

УДК 616.94:616.1-073

DOI: 10.22141/2224-0551.12.5.2017.109272

Євтушенко В.В.¹, Крамарьов С.О.¹, Воронов О.О.¹, Євтушенко О.М.²¹Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, м. Київ, Україна²Київська міська дитяча клінічна лікарня № 2, м. Київ, Україна

Дослідження центральної та периферичної гемодинаміки в дітей із септичним шоком за допомогою ехокардіографії та ультразвукової доплерографії

For cite: Zdorov'ye Rebenka. 2017;12:569-75. doi: 10.22141/2224-0551.12.5.2017.109272

Резюме. Актуальність. Тяжкий перебіг сепсису зазвичай асоціюється з розвитком септичного шоку та поліорганної недостатності. Для ефективного лікування рекомендується проводити інструментальний контроль за показниками переднавантаження, скоротливої здатності серця та перфузії тканин. **Мета дослідження** — вивчення змін центральної та периферичної гемодинаміки за допомогою ехокардіографії та ультразвукової доплерографії в дітей із септичним шоком. **Матеріали та методи.** Проведено ретроспективне дослідження випадків септичного шоку в дітей віком від 0 до 18 років, які проходили лікування у відділенні інтенсивної терапії. Хворим здійснювався моніторинг центральної та периферичної гемодинаміки за допомогою ехокардіографії та ультразвукової доплерографії. **Результати.** Було досліджено 34 випадки сепсису, що асоціювалися із септичним шоком. У 24 (70,6 %) хворих етіологічним фактором був менінгокок, у 1 (2,9 %) — стафілокок, у 9 (26,5 %) — етіологію не було встановлено. У 6 дітей із досліджуваної групи захворювання закінчилось летально. У гострому періоді шоку середні показники артеріального тиску, фракції викиду, периферичного опору, діастолічної швидкості в абдомінальній аорті та верхній брижовій артерії були відносно зниженими і зростали після стабілізації гемодинаміки. Фатальний перебіг захворювання асоціювався з високими показниками частоти серцевих скорочень, низькими показниками максимальної швидкості в черевному стовбурі та стегновій артерії, діастолічної швидкості та показником периферичного опору у нирковій артерії при ініціальному обстеженні. **Висновки.** Комплексне дослідження показників центральної та регіонарної гемодинаміки в дітей за допомогою ехокардіографії та ультразвукової доплерографії дозволяє проводити неінвазивну діагностику ранніх порушень, пов'язаних із септичним шоком, та здійснювати контроль ефективності терапевтичних заходів.

Ключові слова: сепсис; шок; гемодинаміка; діти

Вступ

Сепсис належить до найчастіших причин смерті дітей у світі [1]. Тяжкий перебіг сепсису зазвичай асоціюється з розвитком септичного шоку та поліорганної недостатності. При лікуванні хворих із септичним шоком чільне місце належить гемодинамічній підтримці та адекватному моніторингу центральної та периферичної гемоциркуляції [2]. Базові дослідження таких хворих включають об'єктивні

дані, вітальні функції, діурез, артеріальний і центральний венозний тиск, пульсоксиметрію та рівень лактату в сироватці крові. Для ефективного лікування також рекомендується проводити інструментальний контроль за показниками переднавантаження, скоротливої здатності серця та перфузії тканин.

Стандартними тестами для оцінки серцевого переднавантаження є визначення центрального венозного тиску, тиску в югулярних венах (правий

шлуночок) та тиску оклюзії легеневої артерії (лівий шлуночок). Проте останнім часом рекомендується застосовувати більш ефективні показники, такі як пульсотискові коливання, коливання систолічного тиску, зміни серцевого викиду. Для цього використовується метод транспульмонарної термодилуції (PiCCO), дилуції літію (LiDCO), ехокардіографії. Для моніторингу скоротливої функції серця пропонується застосовувати методи дилуції (PiCCO, LiDCO), аналіз пульсової хвилі (Finapres, Nexfin), ехокардіографію, ультразвукову доплерографію, визначення біоімпедансу (Lifegard, TEBCO) та елімінації CO₂ (NICO). Перфузію тканин оцінюють за допомогою контрастних методів (магнітно-резонансна томографія), позитронної емісійної томографії, сцинтиграфії, тканинної фотометрії, органної термодилуції, доплерографії та лазерної доплерографії [3, 4]. Серед наведених методів моніторингу гемодинаміки ехокардіографія та ультразвукова доплерографія мають певні переваги. Зокрема, це неінвазивна методика, що дозволяє на одному апаратному устаткуванні здійснювати дослідження як системних, так і регіонарних показників кровотоку, що вимагаються сучасними протоколами лікування септичного шоку. Здійснення дослідження не передбачає спеціальної підготовки пацієнта, та його проведення можливе безпосередньо біля ліжка хворого. Проте в доступній літературі зустрічаються лише окремі повідомлення про комплексні дослідження центральної та регіонарної гемодинаміки за допомогою ехокардіографії та ультразвукової доплерографії в дітей із септичним шоком.

