



DOI: <https://doi.org/10.17816/PED1325-15>

Научная статья

РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ В ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ СЕПТИЧЕСКОГО ШОКА У ДЕТЕЙ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

© К.Ю. Ермоленко^{1,2}, К.В. Пшениснов¹, Ю.С. Александрович¹, А.И. Конев^{1,2},
В.Е. Ироносов¹, С.Н. Незабудкин¹, В.В. Погорельчук¹, В.А. Евграфов¹

¹ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия;

² Детский научно-клинический центр инфекционных болезней Медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Ермоленко К.Ю., Пшениснов К.В., Александрович Ю.С., Конев А.И., Ироносов В.Е., Незабудкин С.Н., Погорельчук В.В., Евграфов В.А. Роль ультразвуковой диагностики в интенсивной терапии септического шока у детей: обзор литературы и клинический случай // Педиатр. – 2022. – Т. 13. – № 2. – С. 5–15. DOI: <https://doi.org/10.17816/PED1325-15>

Статья посвящена применению методов ультразвуковой диагностики для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы при критических состояниях у детей и выбора оптимальной гемодинамической поддержки. Продемонстрирована необходимость тщательного развернутого мониторинга у пациентов педиатрических отделений реанимации и интенсивной терапии, отражена низкая чувствительность и специфичность широко используемых в настоящее время клинических признаков, что ограничивает их использование при выборе методов лечения. В качестве альтернативы предлагается применение методов ультразвуковой диагностики, оценивающих сердечный выброс, позволяющих принять обоснованное решение о лечебных мероприятиях с учетом текущей клинической ситуации. Описаны широкие возможности и многочисленные достоинства ультразвуковой навигации при оказании помощи пациентам с самыми разнообразными жизнеугрожающими состояниями. В качестве основного достоинства отмечается возможность получения информации в режиме реального времени, непосредственно у постели больного. Представлен клинический случай цель-ориентированной интенсивной терапии систолической дисфункции левого желудочка у ребенка девяти лет на фоне течения септического процесса с применением методов ультразвуковой оценки гемодинамического статуса. Использование методов ультразвуковой визуализации позволило выявить причину ухудшения состояния и провести обоснованную коррекцию лечения, что обеспечило максимально быстрое регрессирование нарушений гемодинамики и способствовало благоприятному исходу заболевания. Отмечена простота и доступность оценки фракции выброса по Тейхольцу, что позволяет применять ее в рутинной практике для выбора оптимальной гемодинамической поддержки и оценки эффективности лечения в динамике.

Ключевые слова: интенсивная терапия; дети; систолическая фракция сердца; фракция выброса; инфекции; септический шок.

Поступила: 21.02.2022

Одобрена: 17.03.2022

Принята к печати: 29.04.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/PED1325-15>
Research Article

ROLE OF ULTRASOUND DIAGNOSTICS IN PEDIATRIC SEPTIC SHOCK INTENSIVE CARE: A REVIEW AND A CLINICAL CASE

© Kseniya Yu. Ermolenko^{1,2}, Konstantin V. Pshenisnov¹,
Yuriy S. Aleksandrovich¹, Aleksandr I. Konev^{1,2}, Vyacheslav E. Ironosov¹,
Sevir N. Nezabudkin¹, Victor V. Pogorelchuk¹, Vladimir A. Evgrafov¹

¹ St. Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia;

² Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases under the Federal Medical Biological Agency, Saint Petersburg, Russia

For citation: Ermolenko KYu, Pshenisnov KV, Aleksandrovich YuS, Konev AI, Ironosov VE, Nezabudkin SN, Pogorelchuk VV, Evgrafov VA. Role of ultrasound diagnostics in pediatric septic shock intensive care: review and clinical case. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2022;13(2):5-15. DOI: <https://doi.org/10.17816/PED1325-15>

The article is devoted to the use of ultrasound diagnostics methods to assess the functional state of the cardiovascular system in critical conditions in children and the choice of optimal hemodynamic support. The need for careful detailed monitoring in patients in pediatric intensive care units has been demonstrated, the low sensitivity and specificity of the currently widely used clinical signs are reflected, which limits their use in the choice of treatment methods. As an alternative, it is proposed to use ultrasound diagnostics that assess cardiac output, allowing you to make an informed decision on medical measures taking into account the current clinical situation. The wide possibilities and numerous advantages of ultrasonic navigation in providing assistance to patients with a wide variety of life-threatening conditions are described. The main advantage is the possibility of obtaining information in real time, directly at the bedside. A clinical case of a target-oriented intensive therapy of left ventricular systolic dysfunction in a nine-year-old child against the background of a septic process using methods of ultrasonic assessment of hemodynamic status is presented. The use of ultrasound imaging methods made it possible to identify the cause of the deterioration of the condition and conduct a reasonable treatment correction, which ensured the fastest regression of hemodynamic disorders and contributed to a favorable outcome of the disease. The simplicity and accessibility of the Teicholz estimate of the ejection fraction was noted, which allows it to be used in routine practice to select the optimal hemodynamic support and assess the effectiveness of treatment over time.

