

УДК 616.146-073.43-053.2

<https://doi.org/10.51523/2708-6011.2021-18-1-12>

Новые подходы к сономорфометрии нижней полой вены у детей

© А. М. Юрковский, Д. С. Юрковский

УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: разработать удобный для применения в широкой клинической практике критерий нормальности/ненормальности диаметра нижней полой вены (НПВ) у детей.

Материал. Для решения поставленной задачи было проведено измерение переднезаднего сечения НПВ у детей ($n = 100$) в различные возрастные периоды.

Результаты. Выделен критерий, позволяющий с достаточно высокой точностью оценивать нормальность/ненормальность диаметра нижней полой вены в различные возрастные периоды.

Заключение. Сделан вывод о возможности применения коэффициента, отражающего соотношение роста и диаметра (диапазон — 0,04–0,1), в качестве надежного ориентира для оценки нормальности/ненормальности диаметра нижней полой вены в различные возрастные периоды.

Ключевые слова: сонография, диаметр нижней полой вены.

Вклад авторов: Юрковский А.М., Юрковский Д.С.: концепция и дизайн исследования, сбор материала и создание базы данных, редактирование, обсуждение данных, обзор публикаций по теме статьи, проверка критически важного содержания, утверждение рукописи для публикации.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Юрковский АМ, Юрковский Д.С. Новые подходы к сономорфометрии нижней полой вены у детей. *Проблемы здоровья и экологии.* 2021;18(1):89–93. <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2021-18-1-12>

New approaches to sonomorphometry of the inferior vena cava in children

© Alexei M. Yurkovskiy, Dmitriy S. Yurkovskiy

Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

ABSTRACT

Objective: to develop a criterion for normality/abnormality of the inferior vena cava diameter in children that is convenient to use in wide clinical practice.

Material. In order to achieve the above objective, we performed measurements of the antero-posterior cross-section of the inferior vena cava in children ($n = 100$) in different age periods.

Results. We have determined a criterion allowing of assessing the normality/abnormality of the inferior vena cava diameter in different age periods with sufficiently high accuracy.

Conclusion. The work has concluded on the potential of the use of the coefficient reflecting the ratio of height and diameter (range — 0.04–0.1) as a reliable reference point for the assessment of the normality / abnormality of the inferior vena cava diameter in different age periods.

Key words: sonography, inferior vena cava diameter.

Author contributions: research concept and design, collecting material and creating a database, editing, discussing data, reviewing publications on the topic of the article, checking critical content, approving the manuscript for publication.

Conflict of interests: authors declare no conflict of interest.

Funding: study conducted without sponsorship.

For citation: Yurkovskiy AM, Yurkovskiy DS. New approaches to sonomorphometry of the inferior vena cava in children. *Health and Ecology Issues.* 2021;18(1):89–93. (In Russ.). <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2021-18-1-12>

Введение

Оценка волемиического статуса является непростой задачей в практической медици-

не, особенно у пациентов отделения реанимации и интенсивной терапии, пациентов кардиологического и пульмонологического

профиля. Согласно данным ряда авторов, у 1 из 5 пациентов, получающих неадекватную инфузионную терапию, происходят осложнения, увеличивающие длительность госпитализации и даже процент летального исхода [1–4].

Верная оценка давления в правом предсердии позволяет более точно определить волемический статус, а также фактор наличия и степень легочной гипертензии. Наиболее доступным и простым способом диагностики этого является сонография ряда параметров нижней полой вены (НПВ). Однако здесь существует такая проблема, как отсутствие согласованных подходов как в выборе точки замеров и положения пациента, так и в выборе диапазона значений диаметра НПВ, который следует считать нормой в определенный возрастной период [1, 5–10].

Большинство авторов сходятся во мнении, что оптимальным является исследование (проведение замеров) поддиафрагмальной части НПВ в точке, отстоящей на 1–2 см от впадения НПВ в правое предсердие (у взрослых в указанном месте диаметр НПВ в норме не превышает 21 мм) [3, 6, 11, 12].

