



<https://doi.org/10.34883/PI.2023.15.4.005>



Муродова М.Д. ✉, Юлдашев Б.А.

Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд, Узбекистан

Особенности гемодинамических показателей сердца у детей с острым нефритическим синдромом

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: Муродова М.Д. – концепция и дизайн исследования, набор и обработка материала, литературный обзор, подготовка и структурирование статьи, формирование результатов; Юлдашев Б.А. – формирование идеи и задач исследования, редактирование, проверка полученных результатов исследования, подготовка текста статьи, литературный обзор.

Подана: 29.03.2023

Принята: 28.08.2023

Контакты: mali007@mail.ru

Резюме

Введение. Среди проблем заболеваемости детей в настоящее время особенно важна проблема совершенствования ранней диагностики и своевременного лечения острого нефритического синдрома у детей. В последнее десятилетие при анализе особенностей течения нефрологических заболеваний отмечен интерес к изучению вовлечения в патологический процесс сердечно-сосудистой системы. Использование инновационных методов диагностики позволяет определить прогноз заболевания и преодолеть трудности диагностики и лечения.

Цель. Изучение гемодинамических показателей сердца у детей с острым нефритическим синдромом.

Материалы и методы. Кардиометрическое исследование выполнено 105 детям с острым нефритическим синдромом на базе Самаркандского областного детского многопрофильного медицинского центра с 2020 по 2022 год. На основании кардиометрических исследований были изучены следующие параметры: SV – ударный объем крови (мл); MV – сердечный выброс (л/мин); PV1 – объем крови, поступающей в желудочек сердца в раннюю диастолу (мл); PV2 – объем крови, поступающей в желудочек сердца во время систолы предсердий (мл); PV3 – объем крови, выталкиваемой из желудочка сердца при быстром изгнании (мл); PV4 – объем крови, выталкиваемой из желудочка сердца при медленном выбросе (мл); PV5 – объем крови, перекачиваемой в систолу восходящей аортой, работающей как перистальтический насос (мл).

Результаты. Клинические исследования показали наличие значительных нарушений в центральной гемодинамике у больных детей с острым нефритическим синдромом по сравнению с контрольной группой. При оценке диастолических данных относительные значения ранней диастолы имеют тенденцию к увеличению с возрастом в 2,5 раза. Выявляется выраженная возрастная тенденция: при изменении абсолютных систолических значений фазы быстрого и медленного выброса увеличиваются (объем крови, выбрасываемый левым желудочком в фазе быстрого выброса) в 2 раза.

Заключение. Ранняя диагностика структурно-функциональных изменений сердечно-сосудистой системы и верификация факторов риска создают предпосылки для выбора рациональных путей профилактики сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с начальными стадиями нефритического синдрома.

Ключевые слова: острый нефритический синдром, дети, кардиометрия, гемодинамические показатели сердца, фазы сердечного цикла

Murodova M. ✉, Yuldashev B.

Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

Features of Hemodynamic Heart Indicators in Children with Acute Nephritic Syndrome

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: Murodova M. – study concept and design, material collection and processing, editing, literature review, article preparation, results generation; Yuldashev B. – formulating study concept and objectives, editing, study results verification, text writing, literature review.

Submitted: 29.03.2023

Accepted: 28.08.2023

Contacts: mali007@mail.ru

Abstract

Introduction. In the structure of childhood morbidity, the problem of improving early diagnosis and timely treatment of acute nephritic syndrome in children is currently of particular relevance. In the last decade, analyzing the features of the course of nephrological diseases, there has been an interest in studying the involvement of the cardiovascular system in the pathological process. The use of innovative diagnostic methods makes it possible to determine the prognosis of the disease and overcome the difficulties of diagnosis and treatment.

Purpose. The study of the hemodynamic parameters of the heart in children with acute nephritic syndrome.

Materials and methods. A cardiometric study was performed in 105 children with acute nephritic syndrome on the basis of the Samarkand Regional Children's Multidisciplinary Medical Center from 2020 to 2022 years. Based on cardiometric studies, the following parameters were studied: SV – stroke volume of blood (ml); MV is cardiac output (l/min); PV1 is the volume of blood entering the ventricle of the heart in early diastole (ml); PV2 is the volume of blood entering the ventricle of the heart during atrial systole (ml); PV3 is the volume of blood expelled from the heart ventricle during rapid expulsion (ml); PV4 is the volume of blood expelled from the heart ventricle during slow ejection (ml); PV5 – the volume of blood pumped by the ascending aorta into systole, working as a peristaltic pump (ml).