Keywords: intensive care; pediatric; systolic fraction of the heart; ejection fraction; infections; septic shock.

Received: 21.02.2022

Revised: 17.03.2022

Accepted: 29.04.2022

Оценка гемодинамического статуса с целью оптимизации инфузионной терапии и гемодинамической поддержки у детей в критическом состоянии, обусловленном тяжелым течением инфекционных заболеваний, — одна из ключевых задач интенсивной терапии, от решения которой во многом зависит исход заболевания [1, 2].

Традиционно, на протяжении многих лет для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) использовались такие неспецифические показатели, как артериальное давление, частота сердечных сокращений, окраска и температура кожи, перфузионный индекс и др. [8].

Однако их патологические отклонения от нормы нередко встречаются и при таких состояниях, как гипоксия, выраженная боль, расстройства дыхания, гипергликемия и др. [6, 15]. Несомненно, патогенез гемодинамических нарушений при критических состояниях у детей весьма сложен и включает в себя не только расстройства нервно-гуморальной регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы, но и метаболические нарушения, связанные с воздействием провоспалительных медиаторов, нарушением кислотно-щелочного состояния и развитием тромбгеморрагических осложнений [21, 23]. Это и послужило причиной поиска более достоверных критериев кардиальной дисфункции, с целью диагностики которой в настоящее время широко используется оценка систолической функции сердца. Современные методы диагностики позволяют оценивать и сопоставлять показатели системной и церебральной перфузии, поскольку именно общее периферическое сопротивление и сердечный выброс оказывают существенное влияние на церебральное перфузионное давление, а следовательно и на исход заболевания у пациентов с острой церебральной недостаточностью различного генеза [9, 14].

В ОРИТ в настоящее время в широкое использование вошли методы ультразвуковой диагностики и, в первую очередь, эхокардиография, что обусловлено доступностью, простотой выполнения и объективностью получаемой информации без проведения высоко инвазивных вмешательств, при этом вероятность погрешности при визуализации анатомических структур не превышает 4 % [3, 5, 6, 12, 15, 16, 18–22, 24, 25].

В мировой клинической практике методы ультразвуковой диагностики в ОРИТ стали применять уже в конце 1980-х годов. В 1990 г. Американским колледжем интенсивной медицины организован первый курс по ультразвуковой диагностике, на ко-

тором были определены основные цели и задачи ультразвуковых исследований в экстренных и чрезвычайных ситуациях с целью улучшения качества оказания медицинской помощи и коррекции мероприятий интенсивной терапии, уменьшения длительности и стоимости лечения. В настоящее время ультразвуковое исследование считается самым востребованным методом диагностики у врачей всех специальностей, оказывающих помощь пациентам в критическом состоянии, поскольку позволяет выявить имеющиеся патологические изменения непосредственно у постели пациента в максимально короткие сроки и принять правильное тактическое решение, зачастую определяющее исход заболевания [6, 15]. Яркий пример такой ситуации — остро развившаяся тампонада сердца, своевременное выявление и устранение которой позволяет спасти жизнь пациента [20].

Такой подход к диагностике и лечению полностью отражен в концепции цель-ориентированной терапии («goal direct therapy»), которая подразумевает обоснованное воздействие на физиологические механизмы и органы-мишени для улучшения сердечного выброса, доставки кислорода, поддержания адекватной перфузии тканей и потребления кислорода [11].

Одной из наиболее сложных категорий пациентов ОРИТ, у которых применение методов ультразвуковой диагностики позволяет принять обоснованное решение по лечению, являются пациенты с септическим шоком, у которых практически в 100 % случаев имеет место кардиальная дисфункция, что требует рационального проведения инфузионной терапии с целью предотвращения как гиповолемии, так и перегрузки объемом [13].

В настоящее время существуют самые разные точки приложения методов ультразвуковой диагностики у пациентов в критическом состоянии. В частности, они широко используются при оказании помощи пациентам с политравмой (FAST — Focused Assessment with Sonography in Trauma), для обеспечения сосудистого доступа, что позволяет свести к минимуму вероятность потенциальных осложнений. Американское общество эхокардиографии (American Society of Echocardiography — ASE) вместе с Американской ассоциацией врачей неотложной помощи (American College of Emergency Physicians — ACEP) недавно признали эффективность специализированного ультразвукового исследования сердца — Focused cardiac ultrasound (FOCUS) — в ургентных ситуациях [7].

Эхокардиография позволяет непосредственно у постели больного изучить насосную и сократительную способность сердца, оценив линейные

и объемные характеристики миокарда, фракцию выброса, ударный объем и сердечный индекс [20].

Один из показателей, отражающий сократительную способность левого желудочка, — фракция выброса, которая в норме должна составлять более 50 %. При величине от 40 до 50 % говорят о «сумеречной» зоне, а показатель менее 40 % свидетельствует об ее очевидном снижении [17].