У детей же подобная четко очерченная норма верхней границы отсутствует: есть только диапазон значений диаметра НПВ, «привязанный» к площади поверхности тела (ППТ) ребенка и к указанным выше точкам замеров [13]. Однако такой подход сложно назвать удачным, поскольку, во-первых, ППТ у детей, относящихся к одному и тому же возрастному периоду, может колебаться в широких пределах (начиная уже с младшего школьного возраста), во-вторых, погрешность измерений на расстоянии 1 см и 2 см тоже может оказаться значительной. Отсюда возникает необходимость четко определиться как с конкретной точкой замеров, так и с целесообразностью «привязки» диапазона значений диаметра НПВ к площади тела либо к росту пациента. Кроме того, существует потребность в более простых, нежели громоздкая повозрастная таблица значений нормы, критериях нормальности / ненормальности диаметра НПВ.

Цель исследования

Разработать удобный для применения в широкой клинической практике критерий нормальности/ненормальности диаметра НПВ у детей.

Материал и методы

Для решения поставленной задачи было проведено измерение переднезаднего размера НПВ у детей ($n = 100$) в различные возрастные периоды. Исследование проводилось на ультразвуковых системах Philips affinity 50G и 70G (использовались линейный датчик L12-5 и конвексный датчик C5-2).

Измерения переднезаднего размера проводились в точке, строго по каудальному краю устья печеночных вен отстоящей на 1–2 см от места впадения НПВ в правое предсердие, пациент лежит вверх животом (в позиции супинации).

Измерения проводились двумя специалистами по единой схеме, независимо друг от друга. Далее вычислялись индивидуальные НПВ-индексы: — соотношение диаметра НПВ к росту (см) и соотношение диаметра НПВ к ППТ (по Хейкоку).

Статистический анализ проводился с применением пакета прикладных программ StatSoft «Statistica», 10.0.1011.MR-1. В случаях распределения количественных показателей, отличавшихся от нормальных, данные представлялись в виде медианы 25-го и 75-го перцентилей ($Me (Q_{25}-Q_{75})$), при нормальном распределении — в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Для межгруппового сравнения использовался тест Манна — Уитни. Для оценки силы взаимосвязи признаков вычислялся коэффициент ранговой корреляции (R) по Спирмену. Критический уровень значимости (p) при проверке гипотез принимался равным 0,05.

Результаты и обсуждение

Результаты измерений в различные возрастные периоды у мальчиков (М) и девочек (Д) представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сономорфометрические параметры НПВ в различные возрастные периоды

Возрастные периоды		Сономорфометрические параметры НПВ		
		диаметр НПВ	диаметр НПВ/рост	диаметр НПВ/ППТ
< 4 недель	М	3,2 ± 1,4 2,7 (2,2-3,8)	0,06 ± 0,03 0,06 (0,04-0,07)	15,0 ± 6,3 13,6 (11,2-18,8)
	Д	2,7 ± 0,6 2,6 (2,2- 3,0)	0,05 ± 0,01 0,05 (0,05- 0,06)	12,9 ± 2,8 12,4 (10,6- 14,2)

Окончание таблицы 1

Возрастные периоды		Сономорфометрические параметры НПВ		
		диаметр НПВ	диаметр НПВ/рост	диаметр НПВ/ППТ
> 1 мес. < 12 мес	М	4,1 ± 0,9 3,7 (3,7-5,3)	0,06 ± 0,01 0,05 (0,05-0,07)	11,5 ± 4,4 10,3 (7,9-12,4)
	Д	3,8 ± 1,2 3,5 (3,1-5,0)	0,07 ± 0,03 0,06 (0,05- 0,06)	14,6 ± 10,7 10,7 (9,3-13,9)
> 12 мес. < 3 лет	М	5,6 ± 1,6 5,7 (4,3-7,0)	0,06 ± 0,015 0,06 (0,05-0,07)	9,2 ± 1,5 9,0 (8,1-10,8)
	Д	6,3±1,4 6,2 (5,1-6,8)	0,06 ± 0,14 0,06 (0,05-0,07)	9,8 ± 2,3 9,6 (8,1-11,2)
> 3 лет < 7 лет	М	8,5 ± 2,0 8,5 (7,0-10,0)	0,07 ± 0,02 0,07 (0,06-0,08)	10,4 ± 2,4 10,2 (8,4-11,6)
	Д	7,7 ± 2,2 7,2 (6,2-9,1)	0,07 ± 0,02 0,06 (0,05±0,08)	9,4 ± 2,6 8,5 (7,2-10,8)
> 7 лет < 12 лет	М	9,2 ± 1,5 9,3 (8,0-10,0)	0,07 ± 0,01 0,07 (0,06-0,08)	9,2 ± 1,6 9,2 (7,9±10,3)
	Д	8,7 ± 1,8 9,0 (7,1-10,0)	0,07 ± 0,01 0,06 (0,05-0,08)	8,6 ± 2,2 8,2 (7,4-9,1)
> 12 лет < 18 лет	М	12,0 ± 0,08 11,0 (10,7-13,0)	0,08 ± 0,01 0,07 (0,07-0,09)	9,1 ± 2,0 8,6 (7,3-11,3)
	Д	10,3 ± 1,1 10,7 (9,5-11,0)	0,07 ± 0,01 0,07 (0,06-0,08)	7,9 ± 0,9 8,3 (7,4-8,4)

