поэтому доля больных с адекватной регистрацией максимальной диастолической скорости легочной регургитации составила только 55% .

В ряде исследований была продемонстрирована умеренная и сильная корреляция между давлением в ПП и разнообразными характеристиками НПВ [89, 10]. Нами была продемонстрирована достоверная корреляция СрДЛА, рассчитанного при катетеризации, со СрДЛА, рассчитанным всеми 3 использованными нами способами оценки давления в ПП по НПВ. Целью нашего исследования являлось изучение точности оценки параметров НПВ для расчета СрДЛА. Нам представляется оправданным такой подход, так как именно давление в ЛА является искомой величиной, а не давление в ПП, которое выступает только одним из слагаемых при расчете давления в ЛА.

В настоящее время в эхокардиографии при оценке давления в ПП на основе показателей НПВ используются два подхода: бинарный и градационный. При бинарном подходе по результатам оценки какого-либо показателя НПВ давление в ПП принимают нормальным (5 мм рт.ст.) или повышенным (15 мм рт.ст.). Именно такой подход использован для диаметра НПВ и реакции диаметра на вдох. Градационный подход позволяет определить несколько градаций давления в ПП с шагом в 5 мм рт.ст., исходя из совокупной оценки как диаметра НПВ, так и реакции диаметра на вдох (см. табл. 1). Хотя градационный подход используется в клинической практике и фигурирует в руководствах по эхокардиографии, данные, подтверждающие точность этого метода, минимальны, а точность выделения градаций давления в ПП оценивалась лишь однажды [11, 12, 4]. При этом точность оценки давления в ПП градационным способом по параметрам НПВ составила только 43% [12]. В нашем исследовании, как и в исследовании J.M. Brennan с соавт., точность оценки СрДЛА на основе градационного подхода оказалась наименьшей при сравнении с бинарным подходом. Это выражалось в большей средней разности между измерениями СрДЛА инвазивным и доплеровским способами и в большей частоте отклонений на 10 мм и более от инвазивно измеренного СрДЛА при использовании градационного подхода. Однако отсутствие достоверных различий в точности оценки СрДЛА градационным подходом по сравнению с бинарным не позволяет нам утверждать большую точность последнего подхода, хотя эта тенденция явно прослеживается. Причиной отсутствия достоверных различий является небольшое количество обследованных нами пациентов, что и является основным ограничением нашего исследования.

В нашем исследовании показана достоверная зависимость разности измерений от величины СрДЛА только в случае использования градационного подхода для расчета СрДЛА ($r=0,60$; $p<0,05$). Эти данные указывают на увеличение степени переоценки СрДЛА по мере его увеличения при использовании градационного подхода. Для бинарных подходов такой зависимости установлено не было, что позволяет предполагать оценку СрДЛА этими способами более точной, особенно у больных с легочной гипертензией.

Градационный подход позволяет оценить не всех пациентов. В традиционно используемой градационной шкале (см. табл. 1) отсутствуют градации для пациентов с маленьким диаметром НПВ и отсутствием адекватного уменьшения диаметра НПВ, а также для пациентов с широкой НПВ с уменьшением диаметра НПВ более чем на 50% . По данным J.M. Brennan с соавт., число таких пациентов составляло 15% [12].

Немаловажным является и то, что бинарный подход с практической точки зрения проще градационного. Все эти обстоятельства говорят в пользу простой бинарной оценки диаметра НПВ или реакции диаметра НПВ во время резкого вдоха по сравнению с градационным подходом для расчета СрДЛА у больных ХОБЛ.

Выводы

1. У всех больных хронической обструктивной болезнью легких возможна оценка давления в правом предсердии по параметрам нижней полой вены.

2. Для расчета среднего давления в легочной артерии у больных хронической обструктивной болезнью легких можно ограничиться оценкой диаметра нижней полой вены и реакцией диаметра на резкий вдох.

