

Сердце и сосуды | Heart and vessels

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1448>

Оценка интракардиальной гемодинамики у детей до 1 года с дефектом межпредсердной перегородки

© Соколов А.А., Егунов О.А.*, Сморгон А.В., Кожанов Р.С.

НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН; 634012 Томск, ул. Киевская, д. 111А, Российская Федерация

Цель исследования: оценить внутрисердечную гемодинамику и определить необходимость ранней коррекции дефекта межпредсердной перегородки (ДМПП) у детей первого года жизни.

Материал и методы. В исследование были включены пациенты, наблюдавшиеся с 2010 по 2021 г. 1-я группа была сформирована из детей в возрасте младше 12 мес с диагнозом ДМПП и наблюдавшихся следующие 4 года до его интервенционного или хирургического устранения. Во 2-ю группу (контроля) вошли здоровые дети соответствующего возраста. Всем пациентам выполнялось эхокардиографическое исследование с оценкой основных показателей гемодинамики и интракардиальных структур.

Результаты и обсуждение. В 1-ю группу включено 887 детей с ДМПП, в группу контроля вошло 887 здоровых детей. Возраст пациентов, включенных в исследование, составлял $6 \pm 2,6$ мес для 1-й группы и $6 \pm 2,5$ мес для 2-й. Было обнаружено, что у детей, имеющих ДМПП, первым проявлением гемодинамических сдвигов была дилатация правого желудочка, а затем дилатация правого предсердия, что сопровождалось повышением давления в малом круге кровообращения и дефицитом массы тела. У 11% пациентов происходило спонтанное закрытие ДМПП в течение первого года жизни. Почти 20% пациентов младше 6 мес имели клиничко-гемодинамические показания к хирургическому лечению ДМПП.

Выводы. Показания к закрытию ДМПП у детей до года необходимо определять с учетом клинических, анатомических и гемодинамических показателей.

Ключевые слова: врожденные пороки сердца; дефект межпредсердной перегородки; хирургическое лечение межпредсердной перегородки; гемодинамика дефекта межпредсердной перегородки

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Соколов А.А., Егунов О.А., Сморгон А.В., Кожанов Р.С. Оценка интракардиальной гемодинамики у детей до 1 года с дефектом межпредсердной перегородки. *Медицинская визуализация*. 2024; 28 (3): 99–105. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1448>

Поступила в редакцию: 12.02.2024.

Принята к печати: 02.07.2024.

Опубликована online: 29.07.2024.

Evaluation of intracardial hemodynamics in children under 1 year of age with atrial septal defect

© Alexander A. Sokolov, Oleg A. Egunov*, Andrey V. Smorgon, Roman S. Kozhanov

Cardiology research Institute, Tomsk National medical research Center of the Russian Academy of Sciences; 111A, Kievskaya str., Tomsk 634012, Russian Federation

Aim: evaluation of the intracardiac hemodynamics and determination indications for early correction of the atrial septal defect in children before 1 year age.

Methods. The study included patients observed from 2010 to 2021. The first group was formed from children under the age of 12 months with ASD and were observed for the next 4 years until its interventional or surgical elimination. The second group included healthy children of the appropriate age. All patients underwent an echocardiographic (ECHO) study with assessment of the main parameters of hemodynamics and intracardial structures.

Results. The first group included 887 children with ASD, the control group included 887 healthy children. The age of the patients included in the study was 6 ± 2.6 months. for group I and 6 ± 2.5 months. for the second one.



It was found that in young children with ASD, the first manifestation of hemodynamic changes was dilatation of the right ventricle, then the right atrium and finally dilatation of the pulmonary trunk, which was accompanied by an increase in pressure in the pulmonary circulation and weight loss. In 11% of patients, spontaneous closure of the ASD occurs within the first year of life. Almost 20% of patients are younger than 6 months. have clinical and hemodynamic indications for surgical treatment of ASD.

Conclusions. Indications for the atrial septal defect closure should be determined taking into account clinical, anatomical and hemodynamic parameters.