Results. Clinical studies have shown the presence of significant disturbances in the central hemodynamics in sick children with acute nephritic syndrome compared with the control group. When evaluating diastolic data, the relative values of early diastole tend to increase with age by 2.5 times. A pronounced age trend is revealed when the absolute systolic values of the fast and slow ejection phases change (the volume of blood ejected by the left ventricle in the fast ejection phase) is 2 times.

Conclusion. Early diagnosis of structural and functional changes in the cardiovascular system and verification of risk factors create prerequisites for choosing rational ways



to prevent cardiovascular complications in patients with the initial stages of nephritic syndrome.

Keywords: acute nephritic syndrome, children, cardiometry, hemodynamic parameters of the heart, phases of the cardiac cycle

■ ВВЕДЕНИЕ

До настоящего времени не существовало полной картины для совершенного понимания законов работы сердца и связанных с ним сосудов. Это связано с тем, что одним из открытых вопросов физиологии кровообращения является правильное понимание его гидромеханики. Сердечно-сосудистую систему рассматривают как единую схему и на этой основе приобретают знания о ее строении и законах управления. Система кровотока представляет собой гигантскую иерархическую структуру, объединяющую большое количество систем и подсистем, имеющих некоторые общие и специфические черты, функционирование которых направлено только на одну задачу – поддерживать адекватный кровоток во всех органах и тканях в организме по принципу биологической оптимизации. В настоящее время состояние насосной функции сердца оценивают по некоторым условно значимым параметрам центральной гемодинамики, среди которых ударный объем (УО), минутный объем (МО), известный как сердечный выброс (СВ), и общая периферическая резистентность, которая называется системным сосудистым сопротивлением. Оба объема – ударный объем (SV) и минутный объем кровообращения (MV, или СВ) – измеряются прямыми (инвазивными) или непрямыми (неинвазивными) методами, в то время как системное сосудистое сопротивление рассчитывается по жидкости – динамическое уравнение Пуазейля [1, 11]. Как правило, для измерения параметров УО и МО в педиатрии в практике используются неинвазивные методы [3]. Принято считать, что обычные инвазивные и неинвазивные методы измерения параметров центральной гемодинамики основаны на предположении о том, что плазма крови и форменные элементы циркулируют с одинаковой скоростью. Однако новые данные показывают, что эритроциты движутся в пульсирующем токе крови за счет градиента статического давления поперек оси кровеносного сосуда, образуя таким образом особый динамический радиальный кольцевой узор, который способствует гораздо более быстрому движению эритроцитов по сравнению с плазмой [2–6]. В то же время следует отметить, что имеется тесная зависимость между ударным объемом и системным сосудистым сопротивлением. Причина в том, что кровообращение в нашем организме поддерживается в проточном режиме закона Пуазейля. Но это предположение несовместимо с принципом оптимизации в биологических системах, согласно которому все процессы в биологических системах управляются самым совершенным образом (чтобы максимизировать их эффективность). Более сорока лет назад было установлено, что кровообращение управляется не законом Пуазейля, а за счет выполнения наиболее эффективных условий течения «третьего типа». Эта инновационная концепция кровотока заложила основу для разработки нового неинвазивного метода измерения показателей центральной гемодинамики, основанного на фактическом времени каждой фазы сердечного цикла, и это как раз метод, который используется в нашем исследовании, описан здесь (то есть метод Поединцева – Вороновой) [5, 12, 13].

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение показателей центральной гемодинамики у детей с острым нефритическим синдромом, направленное на установление клинического значения указанных параметров при кардиоренальной взаимосвязи.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было обследовано 105 детей в возрасте от 3 до 18 лет ($7 \pm 2,7$), находившихся на стационарном лечении в Самаркандском областном детском многопрофильном медицинском центре с диагнозом «острый нефритический синдром» с 2020 по 2022 год. Соотношение мальчиков и девочек составило 1,4:1, а именно 63 мальчика и 42 девочки. Возрастные группы формировались согласно классификации периодов детства, рекомендованной ВОЗ (1971). Так, 47 пациентов (45%) были в возрасте от 3 до 6 лет, 30 (29%) – 7–12 лет, 28 (27%) – 13–18 лет (табл. 1).