Статистически значимых различий между диаметром НПВ, а также индексами «диаметр НПВ/рост» и «диаметр НПВ/ППТ» как в сопоставимые возрастные периоды, так и в целом между когортами мальчиков и девочек выявлено не было (U-тест, Z = 1,7, p = 0,1).

Обращает на себя внимание то, что значение индекса «диаметр НПВ/рост» как у мальчиков, так и у девочек во все возрастные периоды укладываются в более узкий коридор значений, нежели значения индекса «диаметр НПВ/ППТ» (таблица 2).

Таблица 2. Сравнительная характеристика коридора нормальных значений сономорфометрических НПВ-индексов

НПВ-индексы		M ± SD		Me (Q ₂₅ -Q ₇₅)		
		M	SD	Me	25,0 th	75,0 th
Диаметр НПВ/рост	М	0,07	0,02	0,065	0,05	0,08
Диаметр НПВ/ППТ		11,3	4,5	10,5	8,6	12,4
Диаметр НПВ/рост	Д	0,07	0,02	0,065	0,04	0,1
Диаметр НПВ/ППТ		11,3	4,5	10,5	6,8	20,7

Данные, приведенные в таблице 2, означают, что использование индекса «диаметр НПВ/ППТ» в практической работе менее оправдано, нежели индекса «диаметр НПВ/рост», поскольку последний имеет довольно узкий и, самое главное, одинаковый для

всех возрастных периодов диапазон значений нормы (а именно — 0,04–0,1), выход за пределы которого является фактором диагностического внимания вне зависимости от возраста пациента (рисунок 1).

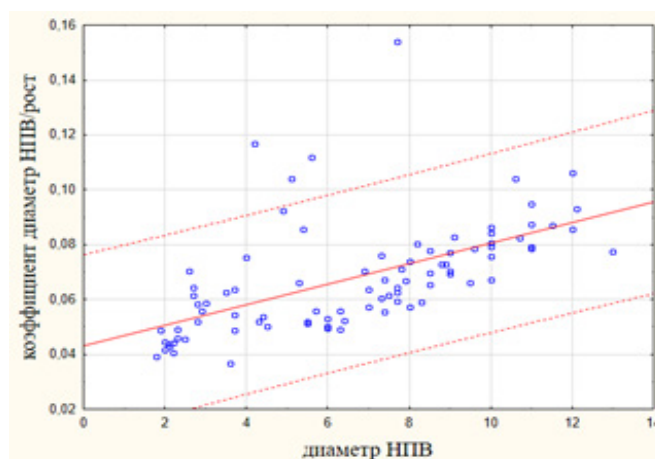


Рисунок 1. График рассеяния значений коэффициента «диаметр НПВ/рост» относительно возрасту (пунктирная линия — 95 % доверительная область)

Для оценки силы взаимосвязи возраста и диаметра был определен коэффициент ранговой корреляции у мальчиков и девочек отдельно: у мальчиков он составил 0,82, у девочек — 0,88. В отличие от него индекс «диаметр НПВ/рост» имел менее тесную связь с возрастом и составил у мальчиков 0,3, а у девочек — 0,41 (Spearman rank order correlations).

Заключение

Полученные данные дают основание полагать, что соотношение рост/диаметр НПВ может использоваться в качестве универсального для всех возрастных периодов критерия нормальности/ненормальности диаметра НПВ. При этом признаком расширения НПВ может считаться выход значений индекса «диаметр НПВ/рост» за пределы значения 0,1.