В то же время следует помнить, что фракция выброса левого желудочка напрямую зависит от его объема, преднагрузки, постнагрузки, частоты сердечных сокращений и состояния клапанов и не должна рассматриваться как синоним индекса сократимости, поскольку нормальный ударный объем может сохраняться даже при уменьшении фракции выброса при увеличении объема левого желудочка [4].

С целью демонстрации целесообразности применения ультразвуковой диагностики для выявления систолической дисфункции при проведении цель-ориентированной интенсивной терапии шока у детей с нейроинфекциями приводим случай из клинической практики.

Мальчик, 9 лет, доставлен в одну из межрайонных больниц Ленинградской области с диагнозом «генерализованная вирусно-бактериальная инфекция». Из анамнеза известно, что ребенок заболел остро, отмечались повышение температуры тела до 39 °С, двукратная рвота, однократно жидкий стул, затем стал жаловаться на боли в нижних конечностях, через некоторое время появилась сыпь на теле, в связи с чем ребенок был госпитализирован.

При поступлении в стационар сознание угнетено до сопора. Дыхание спонтанное, адекватное. Отмечается относительная тахикардия

(120–135 в минуту). Показатели артериального давления в пределах возрастных референтных значений, в медикаментозной поддержке не нуждается. На коже шеи, груди, спины элементы геморрагической сыпи, нарастающей в динамике, распространяющейся на нижние конечности, с тенденцией к слиянию. Ребенок осмотрен инфекционистом, состояние расценено как тяжелое, переведен в ОРИТ. Учитывая наличие признаков септического шока (нарушения микроциркуляции, прогрессирующая геморрагическая сыпь, артериальная гипотензия в динамике) и церебральной недостаточности, принято решение об интубации трахеи и проведении искусственной вентиляции легких (ИВЛ) в условиях медикаментозной седации. С целью коррекции артериальной гипотензии внутривенно болюсно введен 0,9 % раствор натрия хлорида в объеме 20 мл/кг, начата антибактериальная терапия. После первичной стабилизации состояния бригадой реанимационно-консультативного центра пациент переведен в ОРИТ ФГБУ «Детский научный клинический центр инфекционных болезней» ФМБА России.

При поступлении в ОРИТ состояние ребенка крайне тяжелое, относительно стабильное, витальные функции компенсированы на фоне проводимой терапии: ИВЛ, инфузионная терапия [96 мл/(кг·сут)], постоянная инфузия 0,1 % раствора адреналина гидрохлорида в дозе 0,25 мкг/(кг·мин). По данным анализа газового состава и кислотно-основного состояния крови компенсирован. В клиническом анализе крови отмечаются анемия средней степени тяжести, выраженные лейкоцитоз, нейтрофилез и тромбоцитопения (табл. 1).

В биохимическом анализе крови отмечается увеличение концентрации аспартаминотрансфе-

Таблица 1 / Table 1

Клинический анализ крови
Blood analysis

Показатель / Indicator	Значение / Value
Гемоглобин, г/л / Haemoglobin, g/l	87
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$ / Red blood cells, $\times 10^{12}/л$	3,04
Лейкоциты, $\times 10^9/л$ / White blood cells, $\times 10^9/л$	32,8
Тромбоциты, $\times 10^9/л$ / Platelets, $\times 10^9/л$	33
Палочкоядерные нейтрофилы, % / Banded neutrophil, %	55
Сегментоядерные нейтрофилы, % / Segmented neutrophil, %	37
Лимфоциты, % / Lymphocytes, %	3,7
Моноциты, % / Monocytes, %	4
Эозинофилы, % / Eosinophils, %	2
СОЭ, мм/ч / Erythrocyte sedimentation rate, mm/h	52

Таблица 2 / Table 2

Биохимический анализ крови
Biochemical blood analysis

Показатель / Indicator	Значение / Value
Натрий, ммоль/л / Sodium, mmol/l	147
Калий, ммоль/л / Potassium, mmol/l	3,1
Кальций, ммоль/л / Calcium, mmol/l	1,06
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	12,05
Мочевина, ммоль/л / Bloodureanitrogen, mmol/l	6,22
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, μmol/l	47
Общий белок, г/л / Total Protein, g/l	54
Альбумин, г/л / Albumine, g/l	30,60
Лактатдегидрогеназа (Taurus), МЕ/л / Lactatedehydrogenase, IU/l	690
Аланинаминотрансфераза, МЕ/л / Alanineaminotransferase, IU/l	30
Аспаратаминотрансфераза, МЕ/л / Aspartateaminotransferase, IU/l	103
Общий билирубин, мкмоль/л / Total bilirubin, μmol/l	6,8
Щелочная фосфатаза, МЕ/л / Alkalinephosphatase, IU/l	489
С-реактивный белок, мг/л / C-reactiveprotein, mg/l	219
Креатинфосфокиназа, МЕ/л / Creatinephosphokinase, IU/l	2213

Таблица 3 / Table 3

Коагулограмма
Coagulation analysis

Показатель / Indicator	1-е сутки / Day 1	3-е сутки / Day 3	5-е сутки / Day 5
Протромбиновый индекс, % / Prothrombin index, %	42,2	74,8	67,0
Активированное парциальное тромбиновое время, с / Activated partial thromboplastin time, sec	22,0	14,7	15,9
Тромбиновое время, с / Thrombinetime, sec	15,7	15,3	16,2
Фибриноген, г/л / Fibrinogen, g/l	3,8	5,0	3,5
Международное нормализованное отношение / International normalized ratio	1,75	1,19	1,30

разы, креатинина, С-реактивного белка, гипоальбуминемия, гипергликемия, гипокалиемия (табл. 2).