3. Градационная оценка давления в правом предсердии с шагом в 5 мм рт.ст., исходя из совокупного учета диаметра нижней полой вены, и реакции диаметра на вдох, не увеличивает точность оценки среднего давления в легочной артерии у больных хронической обструктивной болезнью легких.

Литература

1. Kircher B.J., Himelman R.B., Schiller N.B. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol.* — 1990. — Vol. 15. — P. 493–496.

2. Oudiz R.J., Langleben D. Cardiac catheterization in pulmonary arterial hypertension: an updated guide to proper use. *Advances in Pulmonary Hypertension.* — 2005. — Vol. 4. — P. 15–25.

3. Lung R., Biering M., Devereux R. et al. Recommendation of chamber quantification. *Eur J Echocardiography.* — 2006. — Vol. 7. — P. 79–108.

4. Otto C.M. *Textbook of clinical echocardiography.* 3-rd ed. Elsevier. — Philadelphia. — 2004. — 541 p.

5. Masuyama T., Kodama K., Kitakabe A., Sato H., Nanto H., Inoue M. Continuous-wave Doppler echocardiographic detection of pulmonary regurgitation and its application to noninvasive estimation of pulmonary artery pressure. *Circulation.* — 1986. — Vol. 74. — P. 484–492.

6. Bland J.M., Altman D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* — 1986. — Vol. 1 (8476). — P. 307–310.

7. Ristow B., Ahmed S., Wang L. et al. Pulmonary Regurgitation End-diastolic Gradient Is a Doppler Marker of Cardiac Status: Data from the Heart and Soul Study. *J Am Soc Echocardiogr.* — 2005. — Vol. 18. — P. 885–891.

8. Nagueh S.F., Kopelen H.A., Zoghbi W.A. Relation of mean right atrial pressure to echocardiographic and Doppler parameters

of right atrial and right ventricular function. *Circulation.* — 1996. — Vol. 93. — P. 1160–1169.

9. Goldberger J.J., Himelman R.B., Wolfe C.L., Schiller N.B. Right ventricular infarction: recognition and assessment of its hemodynamic significance by two-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* — 1991. — Vol. 4. — P. 140–146.

10. Kircher B.J., Himelman R.B., Schiller N.B. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol.* — 1990. — Vol. 66. — P. 493–496.

12. Mintz G.S., Kotler M.N., Parry W.R., Iskandrian A.S., Kane S.A. Real-time inferior vena caval ultrasonography: normal and abnormal findings and its use in assessing right-heart function. *Circulation.* — 1981. — Vol. 64. — P. 1018–1025.

13. Moreno F.L., Hagan A.D., Holmen J.R., Pryor T.A., Strickland R.D., Castle C.H. Evaluation of size and dynamics of the inferior vena cava as an index of right-sided cardiac function. *Am J Cardiol.* — 1984. — Vol. 53. — P. 579–585.

14. Nakao S., Come P.C., McKay R.G., Ransil B.J. Effects of positional changes on inferior vena caval size and dynamics and correlations with right-sided cardiac pressure. *Am J Cardiol.* — 1987. — Vol. 59. — P. 125–132.

15. Ommen S.R., Nishimura R.A., Hurrell D.G., Klarich K.W. Assessment of right atrial pressure with 2-dimensional and Doppler echocardiography: a simultaneous catheterization and echocardiographic study. *Mayo Clin Proc.* — 2000. — Vol. 75. — P. 24–29.

16. Pepi M., Tamborini G., Galli C. et al. A new formula for echo-Doppler estimation of right ventricular systolic pressure. *J Am Soc Echocardiogr.* — 1994. — Vol. 7. — P. 20–26.

17. Рыбакова М.К., Алехин М.Н., Митьков В.В. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография. Издательский дом Видар. — М. — 2008. — 512 с.

18. Brennan J.M., Blair J.E., Goonewardena S. et al. Reappraisal of the Use of Inferior Vena Cava for Estimating Right Atrial Pressure, *J Am Soc Echocardiogr.* — 2007. — Vol. 20. — P. 857–861.