Keywords: congenital heart defects; atrial septal defect; surgical treatment of the atrial septal defect; hemodynamics of the atrial septal defect

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Sokolov A.A., Egunov O.A., Smorgon A.V., Kozhanov R.S. Evaluation of intracardial hemodynamics in children under 1 year of age with atrial septal defect. *Medical Visualization*. 2024; 28 (3): 99–105. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1448>

Received: 12.02.2024.

Accepted for publication: 02.07.2024.

Published online: 29.07.2024.

Введение

Дефекты межпредсердной перегородки (ДМПП) составляют 10% от всех врожденных пороков сердца (ВПС) с частотой встречаемости, достигающей 3,89 на 1000 детей [1, 2]. В настоящее время коррекцию неосложненных ДМПП предпочтительно выполнять в возрасте 4–6 лет, когда возможно использовать эндоваскулярные методы. Исключениями, требующими ранней хирургической коррекции, являются случаи сочетания ДМПП с гемодинамически значимыми ВПС или их выраженное влияние на гемодинамику [3]. В то же время ранняя диагностика и коррекция порока позволяют избежать дальнейших осложнений, таких как развитие легочной гипертензии, аритмий, вследствие дилатации правых камер сердца и уменьшения левых [4, 5]. Несмотря на это, выбор в пользу более позднего, но эндоваскулярного лечения объясняется высокими рисками ранних хирургических вмешательств, особенно связанных с искусственным кровообращением, косметическим дефектом и потенциальной обратимостью структурных и гемодинамических изменений.

Цель исследования: оценить внутрисердечную гемодинамику и определить необходимость ранней коррекции ДМПП у детей первого года жизни.

Материал и методы

Был выполнен ретроспективный анализ базы данных ЭхоКГ-исследований ТНИМЦ НИИ кардиологии с 2010 по 2021 г. с формированием двух групп. В 1-ю группу (основную) были включены дети с ДМПП в возрасте до 12 мес, наблюдавшиеся в течение последующих 4 лет до хирургической или эндоваскулярной коррекции. В контрольную 2-ю группу вошли здоровые дети соответствующего возраста. Возраст самого младшего

пациента, включенного в исследование, составлял 27 дней.

Родители пациентов, включенных в исследование, подписывали согласие на участие в исследовании.

Все исследования выполнялись в соответствии с рекомендацией Американского общества эхокардиографистов ASE.

Диагноз ДМПП устанавливался при первичном исследовании на основании наличия лево-правого потока сброса по цветовому доплеровскому картированию перпендикулярно межпредсердной перегородке из субкисфоидальной позиции в двух проекциях при отсутствии ткани в месте сброса по серошкальному изображению [6]. Дополнительно определяли:

- Z-индексы: диаметра легочной артерии (ЛА); поперечника правого желудочка (ПЖ); объема правого предсердия (ПП);
- конечно-диастолический индекс левого желудочка (ЛЖ);
- повышение систолического давления в правом желудочке (ПЖ);
- Qp/Qs (рассчитывался стандартным способом с помощью интегрированных программ ультразвуковых систем);
- индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали по стандартной формуле [7].

Основные позиции для визуализации и измерения исследуемых показателей представлены на рис. 1–3.

Оценка Z-индексов проводилась с помощью калькулятора нормативов ЭхоКГ у детей, разработанного в ТНИМЦ НИИ кардиологии <https://el.cardio-tomsk.ru/ChildCalc>.

Все исследования были выполнены одним специалистом с использованием ультразвуковых систем ie-33 X-matrix и Epiq 7 фирмы Philips (частота 1–5 и 3–8 МГц).