Список литературы

- Brennan JM, Ronan A, Goonewardena S, Blair JEA, Hammes M, Shah D et al. Handcarried ultrasound measurement of the inferior vena cava for assessment of intravascular volume status in the outpatient hemodialysis clinic. *Clinical J. Am. Society Nephrology*. 2006;1(4):749–753. <https://doi.org/10.2215/CJN.00310106>
- Millington SJ. Ultrasound assessment of the inferior vena cava for fluid responsiveness: easy, fun, but unlikely to be helpful. *J Can Anesth*. 2019; 66(6):633–638. <https://doi.org/10.1007/s12630-019-01357-0>
- Ciozda W, Kedan I, Kehl DW, Zimmer R, Khandwalla, R, Kimchi A. The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. *Cardiovascular Ultrasound*. 2015;14(1):33. <https://doi.org/10.1186/s12947-016-0076-1>
- Juhl-Olsen P, Vistisen ST, Christiansen LK, Rasmussen LA, Frederiksen CA, Sloth E. Ultrasound of the inferior vena cava does not predict hemodynamic response to early hemorrhage. *J. Emergency Medicine*. 2013;45(4):592–597. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2013.03.044>
- Chen J, Li J, Ding X, Wei G, Wang X, Li Q. Automated ultrasound measurement of the inferior vena cava: an animal study. *Ultrasonic Imaging*. 2020;42(3):148–158. <https://doi.org/10.1177/0161734620912345>
- Kathuria, N, Ng L, Saul T, Lewiss RE. The baseline diameter of the inferior vena cava measured by sonography increases with age in normovolemic children. *J. Ultrasound in Medicine*. 2015;34(6):1091–1096. <https://doi.org/10.7863/ultra.34.6.1091>
- Finnerty NM, Panchal AR, Boulger C, Vira A, Bischof JJ, Amick C et al. Inferior vena cava measurement with ultrasound: what is the best view and best mode? *Western J. Emergency Medicine*. 2017;18(3):496–501. <https://doi.org/10.5811/westjem.2016.12.32489>
- Lin MJ, Neuman M, Rempell R, Monuteaux M, Levy J. Point-of-care ultrasound is associated with decreased length of stay in children presenting to the emergency department with soft tissue infection. *J. Emergency Medicine*. 2018;54(1):96–101. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2017.09.017>
- Mookadam F, Warsame TA, Yang HS, Emani UR, Appleton CP, Raslan SF. Effect of positional changes on inferior vena cava size. *European J Echocardiography*. 2011;12:322–325. <https://doi.org/10.1093/ejehocard/12.3.322>
- Yamanoglu A, Yamanoglu NGC, Ozturk S, Cakmak S, Akay S, Akyol PY et al. The value of the inferior vena cava ultrasound in the decision to hospitalise in patients with acute decompensated heart failure; the best sonographic measurement method? *Acta Cardiologica*. 2020;1–13. <https://doi.org/10.1080/00015385.2020.1740422>
- Purushothaman SS, Alex A, Kesavan R, Balakrishnan S, Rajan S, Kumar L. Ultrasound measurement of inferior vena cava collapsibility as a tool to predict propofol induced hypotension. *Anesth Essays Res*. 2020;14(2):199–202. https://doi.org/10.4103/aer.AER_75_20
- Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, Canaday B, Finstuen JA, Foster MC et al. Guidelines for performing a comprehensive transthoracic echocardiographic

examination in adults: recommendations from the American Society of Echocardiography. *J American Society Echocardiography*. 2018;32 (1):1–64. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2018.06.004>

13. Пыков МИ, Ватолин КВ. Детская ультразвуковая диагностика. Москва, РФ: Видар; 2001. 680 с.