По данным коагулограммы отмечалась выраженная гипокоагуляция (табл. 3).

На основании клинико-anamnestических и лабораторных данных заподозрено течение менингококковой инфекции в генерализованной форме, осложненной септическим шоком и синдромом полиорганной дисфункции.

Продолжены респираторная и гемодинамическая поддержка, седация и аналгезия, антибактериальная, гормональная, гемостатическая и симпто-

матическая терапия. В связи с прогрессированием явлений септического шока и полиорганной дисфункции спустя четыре часа после поступления принято решение о проведении экстракорпоральной гемокоррекции (продленная вено-венозная гемофильтрация).

В последующие трое суток лечения отмечена стойкая положительная динамика — регрессирование явлений недостаточности кровообращения и синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания, нормализация функции почек, в связи с чем принято решение о прекращении сеанса экстракорпоральной

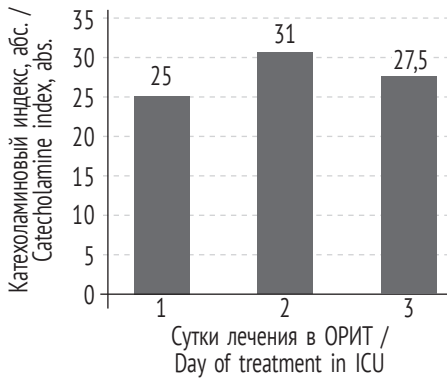


Рис. 1. Динамика катехоламинового индекса на фоне экстракорпоральной гемокоррекции

Fig. 1. Dynamics of catecholamine index against the background of extracorporeal hemocorrection

гемокоррекции. Динамика катехоламинового индекса на фоне экстракорпоральной гемокоррекции представлена на рис. 1.

Положительная динамика подтверждается и оценками по шкале рSOFA: если при поступлении она составила 12 баллов (преобладали острая церебральная и кардиоваскулярная недостаточности), то в дальнейшем она снизилась до 3 баллов.

Спустя 8 ч после прекращения продленной вено-венозной гемодиализации появилась стойкая синусовая тахикардия (частота сердечных сокращений 145–150 в минуту), снижение темпа диуреза до 1,2 мл/(кг·ч), что составило 30 % введенной жидкости (рис. 2).

В динамике появились влажные хрипы по всей поверхности легких, отмечено прогрессирование респираторного ацидоза на фоне физиологических параметров ИВЛ (табл. 4).

С целью уточнения причины ухудшения состояния проведена эхокардиография, которая позволила выявить систолическую дисфункцию тяжелой сте-

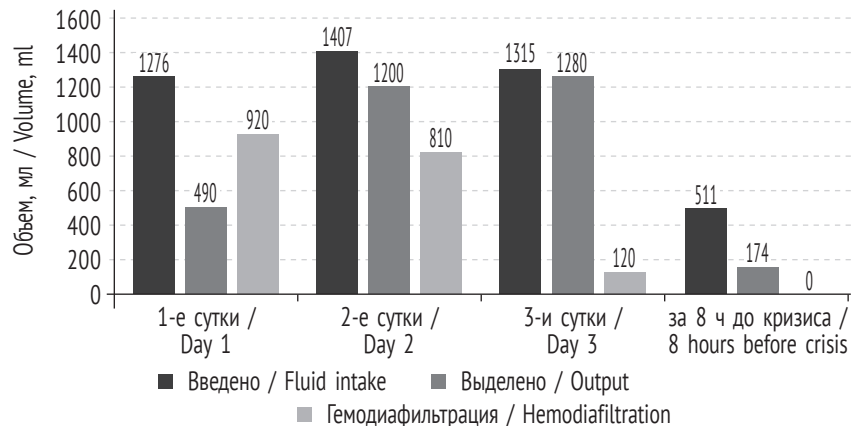


Рис. 2. Водный баланс в первые трое суток лечения в отделении реанимации и интенсивной терапии
Fig. 2. Water balance in the first three days of treatment in ICU

пени — фракция выброса по Тейхольцу составляла 38 %.

На основании данных клиничко-лабораторного и инструментального исследования состояние ребенка расценено как прогрессирующая систолическая дисфункция в структуре септического процесса.

Оценка по шкале рSOFA также отразила ухудшение состояния (увеличение оценки с 11 до 14 баллов), при этом основной вклад в синдром полиорганной недостаточности вносили кардиоваскулярная и респираторная дисфункции.