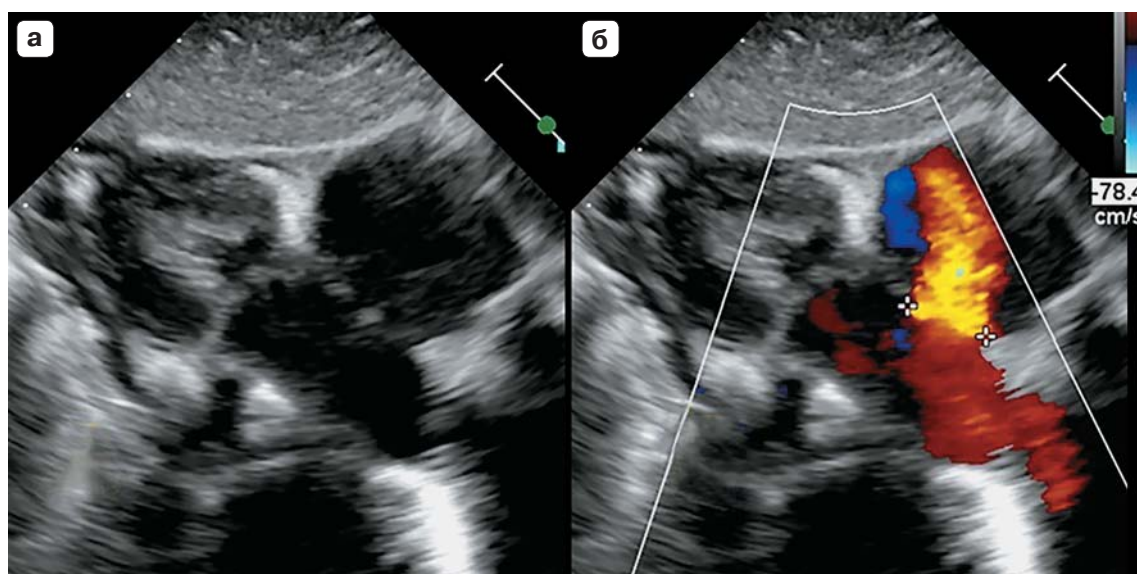
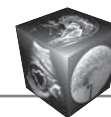


Рис. 1. Эхокардиографическая оценка дефекта межпредсердной перегородки. **а** – без доплерографии; **б** – с доплерографией.

Fig. 1. Echocardiographic assessment of atrial septal defect. **a** – without dopplerography; **б** – with dopplerography.

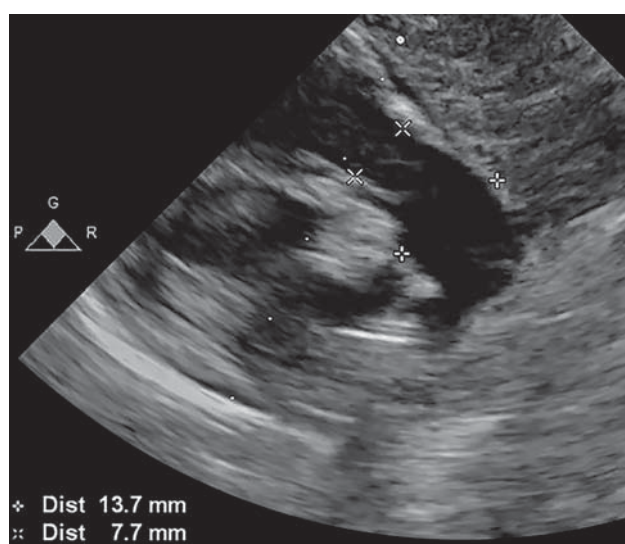


Рис. 2. Эхокардиографическое измерение размера ствола легочной артерии.

Fig. 2. Echocardiographic measurement of the size of the pulmonary artery trunk.

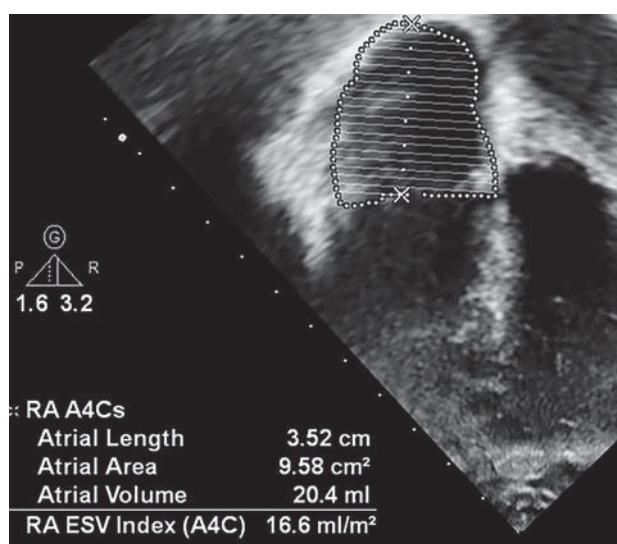


Рис. 3. Эхокардиографическое измерение объема правого предсердия по алгоритму площадь–длина.