References

- Brennan JM, Ronan A, Goonewardena S, Blair JEA, Hammes M, Shah D et al. Handcarried ultrasound measurement of the inferior vena cava for assessment of intravascular volume status in the outpatient hemodialysis clinic. *Clinical J. Am. Society Nephrology*. 2006;1(4):749–753. <https://doi.org/10.2215/CJN.00310106>
- Millington SJ. Ultrasound assessment of the inferior vena cava for fluid responsiveness: easy, fun, but unlikely to be helpful. *J Can Anesth*. 2019; 66(6):633–638. <https://doi.org/10.1007/s12630-019-01357-0>
- Ciozda W, Kedan I, Kehl DW, Zimmer R, Khandwalla, R, Kimchi A. The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. *Cardiovascular Ultrasound*. 2015;14(1):33. <https://doi.org/10.1186/s12947-016-0076-1>
- Juhl-Olsen P, Vistisen ST, Christiansen LK, Rasmussen LA, Frederiksen CA, Sloth E. Ultrasound of the inferior vena cava does not predict hemodynamic response to early hemorrhage. *J. Emergency Medicine*. 2013;45(4):592–597. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2013.03.044>
- Chen J, Li J, Ding X, Wei G, Wang X, Li Q. Automated ultrasound measurement of the inferior vena cava: an animal study. *Ultrasonic Imaging*. 2020;42(3):148–158. <https://doi.org/10.1177/0161734620912345>
- Kathuria, N, Ng L, Saul T, Lewiss RE. The baseline diameter of the inferior vena cava measured by sonography increases with age in normovolemic children. *J. Ultrasound in Medicine*. 2015;34(6):1091–1096. <https://doi.org/10.7863/ultra.34.6.1091>
- Finnerty NM, Panchal AR, Boulger C, Vira A, Bischof JJ, Amick C et al. Inferior vena cava measurement with ultrasound: what is the best view and best mode? *Western J. Emergency Medicine*. 2017;18(3):496–501. <https://doi.org/10.5811/westjem.2016.12.32489>
- Lin MJ, Neuman M, Rempell R, Monuteaux M, Levy J. Point-of-care ultrasound is associated with decreased length of stay in children presenting to the emergency department with soft tissue infection. *J. Emergency Medicine*. 2018;54(1):96–101. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2017.09.017>
- Mookadam F, Warsame TA, Yang HS, Emani UR, Appleton CP, Raslan SF. Effect of positional changes on inferior vena cava size. *European J Echocardiography*. 2011;12:322–325. <https://doi.org/10.1093/ejehocardi/jer018>
- Yamanoglu A, Yamanoglu NGC, Ozturk S, Cakmak S, Akay S, Akyol PY et al. The value of the inferior vena cava ultrasound in the decision to hospitalise in patients with acute decompensated heart failure; the best sonographic measurement method? *Acta Cardiologica*. 2020;1–13. <https://doi.org/10.1080/00015385.2020.1740422>
- Purushothaman SS, Alex A, Kesavan R, Balakrishnan S, Rajan S, Kumar L. Ultrasound measurement of inferior vena cava collapsibility as a tool to predict propofol induced hypotension. *Anesth Essays Res*. 2020;14(2):199–202. https://doi.org/10.4103/aer.AER_75_20
- Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, Canaday B, Finstuen JA, Foster MC et al. Guidelines for performing a comprehensive transthoracic echocardiographic examination in adults: recommendations from the American Society of Echocardiography. *J American Society Echocardiography*. 2018;32 (1):1–64. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2018.06.004>
- Pikov MI, Vatin KV. Detskaya ultrazvukovaya diagnostika. Moskva, RF: Vidar; 2001. 680 p. (in Russ.)

Информация об авторах / Information About the Authors

Юрковский Алексей Михайлович, к.м.н., доцент кафедры внутренних болезней № 3 с курсом лучевой диагностики УО «Гомельский государственный медицинский университет»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0808-183X>. e-mail: yurkovsky@mail.ru

Alexei M. Yurkovskiy, Cand. Sc. (Medicine), Associate Professor at the Department of Internal Diseases No.3 with the course of Radiodiagnostics, Radiotherapy of the EI «Gomel State Medical University»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0808-183X>, e-mail: yurkovsky@mail.ru;

Юрковский Дмитрий Сергеевич, ассистент кафедры внутренних болезней № 3 с курсом лучевой диагностики УО «Гомельский государственный медицинский университет»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0553-6977>. e-mail: dimon-yrk@yandex.ru

Dmitriy S. Yurkovskiy, Assistant Lecturer at the Department of Internal Diseases No.3 with the course of Radiodiagnostics, Radiotherapy of the EI «Gomel State Medical University»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0553-6977>, e-mail: dimon-yrk@yandex.ru.

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Юрковский Алексей Михайлович
e-mail: yurkovsky@mail.ru

Alexei M. Yurkovskiy
e-mail: yurkovsky@mail.ru

Received / Поступила в редакцию 01.02.2021

Revised / Поступила после рецензирования 05.03.2021

Accepted / Принята к публикации 19.03.2021