Проведена коррекция мероприятий интенсивной терапии: ограничение суточного объема вводимой жидкости до 50 % расчетной возрастной потребности [60 мл/(кг·сут)], подбор параметров ИВЛ с целью поддержания нормокапнии и нормоксемии, применение петлевых диуретиков и кардиотонических препаратов (Неотон, 2 г/сут).

На фоне проводимой терапии удалось достичь стабилизации состояния и полного регрессирова-

Таблица 4 / Table 4

Газовый состав и кислотно-основное состояние капиллярной крови на момент ухудшения
Gas composition and acid-base state of capillary blood at the time of deterioration

Показатель / Indicator	Значение / Value
pH	7,31
pCO ₂ , мм рт. ст. / mmHg	56
pO ₂ , мм рт. ст. / mmHg	31
HCO ₃ ⁻ , ммоль/л / mmol/l	27,2
BE, ммоль/л / mmol/l	1



Рис. 3. Динамика фракции выброса после коррекции терапии
Fig. 3. Change injection fraction after correction of treatment

ния систолической дисфункции (рис. 3) к шестым суткам лечения в ОРИТ. Ребенок был экстубирован на десятые сутки после поступления без каких-либо осложнений.

Представленный клинический случай демонстрирует, что клиническая картина далеко не всегда отражает наличие систолической дисфункции и только лишь использование методов ультразвуковой диагностики позволило адекватно оценить функциональное состояние левого желудочка сердца.

Ультразвуковое исследование в рассматриваемом случае в более ранние сроки позволило бы изменить тактику и проведение цель-ориентированной инфузионной терапии и гемодинамической поддержки, предотвратить прогрессирование систолической дисфункции и принять более обоснованное решение о длительности экстракорпоральной гемокоррекции с целью снижения нагрузки на левый желудочек в остром периоде заболевания.

Отличительная особенность данного случая состоит в относительно поздней диагностике и нерациональной интенсивной терапии после прекращения экстракорпоральной гемокоррекции. Это еще раз свидетельствует об актуальности данной проблемы для анестезиологов-реаниматологов, которым необходимо принимать решения в условиях ограниченного времени и отсутствия информации о систолической функции сердца на фоне течения септического процесса.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несомненно, что на момент поступления пациента в ОРИТ, на основании лишь клинических признаков невозможно адекватно оценить тяжесть его состояния и выявить кардиоваскулярную дисфункцию с оценкой систолической функции сердца. Оценка по шкале pSOFA — один из надежных инструментов для оценки тяжести и прогнозирования исхода септического шока у детей, но она также не позволяет выявить ключевое звено патогенеза шока, на которое должно быть направлено лечение [10]. В то же время применение методик ультразвуковой диагностики непосредственно у постели больного, как с целью первичной диагностики, так и оценки эффективности проводимых терапевтических мероприятий, позволяет получить эту информацию.

При отсутствии врожденных пороков сердца, нарушений локальной сократимости и правильной геометрии левого желудочка скрининговую оценку фракции выброса у детей в критическом состоянии можно проводить по методу Тейхольца,

хотя большинство авторов полагают, что метод Симпсона является более информативным, как при измерении объемных показателей, так и фракции выброса [26, 27].

Однако следует отметить, что методика Тейхольца отличается хорошей воспроизводимостью и не требует значительного времени для проведения исследования, что можно рассматривать как веское основание для ее применения в рутинной практике [4].

Она особенно удобна с практической точки зрения, поскольку сократимость левого желудочка оценивается на уровне одного циркулярного ультразвукового среза, при этом необходимо использовать лишь два размера: конечный диастолический и конечный систолический. После измерений ультразвуковой сканер сам рассчитывает фракцию выброса.

Выполненная клиницистом эхокардиография у пациента в критическом состоянии позволяет провести скрининговую оценку фракции выброса и выявить систолическую дисфункцию левого желудочка для проведения обоснованного лечения, направленного на выявленный патофизиологический механизм прогрессирования шока и/или недостаточности кровообращения.

Все вышеизложенное полностью подтверждается Европейскими рекомендациям по мониторингу гемодинамики у детей в критическом состоянии. В частности, в них указано, что проведение ультразвукового исследования рекомендуется с целью получения дополнительной информации и принятия более точного клинического решения, что особенно справедливо при выборе тактики инфузионной терапии.