Fig. 3. Echocardiographic measurement of right atrium volume using the area–length algorithm.

Статистический анализ

Статистическая обработка осуществлялась с использованием пакета прикладных программ Statistica V. 7 (StatSoft, США). Проверка групп на подчинение нормальному закону распределения проводилась с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для анализа качественных данных использовали

критерий χ^2 , для анализа количественных данных – либо t-критерий Стьюдента, либо критерий Манна–Уитни. Определение взаимосвязи проводилось с использованием коэффициента корреляции Пирсона. При сравнении групп статистически значимыми результаты считали при $p < 0,05$ [8].



Результаты

Демография

В исследование были включены 1000 детей с диагнозом ДМПП в возрасте $6 \pm 2,6$ мес, из которых у 113 (11%) при проведении повторной ЭхоКГ было отмечено самостоятельное закрытие ДМПП. Таким образом, исследуемую группу составляли 887 пациентов. Контрольная 2-я группа формировалась из 887 детей без ВПС и магистральных сосудов в возрасте $6 \pm 2,5$ мес.

Несмотря на отсутствие различий в возрасте, 95% детей 2-й группы имели ИМТ более 14. Это значение было принято за отрезную точку. В 1-й группе ИМТ менее 14 отмечался лишь в 20% случаев (табл. 1).

Отношение легочного к системному кровотоку (Qp/Qs)

При анализе соотношения легочного и системного кровотока было обнаружено, что в момент первичной постановки диагноза у 80% пациентов Qp/Qs превышало 1,5, составляя $1,93 \pm 0,6$, а к моменту коррекции порока у 100% пациентов соотношение пульмонального и системного кровотока превышало 1,5. При анализе размера ДМПП в 40% случаев размер дефекта не превышал 5 мм (табл. 2).

Z-индексы: диаметр легочной артерии, поперечник правого желудочка, объем правого предсердия

Во 2-й группе Z-индекс поперечника ПЖ, ПП и ЛА в 95–98% случаев не превышал +1,4, вследствие чего это значение было принято за отрезную точку (cut off point). Дилатация ПП обнаружилась у 85%, дилатация ПЖ – у 50%, дилатация ЛА – у 23%, депрессия ударного индекса ЛЖ – 22% пациентов с ДМПП (рис. 4).

Для оценки возраста, в котором отмечалась дилатация правых камер сердца, был выполнен внутригрупповой анализ пациентов с ДМПП с формированием двух подгрупп: младше 6 мес ($n = 413$), $Me \pm \sigma$: $3,5 \pm 1,3$ мес и старше 6 мес ($n = 474$), $Me \pm \sigma$: 8 ± 1 мес. Показано, что у пациентов первой подгруппы преимущественно дилатирован ПЖ, а у пациентов второй наибольшая дилатация отмечалась у ПП. Таким образом, у детей с ДМПП младше 6 мес среди структур правых отделов сердца наиболее выраженным изменением является дилатация ПЖ, в то время как среди пациентов старше 6 мес наибольшее увеличение характерно для ПП и встречается в 6 раз чаще, чем в возрасте до 6 мес (рис. 5).

Таблица 1. Демографические данные

Table 1. Demographic data

Показатель Parameter	ДМПП ASD	Контроль Control	p
Количество пациентов, n Number of patients, n	887	887	1.0
Возраст, мес Age, month	6 ± 2.6	6 ± 2.5	0.8
Мужской пол, n (%) Male, n (%)	587 (66)	590 (66)	0.9
Индекс массы тела, кг/м ² BMI, kg/m ²	15.8 ± 2.5	16.9 ± 2.6	0.03

Note. BMI – body mass index.

Таблица 2. Характеристика ДМПП

Table 2. Characteristics of ASD

Показатель Parameter	Пациенты, n (%) ASD, n (%)
Qp/Qs	
>1.5 (%)	709 (80)
<1.5 (%)	178 (20)
Размер ДМПП, мм ASD size, mm	
4–5	354 (40)
6–7	248 (28)
8–10	186 (21)
>10	97 (11)

Note. ASD – atrial septal defect.