В исследовании измерение показателей центральной гемодинамики проводилось с помощью медицинского оборудования «Кардиокод» (производства научно-технической компании Cardiocode, Таганрог, Россия). Устройство Cardiocode – это приставка к любому типу компьютеров, работающих на платформе Windows. Прибор измеряет следующие параметры: SV – ударный объем крови (мл); MV – сердечный выброс (л/мин); PV1 – объем крови, поступающей в желудочек сердца в раннюю диастолу (мл); PV2 – объем крови, поступающей в желудочек сердца во время систолы предсердий (мл); PV3 – объем крови, выталкиваемой из желудочка сердца при быстром изгнании (мл); PV4 – объем крови, выталкиваемой из желудочка сердца при медленном выбросе (мл); PV5 – объем крови, перекачиваемой в систолу восходящей аортой, работающей как перистальтический насос (мл) [12, 13]. Статистику обрабатывали с помощью программы Excel с использованием как параметрических, так и непараметрических критериев. Для оценки вариации рядов количественных данных были рассчитаны следующие значения: среднее значение наблюдаемых переменных (M), стандартная ошибка расчетного среднего (m) и средний квадрат ошибки. Все таблицы и изображения в данном исследовании демонстрируют соответствующие групповые данные в виде средних значений $\pm$ стандартная ошибка расчетного среднего ($M \pm m$).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Показатели центральной гемодинамики (ЦГ) изучались нами в трех референтных группах детей: 1-я группа – дети в возрасте 3–6 лет, 2-я группа – дети в возрасте от 7 до 12 лет, 3-я группа – дети в возрасте от 13 до 18 лет (табл. 2).

Таблица 1
Соотношение пациентов по возрасту и полу
Table 1
The ratio of patients by age and sex

Возраст	Мальчики	Девочки	Общее количество (n)	Процентное соотношение (%)
3–6 лет	29	18	47	45
7–12 лет	16	14	30	29
13–18 лет	18	10	28	27
	63	42	105	100

Таблица 2
Фазозависимые объемные параметры центральной гемодинамики у детей по возрастным группам
Table 2
Phase-dependent volumetric parameters of central hemodynamics in children by age groups

Показатели гемодинамики	Исследуемые группы	3–6 лет	7–12 лет	13–18 лет
SV, мл	Острый нефритический синдром, n=105	19,22±1,16	21,81±1,10	24,13±0,98
	Контрольная группа, n=40	29,5±3,5	39,4±5,7	44±8,6
MV, л/мин	Острый нефритический синдром, n=105	1,8±0,6	3,2±0,8	4,0±2,3
	Контрольная группа, n=40	2,43±0,13	2,96±0,15	4,37±0,19
PV1	Острый нефритический синдром, n=105	12,1±1,8	14,7±1,3	16,4±1,5
	Контрольная группа, n=40	14,3±0,8	16,2±1,1	17,4±2,1
PV2	Острый нефритический синдром, n=105	11,6±1,4	22,6±4,3	33,3±4,4
	Контрольная группа, n=40	14,7±0,4	26,6±2,3	37,3±2,4
PV3	Острый нефритический синдром, n=105	13,3±1,8	14,7±1,2	15,2±1,4
	Контрольная группа, n=40	14,3±0,8	16,7±1,8	17±3,6
PV4	Острый нефритический синдром, n=105	8,7±2,1	14,2±2,3	26,7±3,4
	Контрольная группа, n=40	9,2±0,9	14,7±1,3	27,2±3,2
PV5	Острый нефритический синдром, n=105	5,9±0,8	9,3±0,8	12,2±0,7
	Контрольная группа, n=40	8,2±0,6	13,8±0,8	16,7±0,7

Учитывая данные, приведенные в табл. 2, при оценке насосной функции сердца у основной группы следует отметить тенденцию к увеличению удельного ударного объема с возрастом (в 1,25 раза) – от 19,22±1,16 мл в 1-й группе до 21,81±1,10 мл во 2-й группе, а у детей старшего школьного возраста наблюдается его увеличение до 24,13±0,98 мл. Такая же тенденция наблюдается и при трактовке таких данных, как минутный объем, с увеличением в 2,3 раза, когда мы анализируем минутный объем кровообращения, или сердечный выброс (сообщается об увеличении с 1,8±0,6 в 1-й группе до 3,2±0,8 во 2-й группе с дальнейшим повышением до 4,0±2,3 у детей 3-й группы, то есть в 1,8 раза). Но при этом все показатели гемодинамики у больных детей с острым нефритическим синдромом были достоверно ниже по сравнению с контрольной группой, $p \leq 0,05$. При оценке диастолических данных вышеперечисленных групп можно сделать вывод о том, что относительные значения ранней диастолы имеют тенденцию к увеличению с возрастом в 2,5 раза. Выявляется выраженная возрастная тенденция: при изменении абсолютных

