



УДК 616.131-005.4-073.7-053.2

## ВЫЯВЛЯЕМОСТЬ ПРИЗНАКОВ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СООТНОШЕНИЯ АТ/ЕТ ПРИ РУТИННОМ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ

**С.В. ПОПОВ<sup>1</sup>**  
**Т.А. РОМАНОВА<sup>2</sup>**  
**С.И. БОКОВА<sup>1</sup>**

*Сумской государственной  
университет, Украина*

*Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет*

*e-mail: [serevit712@mail.ru](mailto:serevit712@mail.ru)*

В статье представлены данные анализа 117 эхокардиограмм детей в возрасте от 1 до 16 лет, с подозрением на кардиальную патологию. Процессы становления кровотока в малом круге кровообращения начинаются от момента рождения и прослеживаются в течение более длительного промежутка времени, что важно для диагностики сердечной патологии, легочной гипертензии.

С помощью доплерэхокардиографии, выполненной по стандартной методике, нами установлено, что показатели диастолической функции совершенствуются в течение первых 4-6 лет жизни. Количественный метод определения среднего давления в легочной артерии по соотношению АТ/ЕТ имеет ограничения, которые связаны с изменением частоты сердечного ритма, и может отражать эпизоды несоответствия морфофункциональных качеств сердца объемно-временным параметрам кровотока.

Ключевые слова: доплерэхокардиография, давление в легочной артерии, дети.

**Введение.** Сердечно-сосудистая система (ССС) одна из наиболее динамичных систем организма, изменяющих уровень своего функционирования под влиянием разнообразных факторов. Наиболее значительные сдвиги ССС ребенка происходят в связи с его рождением, процессом адаптации к внеутробной жизни. Одними из важнейших изменений могут считаться процессы становления кровотока в малом круге кровообращения. Старт газообмена в легких, снижение давления в легочной артерии приводит к значительному увеличению объема потока крови. Несмотря на то, что основные процессы адаптации ССС происходят в течение первых минут-часов жизни, ряд ее гемодинамических особенностей прослеживаются у детей в течение более длительного промежутка времени. В частности, в изложении анатомо-физиологических особенностей ССС детского возраста традиционно приводятся данные о повышенном давлении в легочной артерии до 10-12-летнего возраста и физикальных особенностях, которые сопровождают это явление [1, 2]. Последние необходимо учитывать в вопросах диагностики заболеваний ССС у детей, в частности легочной гипертензии (ЛГ). Собственно идиопатическая легочная гипертензия встречается редко – ее распространенность может составлять менее 1 случая на миллион детей [3]. В обновленной классификации ВОЗ (Dana Point, 2008) выделено пять групп вариантов легочной гипертензии [4], а в 2011 году была представлена схема 10 основных категорий педиатрической гипертензивной сосудистой болезни [5]. В целом, частота ЛГ у детей по данным регистра европейских стран может достигать 50-60 случаев на 1000000, транзиторной формы – до 40-50 [3; 6]. В то же время, некоторые авторы указывают, что повышение давления в малом круге кровообращения у детей представляет собой частое явление и наблюдается при многих заболеваниях сердечно-сосудистой системы и аппарата внешнего дыхания [7, 8].

Таким образом, целью работы было изучение возрастных особенностей систоло-диастолической функции сердца в соотношении с показателями давления в легочной артерии по соотношению времени ускорения потока и времени изгнания легочной артерии.

**Материалы и методы.** Всего было проанализировано 117 эхокардиограмм детей в возрасте от 1 до 16 лет. Они были отобраны из контингента детей, направленных педиатрами для проведения эхокардиографии при подозрении на патологию сердца. В зависимости от возраста обследованные были разделены на 5 групп: группа 1 – дети в возрасте до 1 года; группа 2 – от 1 года до 3-х лет; группа 3 – 4-6 лет; группа 4 – 7-12 лет; группа 5 – 12-16 лет.