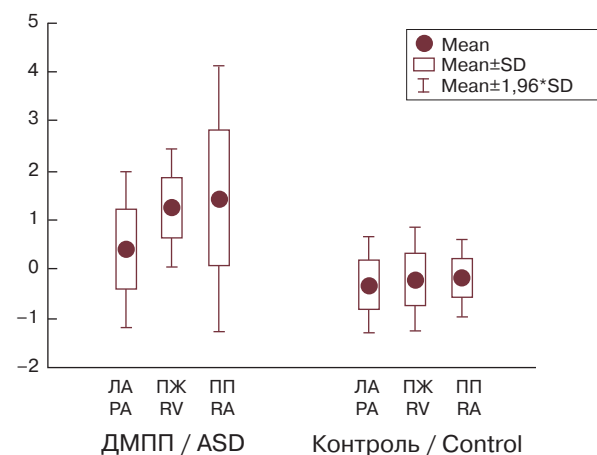


Рис. 4. Z-индексы структур правых отделов сердца в основной и контрольной группах.

Fig. 4. Z-score of the structures of the right heart in the main and control groups. PA – pulmonary artery, RV – right ventricle, RA – right atrium.

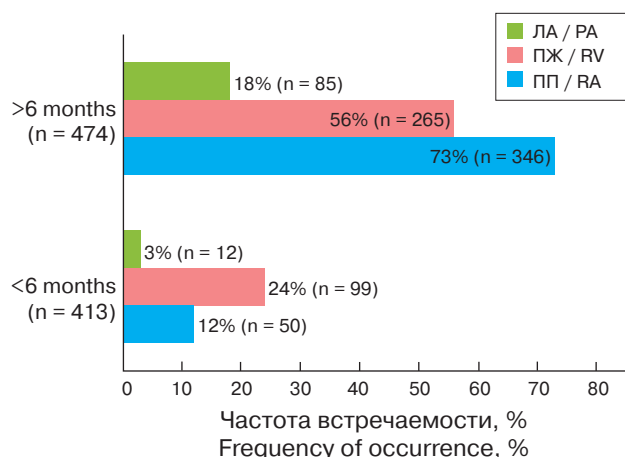
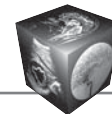


Рис. 5. Дилатация структур правых отделов сердца у детей младше и старше 6 мес.

Fig. 5. Dilation of the structures of the right heart in children before and after 6 months. PA – pulmonary artery, RV – right ventricle, RA – right atrium.

Таблица 3. Корреляция систолического давления в правом желудочке с ИМТ и рядом показателей ЭхоКГ

Table 3. Correlation of systolic pressure in the right ventricle with BMI and a number of echocardiography indicators

Показатель Parameter	R	p
ИМТ, кг/м ² BMI, kg/m ²	0.3	0.01
КДИ ЛЖ EDI LV	–0.36	0.02
ППИ, мл/м ² RAI, ml/m ²	0.4	0.001
ПЖ, мм RV, mm	0.39	0.001
ЛА, мм PA, mm	0.27	0.01
Qp/Qs	0.5	0.01
Размер ДМПП Size of the ASD	0.51	0.001

Примечание. ДМПП – дефект межпредсердной перегородки; ИМТ – индекс массы тела; КДИ ЛЖ – индексированный объем левого желудочка в конце диастолы; ЛА – ствол легочной артерии; ПЖ – поперечник правого желудочка в диастолу; ППИ – индексированный объем правого предсердия; Qp/Qs – соотношение легочного и системного объемов кровотока.

Note. ASD – atrial septal defect; BMI – body mass index; EDI LV – end diastolic index of the left ventricle; PA – pulmonary artery; RAI – right atrial index; RV – right ventricle.

Конечно-диастолический индекс левого желудочка

Наличие сброса крови через ДМПП проявлялось закономерным уменьшением преднагрузки, конечно-диастолический индекс ЛЖ у детей с ДМПП был статистически значимо снижен по сравнению с контрольной группой – 28,7 [25,1; 32,9] против 34,8 [31,0; 38,4], $p = 0,04$.