Эксперты отмечают, что измерение интеграла времени скорости потока (*VTI*) на аортальном клапане является наиболее чувствительным исследованием для оценки ответа пациента на волемическую нагрузку, в то время как колабирование нижней полой вены не столь надежный критерий у детей, нуждающихся в инвазивной респираторной поддержке. Они также призывают проводить исследование в динамике с целью оценки эффективности лечения [28].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ультразвуковая диагностика у детей в критическом состоянии, как при поступлении в ОРИТ, так и в динамике, позволяет выявить имеющуюся систолическую дисфункцию левого желудочка и проводить целенаправленную гемодинамическую поддержку.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрович Ю.С., Пшениснoв К.В. Сердечно-легочная реанимация в педиатрической практике: основы и изменения 2015 года // Педиатр. 2016. Т. 7, № 1. С. 5–15. DOI: 10.17816/PED715-15
2. Александрович Ю.С., Иванов Д.О., Пшениснoв К.В. Сепсис новорожденных. Пособие для врачей. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГПМУ, 2019. 176 с.
3. Антонов А.А. Гемодинамика для клинициста: учебное пособие. Москва: ЛитРес, 2018. 100 с.
4. Бабуков Р.М., Бартош Ф.Л. Сравнение эхокардиографических методик Тейхольца и Симпсона в оценке систолической функции левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца // Лучевая диагностика и терапия. 2015. № 1. С. 76–81. DOI: 10.22328/2079-5343-2015-1-76-81
5. Бокерия Л.А., Голухова Е.З. Основы семиотики и функциональной диагностики в кардиологии. Москва: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2015.
6. Боронина И.В., Александрович Ю.С., Попова И.Н., Ошанова Л.С. Гемодинамический мониторинг при проведении интенсивной терапии у новорожденных // Педиатр. 2017. Т. 8, № 5. С. 74–82. DOI: 10.17816/PED8574-82
7. Булач Т.П., Абусуев А.А., Асельдерова А.Ш., Лукьянова И.Ю. Ультразвуковые технологии для анестезиологов-реаниматологов: настоящее и будущее // Вестник Дагестанской государственной медицинской академии. 2021. № 2. С. 67–73.
8. Быков М.В., Лазарев В.В., Быкова Л.В., и др. Новые возможности диагностики нарушений волемиического статуса у детей при острых инфекционных заболеваниях // Инфекционные болезни. 2017. Т. 15, № 2. С. 64–69. DOI: 10.20953/1729-9225-2017-2-64-69
9. Громов В.С., Агеев А.Н., Алашеев А.М., и др. Перфузионно-метаболическое сопряжение при острой церебральной недостаточности. Исследование ACIPS. Часть 1. Оценка объемного мозгового кровотока // Анестезиология и реаниматология. 2013. № 4. С. 37–41.
10. Ермоленко К.Ю., Александрович Ю.С., Пшениснoв К.В., и др. Оценка эффективности использования прогностических шкал у детей с нейроинфекциями // Инфекционные болезни. 2021. Т. 19, № 2. С. 76–82. DOI: 10.20953/1729-9225-2021-2-76-82
11. Йовенко И.А., Кобеляцкий Ю.Ю., Царев А.В., и др. Гемодинамический мониторинг в практике интенсивной терапии критических состояний // Медицина неотложных состояний. 2016. № 5. С. 42–46.
12. Константинов Б.А. Физиологические и клинические основы хирургической кардиологии. Ленинград: Наука, 1981. 262 с.
13. Лекманов А.У., Миронов П.И., Александрович Ю.С., и др. Сепсис у детей: федеральные клинические рекомендации (проект) // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2021. Т. 11, № 2. С. 241–292. DOI: 10.17816/psaic969
14. Макаров Л.М., Иванов Д.О., Поздняков А.В., и др. Компьютерная визуализация результатов биомедицинских исследований // Визуализация в медицине. 2020. Т. 2, № 3. С. 3–7.
15. Марченко С.П., Хубулава Г.Г., Наумов А.Б., и др. Патологические принципы и подходы к оценке гемодинамики // Педиатр. 2014. Т. 5, № 4. С. 110–117. DOI: 10.17816/PED54110-117
16. Митьков В.В., Сандриков В.А. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике. Москва: Видар, 1998.
17. Мухин Н.А. Пропедевтика внутренних болезней: учебник для медицинских вузов. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 848 с.
18. Перрино А.С., Скотт Т.Р. Транспищеводная эхокардиография: практическое руководство. Москва: МИА, 2013. 516 с.
19. Рыбакова М.К., Митьков В.В. Эхокардиография в таблицах и схемах: практическое руководство. Москва: Видар, 2011. 288 с.
20. Сокольская Н.О., Копылова Н.С. Эхокардиография у постели больного в отделении реанимации и интенсивной терапии кардиохирургической клиники // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2017. Т. 18, № 4. С. 353–367. DOI: 10.24022/1810-0694-2017-18-4-353-367