Основным методом исследования служила доплерэхокардиография выполняемая по стандартной методике [9, 10, 11]. Для оценки состояния систолической функции сердца был взят показатель фракции выброса (EF, %), диастолической функции левого и правого желудочков – соотношение максимальной скорости раннего и позднего наполнения желудочков митрального и трикуспидального клапанов (Е/А МК и Е/А ТК, усл. ед.). Для оценки среднего давления в легочной артерии (ЛА) использовалось соотношение АТ/ЕТ ЛА, где АТ – время ускорения потока крови в легочной артерии, а ЕТ – время выброса крови из правого желудочка [9, 10, 11, 12].



Статистическая обработка включала расчет долей процента с определением достоверности различий (p) по критерию (z) с поправкой Йейтса, среднего (M), его ошибки (m), коэффициента парной корреляции (r++) с определением достоверности по критерию (t) Стьюдента, соотношения шансов (СШ) с определением доверительных интервалов (ДИ) и достоверности по критерию (F) Фишера.

**Результаты и их обсуждение.** Значение среднего показателя сократительной способности миокарда левого желудочка колебалось в исследуемых группах от 59,6% до 62,42% (Табл. 1). Его динамика показывала тенденцию к снижению, однако эти изменения не были достоверными. В исследовании, включающем 325 детей в возрасте от года до 18 лет, были получены подобные данные, касающиеся равнозначного показателя – фракции укорочения, он также имел отрицательную динамику в связи с возрастом, также недостоверную [13].

Таблица 1

**Значение показателей в исследуемых группах (M±m)**

Показатель	Группа 1 22	Группа 2 24	Группа 3 20	Группа 4 27	Группа 5 24
EF, %	62,42±1,19	62,92±1,21	59,6±1,18	59,76±1,86	60,85±1,21
E/A МК, усл. ед	1,41±0,083	1,57±0,095	1,78±0,082	1,85±0,078	1,84±0,082
	*3,4,5	*4,5	*1	*1,2	*1,2
E/A ТК, усл. ед	1,48±0,098	1,51±0,086	1,52±0,091	1,63±0,059	1,64±0,059
AT/ET, усл. ед	0,34±0,016	0,37±0,014	0,38±0,013	0,39±0,012	0,42±0,011
	*3,4,5	*5	*1,5	*1	*1,2,3
Рав РА, мм.рт.ст	26,17±1,86	22,77±1,73	20,6±1,51	18,53±1,45	15,65±1,36
	*3,4,5	*5	*1,5	*1	*1,2,3

Примечание: \* – достоверность различий между группами; 1 – группа 1, 2 – группа 2, 3 – группа 3, 4 – группа 4, 5 – группа 5.

Параметр соотношения скорости раннего и позднего наполнения левого желудочка E/A МК был наименьшим в группе детей до года – 1,41±0,083 усл. ед. (p<0,05). В дальнейшем было отмечено его увеличение, более выраженное в возрастной группе 4-6 лет – до 1,78±0,082 усл. ед. (p<0,05). В последующем указанный параметр оставался стабильным, установлена лишь тенденция к его увеличению. Авторы указывают на наличие подобной динамики, объясняя ее созреванием функции миокарда [13, 14]. В то же время они указывают, что стабилизация значений E/A МК происходит несколько раньше, в 2-3 года. Динамика соотношения скорости раннего и позднего наполнения правого желудочка в целом была аналогичной – минимальное значение в группе 1 (1,48±0,098 усл. ед.) с последующим возрастанием до группы 5 (1,64±0,059 усл. ед.). Однако, эти изменения не были достоверными. Показатель E/A ТК во всех группах был несколько ниже (p>0,05) E/A МК. В целом, указанная динамика совпадает с уже представленной рядом авторов. В то же время, ими отмечено более выраженное увеличение параметра E/A МК по мере увеличения возраста.