Систолическое давление в правом желудочке

У 95% детей 2-й группы систолическое давление в правом желудочке (СДПЖ) было менее 23 мм рт.ст. Повышение СДПЖ имело прямую, статистически значимую корреляцию с рядом показателей у пациентов 1-й группы. Наиболее низкая корреляция давления в ПЖ была с диаметром легочной артерии, наиболее высокая – с объемом шунтирования крови (Qp/Qs) (табл. 3).

Пациенты до года с ДМПП имели один или несколько критериев гемодинамической значимости и необходимости коррекции ВПС, а изменение всех исследуемых показателей определялось у 18% обследованных детей.

Обсуждение

Дефект межпредсердной перегородки – распространенный ВПС у детей, который редко сопровождается легочной артериальной гипертензией и считается достаточно простым и изученным [9]. Разработаны многочисленные алгоритмы диагностики и коррекции, достаточно подробно описана физиология и патофизиология нарушений гемодинамики. Мировое сообщество сходится во мнении, что порок должен быть устранен в плановом порядке до достижения ребенком 4-летнего возраста. При этом возможно спонтанное закрытия вторичных ДМПП у детей до года, которое происходит с частотой от 32 до 64% случаев. Это явление объясняется либо недооценкой тонкой гипермобильной заслонки овального отверстия при первичном исследовании, либо наличием мигрирующих фибробластов [10–13]. В проведенном исследовании закрытие межпредсердного сообщения произошло лишь у 11% детей до года.

В настоящее время существует два способа закрытия ДМПП: хирургический и эндоваскулярный, каждый из которых имеет свои показания. Наиболее предпочтительным и активно развивающимся методом коррекции ДМПП является транскатетерная эндоваскулярная окклюзия ДМПП, одним из главных ограничений которой является масса тела ребенка. Согласно результатам много-



численных одноцентровых и мультицентровых исследований, минимальная масса тела детей, подвергшихся эндоваскулярной коррекции, варьировала от 15 до 20 кг. При этом только у 3% здоровых детей масса тела была 20 кг и более в этом возрасте. Если принять за минимальную массу тела, подходящую для эндоваскулярной коррекции, 15 кг, то 30% детей с ДМПП в возрасте 3–6 лет не подходят по массе тела для данной процедуры из-за большого количества осложнений. В отдельных клиниках практикуется транскатетерное закрытие ДМПП при минимальной массе тела 4–5 кг [14, 15].

Кроме низкой массы тела ребенка, противопоказаниями к эндоваскулярной коррекции являются множественные ДМПП, ДМПП с малым краем перегородки, ДМПП типа *sinus venosus*, а также первичные ДМПП. Все эти анатомические особенности, к сожалению, остаются неизменными по мере взросления ребенка и не зависят от его возраста и массы тела. В связи с этим в ряде случаев при выявлении ДМПП у детей младшего возраста необходимо четко оценивать перспективу эндоваскулярного лечения с учетом анатомических особенностей и риска изменений правых отделов сердца и их потенциальной обратимости.

В проведенном исследовании у 20% детей с ДМПП и значимой дилатацией правых отделов сердца обнаруживался дефицит массы тела, вероятно, обусловленный редукцией сердечного выброса и гиперволеимией малого круга кровообращения. Такая картина в сочетании с повышением давления в легочной артерии является прямым показанием к хирургической коррекции в связи с высокой вероятностью развития осложнений при отсрочивании вмешательства [16]. Кроме того, в нашем исследовании было показано, что в первую очередь у детей раннего возраста при ДМПП дилатируется правый желудочек, затем правое предсердие и, наконец, легочная артерия.

При анализе взаимосвязи повышенного систолического давления в правом желудочке с некоторыми показателями гемодинамики и антропометрии была обнаружена наибольшая корреляция между СДПЖ, объемом шунтирования и размером дефекта ($r = 0,50$ и $0,52$), а наименьшая – СДПЖ с диаметром легочного ствола и ИМТ.

Мы разделяем мнение исследователей о необходимости и важности ранней коррекции ДМПП у детей с ЭхоКГ-признаками легочной гипертензии, патологий легких и плохим набором массы тела, с отсутствием перспектив эндоваскулярной коррекции в дальнейшем [17, 18].

Выводы

1. У 11% детей до года ДМПП, диагностированный по ЭхоКГ-критериям, спонтанно закрывался к 11-месячному возрасту.