21. Струков Д.В., Александрович Ю.С., Васильев А.Г. Актуальные проблемы сепсиса и септического шока // Педиатр. 2014. Т. 5, № 2. С. 81–87. DOI: 10.17816/PED5281-87
22. Фейгенбаум Х. Эхокардиография. 5-е изд. Москва: Видар, 1999. 512 с.
23. Финогеев Ю.П. Инфекционные миокардиты (клиника, диагностика, принципы терапии) // Журнал инфектологии. 2016. Т. 8, № 3. С. 28–39.
24. Флаксампф Ф.А. Практическая эхокардиография. Руководство по эхокардиографической диагностике: учебное пособие. Москва: МЕДпресс-информ, 2013. 872 с.
25. Шиллер Н., Осипов М.А. Клиническая эхокардиография. 2-е изд. Москва: МЕДпресс-информ, 2018.
26. Ilercil A., O'Grady M.J., Roman M.J., et al. Reference values for echocardiographic measurements in urban and rural populations of differing ethnicity: the Strong Heart Study // J Am Soc Echocardiogr. 2001. Vol. 14, No. 6. P. 601–611. DOI: 10.1067/mje.2001.113258
27. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B., et al. Recommendations for Chamber Quantification: A Report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, Developed in Conjunction with the European Association of Echocardiography, a Branch of the European Society of Cardiology // J Amer Society of Echocardiography. 2005. Vol. 18, No. 12. P. 1440–1463. DOI: 10.1016/j.echo.2005.10.005
28. Singh Y., Villaescusa J.U., da Cruz E.M., et al. Recommendations for hemodynamic monitoring for critically ill children-expert consensus statement issued by the cardiovascular dynamics section of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC) // Crit Care. 2020. Vol. 24. ID 620. DOI: 10.1186/s13054-020-03326-2
5. Bokeriya LA, Golukhova EZ. *Osnovy semiotiki i funktsional'noi diagnostiki v kardiologii*. Moscow: NTSSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN, 2015. (In Russ.)
6. Boronina IV, Aleksandrovich YuS, Popova IN, Oshanova LS. Hemodynamic monitoring on the background of intensive therapy in newborns. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2017;8(5):74–82. (In Russ.) DOI: 10.17816/PED8574-82
7. Bulach TP, Abusuev AA, Aselderova ASH, Lukyanova IYu. Ultrasound technologies for anesthesiologists-resuscitators: present and future. *Bulletin of the Dagestan State Medical Academy*. 2021;(2):67–73. (In Russ.)
8. Bykov MV, Lazarev VV, Bykova LV, et al. New possibilities of diagnosing volume status disorders in children in acute infectious diseases. *Infectious diseases*. 2017;15(2):4–69. (In Russ.) DOI: 10.20953/1729-9225-2017-2-64-69
9. Gromov VS, Ageev AN, Alashev AM, et al. Perfusion-metabolic interaction in acute cerebral insufficiency. Acips study part I. Cerebral blood flow evaluation. *Russian journal of Anaesthesiology and Reanimatology*. 2013;(4):37–41. (In Russ.)
10. Ermolenko KYu, Aleksandrovich YuS, Pshenishnov KV, et al. Assessing the accuracy of prognostic scales in children with neuroinfections. *Infectious diseases*. 2021;19(2):76–82. (In Russ.) DOI: 10.20953/1729-9225-2021-2-76-82
11. Iovenko IA, Kobelyatsky YuYu, Tsarev AV, et al. Hemodynamic monitoring in practice of intensive care unit. *Emergency medicine*. 2016;(5):42–46. (In Russ.)
12. Konstantinov BA. *Fiziologicheskie i klinicheskie osnovy khirurgicheskoi kardiologii*. Leningrad: Nauka, 1981. 262 p. (In Russ.)
13. Lekmanov AU, Mironov PI, Aleksandrovich YuS, et al. Sepsis in children: federal clinical guideline (draft). *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive*. 2021;11(2):241–292. (In Russ.) DOI: 10.17816/psaic969
14. Makarov LM, Ivanov DO, Pozdnyakov AV, et al. Computer visualization of results biomedical research article title. *Visualization in medicine*. 2020;2(3):3–7. (In Russ.)
15. Marchenko SP, Khubulava GG, Naumov AB, et al. Pathophysiological principles for evaluating hemodynamic. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2014;5(4):110–117. (In Russ.) DOI: 10.17816/PED54110-117
16. Mit'kov VV, Sandrikov VA. *Klinicheskoe rukovodstvo po ul'trazvukovoi diagnostike*. Moscow: Vidar, 1998. (In Russ.)
17. Mukhin NA. *Propedevtika vnutrennikh boleznei: uchebnik dlya meditsinskikh vuzov*. Moscow: GEHOTAR-Media, 2012. 848 p. (In Russ.)
18. Perrino AS, Skott TR. *Transpishchevodnaya ehkhokardiografiya: prakticheskoe rukovodstvo*. Moscow: MIA, 2013. 516 p. (In Russ.)
19. Rybakova MK, Mit'kov VV. *Ehkhokardiografiya v tablitsakh i skhemakh: prakticheskoe rukovodstvo*. Moscow: Vidar, 2011. 288 p. (In Russ.)