систолических значений фазы быстрого и медленного выброса значительно увеличиваются (объем крови, выбрасываемый левым желудочком в фазе быстрого выброса, увеличивается в 2 раза соответственно). Относительные значения систолических показателей в фазе быстрого изгнания у здоровых детей всех групп сравнения не обнаруживают достоверных различий и соответственно составляют ударный объем, $p \geq 0,05$. Относительные систолические параметры в фазу медленного изгнания у здоровых детей 1-й и 2-й групп примерно одинаковы. У детей школьного возраста отмечается тенденция к незначительному увеличению этого показателя. При анализе абсолютных показателей, характеризующих работу аорты как перистальтического насоса (в фазе быстрого выброса), следует отметить их значительное увеличение; установлено, что эти значения зависят и от возраста (от $5,9 \pm 0,8$ мл у детей 1-й группы до $12,2 \pm 0,7$ мл у детей школьного возраста, то есть в 2,1 раза). Соответствующие относительные значения в 1-й, 2-й и 3-й группах существенно не отличаются друг от друга и составляют 31,30%, 31,89% и 33,22% ударного объема соответственно.

На основании кардиометрических исследований установлено нарушение функции почек, сопровождающееся изменениями структурно-геометрических и объемных параметров левых отделов сердца, в отличие от здоровых детей, – увеличением конечно-диастолического и конечно-систолического объемов левого желудочка. Снижение сердечной гемодинамики напрямую связано с нарушением функции почек [7–10]. Характерные признаки изменения показателей гемодинамики позволяют выявить степень исходных изменений гемодинамики при почечной патологии.

Таким образом, в условиях прогрессирования нефропатии происходит единый процесс ремоделирования сердечно-сосудистой системы, отражающий трансформацию функциональных изменений в структурные. Ранняя диагностика структурно-функциональных изменений сердечно-сосудистой системы и верификация факторов риска создают предпосылки для выбора рациональных путей профилактики сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с начальными стадиями нефритического синдрома.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Раннее выявление изменений в сердечно-сосудистой системе при помощи кардиометрии дает возможность правильно оценить тяжесть течения острого нефритического синдрома у детей. Это способствует своевременной коррекции выявленных нарушений, предотвращению хронизации патологического процесса и профилактики осложнений.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Zernov V.A. Hemodynamic analyzer "Cardiocode". *Questions of balneology, physiotherapy and exercise therapy*. 2020;97(6-2):44–44. (in Russian)
2. Smirnov A.V., Shilov E.M., Dobronravov V.A. Chronic kidney disease. *Nephrology: clinical guidelines*. M.: Geotar-Media. 2016:25–77. (in Russian)
3. Yuldashev B. Cardiometry as a method of early diagnosis of cardiovascular disorders in chronic kidney disease in children. *Journal of Cardiorespiratory Research*. 2020;1(SI-1):83–84. (in Russian)
4. Abdurasulov F.P., Yuldashev B.A., Murodova M.D. Correction of hypercoagulation syndrome in patients with chronic glomerulonephritis with nephrotic form. *VOT-II*. 2019;16(2):250. (in Russian)
5. Feyzullaeva N. The state of the cardiovascular system and central hemodynamics in children with glomerulonephritis. *Journal of hepatogastroenterological research*. 2021;2(3.2):21–26. (in Russian)

6. Eckardt K.U., Coresh J., Devuyst O. Evolving importance of kidney disease. *Lancet*. 2013;382(9887):158–169.
7. Hogg R.J., Furth S., Lemley K.V. National Kidney Foundation's Kidney Disease Outcomes Quality Initiative clinical practice guidelines for chronic kidney disease in children and adolescents: Evaluation, classification, and stratification. *Paediatrics*. 2003;111(6):1416–1421.
8. Imanov B.Zh., Murkamilov I.T., Sabirov I.S., Sarybaev A.Sh. Influence of renal dysfunction on the cardiovascular system. Possibilities of early diagnostics of renal dysfunction. *Archive of Internal Medicine*. 2018;8(4):260–265.
9. KDIGO 2012 Clinical Practice Guidelines for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Int*. 2013;Suppl. V;N 1:1–127.
10. Levey A.S., Stevens L.A., Schmid C.H. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann. Intern. Med*. 2009;150:604–613.
11. Voronova O.K., Rudenko M.Y., Zernov V.A. The G. Poyedintsev – O. Voronova mathematical model of hemodynamics. *Cardiometry*. 2019;Issue 14:10–15. doi: 10.12710/cardiometry.2019.14.1015
12. Zernov V.A., Mamberger K.K., Makedonsky D.F., Rudenko S.M. Metabolic processes evaluation in cardiac muscles on the basis of cardiometry. *Cardiometry*. 2018;Issue 13:99–100. doi: 10.12710/cardiometry.2018.13.99100
13. Voronina T. Study of the effect made by interval hypoxic training on cardiac metabolism and hemodynamics. *Cardiometry*. 2021;20:8–9.