2. У 18% процентов детей до 1 года имеются клиничко-гемодинамические показания к коррекции порока, которые включают снижение ИМТ, ударного индекса ЛЖ, повышение СДПЖ, дилатацию ПП, ПЖ и ЛА и увеличение отношения Q_p/Q_s .

3. При наличии ДМПП первым проявлением гемодинамических сдвигов у детей до 1 года является дилатация ПЖ, затем ПП и, наконец, легочного ствола, что сопровождается повышением давления в малом круге кровообращения и дефицитом массы тела.

Участие авторов

Соколов А.А. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, ответственность за целостность всех частей статьи, анализ и интерпретация полученных данных.

Егунов О.А. – написание текста, подготовка и редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи.

Сморгон А.В. – сбор и обработка данных, участие в научном дизайне, обзор публикаций по теме статьи.

Кожанов Р.С. – статистическая обработка данных, подготовка, создание опубликованной работы.

Authors' participation

Sokolov A.A. – concept and design of the study, conducting research, responsibility for the integrity of all parts of the article, analysis and interpretation of the obtained data.

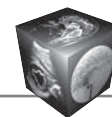
Egunov O.A. – writing text, text preparation and editing, approval of the final version of the article.

Smorgon A.V. – collection and analysis of data, participation in scientific design, review of publications.

Kozhanov R.S. – statistical analysis, preparation and creation of the published work.

Список литературы [References]

1. Бокерия Л.А., Ким А.И., Зеленикин М.М. и др. Дефект межпредсердной перегородки. Клинические рекомендации. 2023. *Российский кардиологический журнал*. 2023; 28 (8): 5588. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5588>
Bokeria L.A., Kim A.I., Zelenikin M.M. et al. Atrial septal defect. Clinical guidelines 2023. *Russian Journal of Cardiology*. 2023; 28 (8): 5588. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5588> (In Russian)
2. Silvestry F.E., Cohen M.S., Armsby L.B. et al.; American Society of Echocardiography; Society for Cardiac Angiography and Interventions. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale: From the American Society of Echocardiography and Society for Cardiac Angiography and Interventions. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015; 28: 910–958. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2015.05.015>