REFERENCES

1. Alexandrovich YuS, Pshenishnov KV. Modern principles of cardiopulmonary resuscitation in pediatric practice. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2016;7(1):5–15. (In Russ.) DOI: 10.17816/PED715-15
2. Alexandrovich YuS, Ivanov DO, Pshenishnov KV. *Sepsis novorozhdennykh. Posobie dlya vrachei*. Saint Petersburg: SPBGPMU Publ., 2019. 176 p. (In Russ.)
3. Antonov AA. *Gemodinamika dlya klinitsista: uchebnoe posobie*. Moscow: LitRes, 2018. 100 p. (In Russ.)
4. Babukov RM, Bartosh FL. Comparison of echocardiographic techniques Teichholz and Simpson in assessing left ventricular systolic function in patients with coronary heart disease. *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2015;(1):76–81. (In Russ.) DOI: 10.22328/2079-5343-2015-1-76-81

20. Sokol'skaya NO, Kopylova NS. The evolution of methods of ultrasonic diagnostics in intensive practice. *Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery RAMS, Russian journal*. 2017;18(4):353–367. (In Russ.) DOI: 10.24022/1810-0694-2017-18-4-353-367
21. Strukov DV, Alexandrovich YuS, Vasiliev AG. Actual aspects of sepsis and septic shock. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2014;5(2):81–87. (In Russ.) DOI: 10.17816/PED5281-87
22. Feigenbaum KH. *Ekhokardiografiya. 5-e izd.* Moscow: Vidar, 1999. 512 p. (In Russ.)
23. Finogeev YuP. Infectious myocarditis (clinic, diagnostics, principles of treatment). *Jurnal infektologii*. 2016;8(3):28–39. (In Russ.)
24. Flaskampf FA. *Prakticheskaya ehkhokardiografiya. Rukovodstvo po ehkhokardiograficheskoi diagnostike: uchebnoe posobie.* Moscow: MEDpress-inform, 2013. 872 p. (In Russ.)
25. Shiller N, Osipov MA. *Klinicheskaya ehkhokardiografiya. 2-e izd.* Moscow: MEDpress-inform, 2018. (In Russ.)
26. Ilercil A, O'Grady MJ, Roman MJ, et al. Reference values for echocardiographic measurements in urban and rural populations of differing ethnicity: the Strong Heart Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2001;14(6):601–611. DOI: 10.1067/mje.2001.113258
27. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for Chamber Quantification: A Report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, Developed in Conjunction with the European Association of Echocardiography, a Branch of the European Society of Cardiology. *J Amer Society of Echocardiography*. 2005;18(12):1440–1463. DOI: 10.1016/j.echo.2005.10.005
28. Singh Y, Villaescusa JU, da Cruz EM, et al. Recommendations for hemodynamic monitoring for critically ill children-expert consensus statement issued by the cardiovascular dynamics section of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care*. 2020;24:620. DOI: 10.1186/s13054-020-03326-2

◆ Информация об авторах

**Ксения Юрьевна Ермоленко* – врач анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии. ФГБУ «Детский научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-клинического агентства Российской Федерации», Санкт-Петербург, Россия. E-mail: ksyu_astashenok@mail.ru

Константин Викторович Пшениснов – д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: Psh_k@mail.ru

Юрий Станиславович Александрович – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: jalex1963@mail.ru

Александр Иванович Конев – заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии. ФГБУ «Детский научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-клинического агентства Российской Федерации», Санкт-Петербург, Россия. E-mail: icdrkonev@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

◆ Information about the authors

**Kseniya Yu. Ermolenko* – anesthesiologist and intensive care physician of the Intensive Care Unit. Federal State Budgetary Institution “Children’s Clinical Research Center for Infectious Diseases of the Federal Medical-Biological Agency”, Saint Petersburg, Russia. E-mail: ksyu_astashenok@mail.ru

Konstantin V. Pshenishnov – MD, PhD, Dr. Med. Sci., Associate Professor of Anesthesiology, Intensive Care and Emergency Pediatrics Postgraduate Education. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: Psh_K@mail.ru

Yuriy S. Alexandrovich – MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor, Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care and Emergency Pediatrics Postgraduate Education. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: Jalex1963@mail.ru

Aleksandr I. Konev – Chief of the Intensive Care Unit Federal. State Budgetary Institution “Children’s Clinical Research Center for Infectious Diseases of the Federal Medical-Biological Agency”, Saint Petersburg, Russia. E-mail: icdrkonev@yandex.ru

◆ Информация об авторах

Вячеслав Евгеньевич Иронов – канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: ironosov@mail.ru

Сефир Николаевич Незабудкин – д-р мед. наук, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии им. проф. В.И. Гордеева. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: Sevir18@mail.ru

Виктор Викторович Погорельчук – канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии им. проф. В.И. Гордеева. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: viktor-pogorelchuk@yandex.ru

Владимир Аркадьевич Евграфов – канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии им. проф. В.И. Гордеева. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: Psh_K@mail.ru

◆ Information about the authors

Vyacheslav E. Ironosov – MD, PhD, Associate Professor of Anesthesiology and Intensive Care and Emergency Pediatrics Postgraduate Education. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: ironosov@mail.ru

Sevir N. Nezabudkin – MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care and Emergency Pediatrics named prof. V.I. Gordeev. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: Sevir18@mail.ru

Victor V. Pogorelchuk – PhD, MD, Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care and Emergency Pediatrics named prof. V.I. Gordeev. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: viktor-pogorelchuk@yandex.ru

Vladimir A. Evgrafov – PhD, MD, Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care and Emergency Pediatrics named prof. V.I. Gordeev. St. Petersburg State Pediatric Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: Psh_K@mail.ru