При выполнении эхокардиографии в изучаемые параметры было включено определение среднего давления в легочной артерии – Рав РА. Для этого нами использовано соотношение AT/ET, предложенное Kitabatake A. [12], исходя из относительной простоты получения исходных данных и указываемой высокой точности [9, 11, 15]. Рассчитанное с его помощью среднее давление в легочной артерии имело возрастную динамику одинаковую с последним. В группе 1 величина была наибольшей и составляла 26,17±1,86 мм.рт.ст. В дальнейшем происходило уменьшение показателя, достоверное в группе 3, детей 4-6-ти летнего возраста – 20,6±1,51 мм.рт.ст. В последующем, параметр снижался, составив 15,65±1,36 мм.рт.ст. (p<0,05) в группе 5.

Нами была определена частота повышенного среднего давления в легочной артерии в каждой исследуемой группе (Табл. 2). За верхнюю границу нормы было принято стандартно используемое значение в 25 мм.рт.ст. [6, 7, 8].

Таблица 2.

**Частота встречаемости повышенного значения среднего давления в легочной артерии в группах (абс. знач/процент)**

Группа	Группа 1 22	Группа 2 24	Группа 3 20	Группа 4 27	Группа 5 24	Всего 117
Частота значения	6/27,27	4/16,67	3/15	4/14,81	2/8,33	19/16,23

Примечание: \* – достоверность различий между группами; 1 – группа 1, 2 – группа 2, 3 – группа 3, 4 – группа 4, 5 – группа 5.



Наибольшее количество случаев повышенного значения  $P_{av} PA$  выявлено в группе детей в возрасте до года – у 27,27%. Частота аномальной величины показателя снижалась до 16,67% в группе 2 ( $p > 0,05$ ).

Наиболее низкая частота частоты повышенных значений  $P_{av} PA$  была отмечено в возрасте 12-16 лет – у 2 (8,33%) детей. Литературные данные указывают на низкую частоту легочной гипертензии в детском возрасте – 50-60 случаев на 100000 [3]. В то же время некоторые исследователи сообщают, что повышение давления в малом круге кровообращения у детей представляет собой частое явление и наблюдается при многих заболеваниях сердечно-сосудистой системы и аппарата внешнего дыхания [7; 8]. Возможно, транзиторная/пограничная форма легочной гипертензии действительно встречается относительно часто. Косвенным подтверждением тому служило то, что других эхокардиографических признаков ЛГ – морфометрических изменений правых отделов, легочной артерии – в данных эхокардиограмм отмечено не было. Также не было указаний на клинические данные, которые могут сопровождать легочную гипертензию. В то же время все случаи повышения  $P_{av} PA$  не выходили за пределы 1 степени, а литературные данные указывают на возможное отсутствие клинических признаков заболевания в его 1 стадии [7, 8]. Частота пограничной формы ЛГ не определена, в ее генезе имеют значение различные факторы, в том числе высокая сосудистая реактивность малого круга кровообращения, гиперкинетический кардиальный синдром [7]. Для выяснения возможных связей изменения показателей  $AT/ET-P_{av} PA$  с некоторыми параметрами деятельности ССС был проведен расчет показателя соотношения шансов. В качестве пар сравнения к  $P_{av} PA$  были выбраны частота сердечных сокращений (HR, уд/мин) выше возрастной нормы, фракция выброса (EF, %) ниже 55%, соотношение размера левого предсердия к диаметру аорты (LA/Ao, усл. ед.) выше 1,0, соотношения E/A МК и E/A ТК ниже 1,0 или выше 1,8 усл. ед. Полученные результаты представлены на рисунке.