3. Martin S.S., Shapiro E.P., Mukherjee M. Atrial septal defects – clinical manifestations, echo assessment, and intervention. *Clin. Med. Insights Cardiol.* 2015; 8 (Suppl. 1): 93–98. <http://doi.org/10.4137/CMC.S15715>
4. Lammers A., Hager A., Eicken A. et al. Need for closure of secundum atrial septal defect in infancy. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2005; 129 (6): 1353–1357. <http://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2004.10.007>
5. Alkashkari W., Albugami S., Hijazi Z.M. Current practice in atrial septal defect occlusion in children and adults. *Expert Rev. Cardiovasc. Ther.* 2020; 18 (6): 315–329. <http://doi.org/10.1080/14779072.2020.1767595>
6. Ye Z., Li Z., Yi H. et al. Optimization of echo views for percutaneous device closure of pediatric atrial septal defect through the femoral vein guided by transthoracic echocardiography without radiation. *J. Interv. Cardiol.* 2020; 8242790. <http://doi.org/10.1155/2020/8242790>
7. Баранов А.А., Щепягина Л.А. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы). М.: ГЭОТАР-МЕД, 2006. 2 т. Baranov A.A., Shhepljagin L.A. Physiology of growth and development of children and adolescents (theoretical and clinical issues). M.: GOTAR-MED, 2006. 2 vol. (In Russian)
8. Жижин К.С. Медицинская статистика. Ростов-на-Дону: Изд-во Феникс, 2007. 160 с. Zhizhin K.S. Medical statistics. Rostov-na-Donu: Feniks, 2007. 160 p. (In Russian)
9. Chinawa J.M., Chinawa A.T., Ossai E.N., Duru C.O. Predictors of pulmonary hypertension among children with atrial septal defects (ASD). *Libyan J. Med.* 2022; 17 (1): 2007603. <http://doi.org/10.1080/19932820.2021.2007603>
10. Hanslik A., Pospisil U., Salzer-Muhar U. et al. Predictors of spontaneous closure of isolated secundum atrial septal defect in children: a longitudinal study. *Pediatrics.* 2006; 118 (4): 1560–1565. <http://doi.org/10.1542/peds.2005-3037>
11. Azhari N., Shihata M.S., Al-Fatani A. Spontaneous closure of atrial septal defects within the oval fossa. *Cardiol. Young.* 2004; 14 (2): 148–155. <http://doi.org/10.1017/S1047951104002069>
12. Ostermayer S.H., Srivastava S., Doucette J.T. et al. Malattached septum primum and deficient septal rim predict unsuccessful transcatheter closure of atrial communications. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2015; 86 (7): 1195–1203. <http://doi.org/10.1002/ccd.26102>
13. Wang S.Y., Welch T.D., Elfenbein A., Kaplan A.V. Spontaneous Closure of a Secundum Atrial Septal Defect. *Methodist Debaquey Cardiovasc J.* 2018; 14 (1): 60–62. <http://doi.org/10.14797/mdcj-14-1-60>
14. Butera G., De Rosa G., Chessa M. et al. Transcatheter closure of atrial septal defect in young children: results and follow-up. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 42 (2): 241–245. [http://doi.org/10.1016/s0735-1097\(03\)00589-8](http://doi.org/10.1016/s0735-1097(03)00589-8)
15. Tanghøj G., Liuba P., Sjöberg G., Naumburg E. Predictors of the need for an atrial septal defect closure at very young age. *Front Cardiovasc Med.* 2020; 6: 185. <http://doi.org/10.3389/fcvm.2019.00185>
16. Chessa M., Carminati M., Butera G. et al. Early and late complications associated with transcatheter occlusion of secundum atrial septal defect. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002; 39 (6): 1061–1065. [http://doi.org/10.1016/s0735-1097\(02\)01711-4](http://doi.org/10.1016/s0735-1097(02)01711-4)
17. Dafni D., Bini R.M., Riley G. et al. Repair of isolated atrial septal defect in infants less than 12 months improves symptoms of chronic lung disease or shunt-related pulmonary hypertension. *Cardiol. Young.* 2020; 30 (4): 511–520. <http://doi.org/10.1017/S1047951120000463>
18. Tsuda T., Davies R.R., Radtke W. et al. Early surgical closure of atrial septal defect improves clinical status of symptomatic young children with underlying pulmonary abnormalities. *Pediatr. Cardiol.* 2020; 41 (6): 1115–1124. <http://doi.org/10.1007/s00246-020-02361-8>

Для корреспонденции*: Егунов Олег Анатольевич – e-mail: egunov_oleg@mail.ru

Соколов Александр Анатольевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий лабораторией ультразвуковых и функциональных методов исследования НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, Томск. <https://orcid.org/0000-0003-0513-9012>

Егунов Олег Анатольевич – канд. мед. наук, врач сердечно-сосудистый хирург, научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, Томск. <https://orcid.org/0000-0003-4023-455X>

Сморгон Андрей Владимирович – младший научный сотрудник, сотрудник лаборатории ультразвуковых и функциональных методов исследований НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, Томск. <https://orcid.org/0000-0002-6531-7223>

Кожанов Роман Сергеевич – врач сердечно-сосудистый хирург, аспирант отделения сердечно-сосудистой хирургии НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, Томск. <https://orcid.org/0000-0002-0493-4762>

Contact*: Oleg A. Egunov – e-mail: egunov_oleg@mail.ru

Alexander A. Sokolov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Functional and Laboratory Diagnostics, Cardiology research Institute, Tomsk National medical research Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0003-0513-9012>

Oleg A. Egunov – Cand. of Sci. (Med.), cardiovascular surgeon, researcher, Department of Cardiovascular Surgery, Cardiology research Institute, Tomsk National medical research Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0003-4023-455X>

Andrey V. Smorgon – Junior Researcher, employee of the laboratory of ultrasound and functional research methods, Cardiology research Institute, Tomsk National medical research Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0002-6531-7223>

Roman S. Kozhanov – postgraduate student of the Department of Cardiovascular Surgery, cardiovascular surgeon, Cardiology research Institute, Tomsk National medical research Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0002-0493-4762>