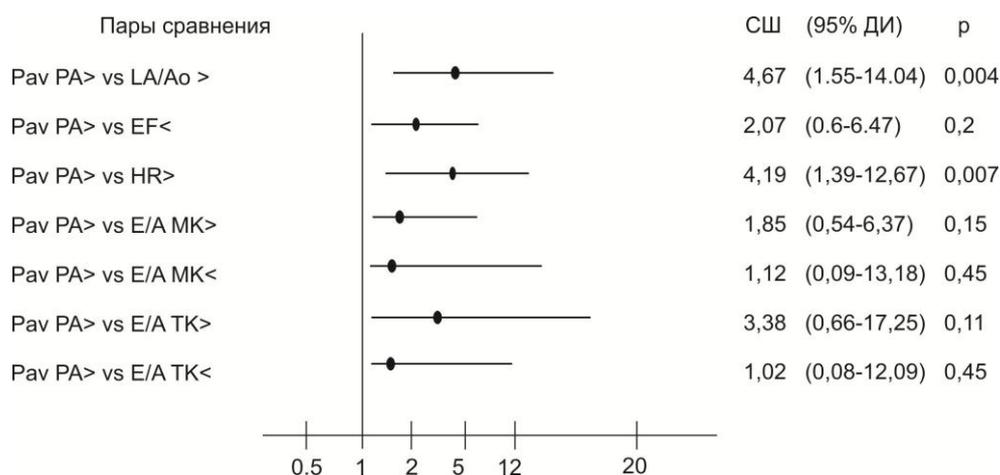


Рис. Соотношение шансов между изучаемыми показателями

Одно из наиболее высоких значений СШ касалось пары  $P_{av} PA$ : HR, равное 4,19 при значении  $p = 0,007$ . Многие показатели эхокардиограммы имеют зависимость от частоты сердечных сокращений. Ряд авторов, составивших номограммы морфометрических измерений, использовали седативные средства при достижении оптимальных условий для исследования [16]. В то же время, в работе Kitabatake A. [12] связи ЧСС и параметров  $AT$  и  $ET$  ЛА указано не было, впрочем контингент был представлен взрослыми особами. Таким образом, одним из факторов, объясняющих более высокие значения  $P_{av} PA$  в нашем исследовании, могла быть более высокая частота сердечного ритма. Еще один показатель – LA/Ao – имел высокое значение СШ с параметром  $P_{av} PA$ . Значение составило 4,67 при  $p = 0,004$ . Возможно, это свидетельствовало об изменениях систоло – диастолической функции левого желудочка, связанных с этим изменениях давления, последующей гипертонией малого круга. Это могло подтверждаться значением параметра СШ пар сравнения  $P_{av} PA$  с измененными соотношениями E/A митрального клапана, а также с фракцией выброса. В то же время, величина СШ указанных пар не была достоверной. Однако при расчете коэффициента парной корреляции была найдена связь между  $P_{av} PA$  и E/A МК слабой силы, но имеющая достоверный характер ( $r = 0,29$ ,  $p < 0,05$ ). Величина СШ для соотношения E/A трикуспидального клапана выше нормы была наибольшей для значений E/A и составила 3,38 при  $p = 0,11$ .

Таким образом, полученные данные показали значительную зависимость результатов используемого метода определения  $P_{av} PA$  от величины частоты сердечных сокращений. Возможно, это ограничивает его применение лишь в условиях нормальных значений ЧСС. Другой причиной при-



знаков повышения Рав РА по данным исследования может служить изменения систоло – диастолической функции, прежде всего левых отделов сердца, что могло повлечь за собой изменения. Это может быть обусловлено теми же особенностями кровообращения у детей, которые обуславливают появление невинных шумов и связываются с несоответствием функциональных и анатомических структур с функциональными потребностями всего организма.

**Выводы.** Эхографические показатели диастолической функции показывают ее совершенствование, более выраженное в течение первых 4-6 лет жизни.

Количественный метод определения среднего давления в легочной артерии по соотношению АТ/ЕТ имеет ограничения, связанные с изменением частоты сердечного ритма и может отражать эпизоды несоответствия морфофункциональных качеств сердца объемно-временным параметрам кровотока.

#### Литература

1. Капитан, Т.В. Пропедевтика детских болезней с уходом за детьми / Т.В. Капитан. М.:МЕДпрессинформ, 2006. – 704 с.
2. Майданник, В.Г. Пропедевтическая педиатрия / В.Г. Майданник, В.Г. Бурлай, О.З. Гнатейко, К.Д. Дунка, Ю.Н. Нечитайло, Н.В. Хайтович. Винница: Новая Книга, 2012. – 880 с.
3. Ivy, D. Advances in pediatric pulmonary arterial hypertension / D. Ivy // *Curr. Opin. Cardiol.*, 2012. – № 2 – P. 70-81.
4. Simonneau, G. Updated clinical classification of pulmonary hypertension / Simonneau G., Robbins I.M., Beghetti M. et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2009. – № 1. – P. 43-54.
5. Cerro, M.J. A consensus approach to the classification of pediatric pulmonary hypertensive vascular disease: Report from the PVRI Pediatric Taskforce, Panama 2011 / M.J. Cerro, S. Abman, G. Diaz et al. // *Pulm. Circ.*, 2011. – № 2. – P. 286-298.
6. Ivy, D.D. Pediatric pulmonary hypertension / Ivy D.D., Abman S.H., Barst R.J. et al. // *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2013. – P. 117-126.
7. Белозеров, Ю.М. Детская кардиология / Ю.М. Белозеров М., 2004. – 400 с.
8. Agapitov, L.I. Diagnosis of pulmonary hypertension in children / L.I. Agapitov, Yu.M. Belozarov Retrieved from: [http://rosmedportal.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=540](http://rosmedportal.com/index.php?option=com_content&view=article&id=540)
9. Пыков, М.И. Детская ультразвуковая диагностика / М.И. Пыков, К.В. Ватолина М.: Видар, 2001. – 680 с.
10. Шиллер, Н. Клиническая эхокардиография / Н. Шиллер, М. Осипов / Руководство для врачей. М.: Практика-М, 2005. – 344 с.
11. Рыбакова, М.К. Эхокардиография. / М.К. Рыбакова, М.Н. Алехин, В.В. Митьков / Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. М.: Видар, 2008. – 512 с.
12. Kitabatake, A. Noninvasive evaluation of pulmonary hypertension by a pulsed Doppler technique / A. Kitabatake, M. Inoue, M. Asao et al. // *Circulation.* 1983. – № 2. – P. 302-309.
13. Eidem, B.W. Impact of cardiac growth on Doppler tissue imaging velocities: a study in healthy children / B.W. Eidem, C.J. McMahon, R.R. Cohen et al. // *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2004. – № 3. – P. 212-221.
14. Cantinotti, M. Nomograms for blood flow and tissue Doppler velocities to evaluate diastolic function in children: a critical review / M. Cantinotti, L. Lopez. // *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2013. – № 2. – P. 126-141.
15. Jone, P.N. Echocardiography in Pediatric Pulmonary Hypertension / P.N. Jone., D.D Ivy // *Front. Pediatr.* 2014. № 2. P. 124.
16. Pettersen, M.D. Regression equations for calculation of z scores of cardiac structures in a large cohort of healthy infants, children, and adolescents: an echocardiographic study / M.D. Pettersen, W. Du, M.E. Skeens, R.A. Humes // *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 2008. – № 8. – P. 922-934.

## DETECTION OF SIGNS OF INCREASED PRESSURE IN THE PULMONARY ARTERY USING THE RATIO AT/ET DURING ROUTINE ECHOCARDIOGRAPHIC STUDY

**S. V. POPOV<sup>1</sup>**  
**T. A. ROMANOVA<sup>2</sup>**  
**S.I. BOKOVA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Sumy State University, Ukraine*

<sup>2</sup>*Belgorod State National Research University*

*e-mail: serevit712@mail.ru*

The article presents the analysis of 117 echocardiograms of children aged 1 to 16 years, with suspected cardiac pathology. Processes of formation of blood flow in the pulmonary circulation starts from birth and can be traced over a longer period of time, which is important for the diagnosis of cardiac disease, pulmonary hypertension.

We used Doppler echocardiography by standard techniques and have found that the diastolic function improved over the first 4-6 years of life. The Quantitative method of determining the mean pulmonary artery pressure ratio AT/ET has limitations that are associated with changes in heart rate, and may reflect a mismatch episodes morphofunctional qualities of the heart space-time parameters of blood flow.

Key words: doppler echocardiography, pulmonary artery pressure, children.