Метою даної роботи було вивчення змін центральної та периферичної гемодинаміки за допомогою ехокардіографії та ультразвукової доплерографії в дітей із септичним шоком.

Матеріали та методи

Проведено ретроспективне дослідження випадків септичного шоку в дітей віком від 0 до 18 років, які проходили лікування у відділенні інтенсивної терапії Київської міської дитячої клінічної інфекційної лікарні протягом 2006–2016 років.

Наявність сепсису та септичного шоку визначали за критеріями міжнародного консенсусу [5].

Хворим проводився моніторинг центральної та периферичної гемодинаміки за допомогою ехокардіографії та ультразвукової доплерографії. Дослідження здійснювалося за допомогою УЗД-апарата Siemens Sienna з конвексними датчиками 5–7,5 та 3,5–5 МГц і лінійним датчиком 7,5 МГц. Ехокардіографічне дослідження проводилось трансторакально з лінійним визначенням кінцево-діастолічного та кінцево-систолічного розміру, волюметричним обчисленням кінцево-діастолічного та кінцево-систолічного об'ємів лівого шлуночка з наступним розрахунком ударного об'єму за Teicholz, систолічного індексу (CI), фракції вигнання (ФВ) [6]. Нормальним показником CI вважали 3,5–5,0 л/хв/м² [7]. ФВ оцінювали як нормальну при значеннях 56–78 % [8]. Переднавантаження лівого шлуночка визначали за показником кінцево-діастолічного діаметра лівого шлуночка [9]. Для оцінки переднавантаження розраховували кінцево-діастолічний індекс (КДІ) [10]. Нормальними значеннями КДІ вважали 50–84 мл/м² [11]. Постнавантаження оцінювали за показником питомого загального периферичного опору (ПЗПО), що розраховували за спрощеною формулою: ПЗПО = середній артеріальний тиск/CI [12]. Нормальним вважали рівень ПЗПО в межах 1200–2400 дін • с • см⁻⁵ • м² (800–1200 — для дітей від 0 до 12 міс.) [13]. За допомогою ультразвукової доплерографії досліджувалися характеристики кровотоку в черевній аорті, ниркових артеріях, верхній брижовій артерії, черевному стовбурі та задній великомілкової артерії. Ультразвукова доплерографія проводилася за стандартною методикою з визначенням систолічної (V_{max}) та діастолічної (V_{min}) швидкостей кровотоку. Для черевного стовбура, ниркової та верхньої брижової артерії розраховувався також індекс периферичного опору RI (RI = (V_{max} – V_{min})/V_{max}) [14]. Результати дослідження регіонарного кровотоку, отримані при дослідженні пацієнтів у гострому періоді шоку та в періоді реконвалесценції, порівнювали між собою та робили висновок про відносні зміни показників.

Перше дослідження гемодинаміки проводилось протягом перших 3 годин після госпіталізації. Друге дослідження здійснювалось через 24–36 годин після госпіталізації. Третє — в період реконвалесценції

Таблиця 1. Показники центральної гемодинаміки у хворих із септичним шоком, M ± SD

Показник	Номер дослідження		
	1	2	3
САТ, мм рт.ст.	96,4 ± 22,0	96,5 ± 12,7	101,8 ± 11,2
ДАТ, мм рт.ст.	51,5 ± 19,4	51,0 ± 10,1	60,4 ± 10,0
ЧСС, уд/хв	148,1 ± 27,2	132,9 ± 35,0	113,1 ± 29,5
CI, л/хв/м ²	5,24 ± 1,97	5,51 ± 2,42	4,95 ± 1,56
ФВ, %	58,96 ± 11,95 ³	64,39 ± 11,57	69,32 ± 8,22 ¹
КДІ, мл/м ²	64,73 ± 2,64	64,98 ± 3,05	65,07 ± 2,62
ПЗПО, дін • с • см ⁻⁵ • м ²	1225,6 ± 887,0	1131,8 ± 519,5	1355,4 ± 620,5

Примітки: ДАТ — діастолічний артеріальний тиск; САТ — систолічний артеріальний тиск; ЧСС — частота серцевих скорочень. Тут і в табл. 2: ^{1,3} — вірогідна різниця з показником при 1, 2 та 3-му дослідженнях відповідно (p < 0,05 за критерієм Манна — Уїтні).

протягом 24–48 годин після відміни симптомімітичних препаратів.

Статистичну обробку проводили залежно від характеру даних за допомогою тесту Хі-квадрат, точного критерію Фішера, тесту Манна — Уїтні. В описовій статистиці використовували дані у вигляді середнього значення (M) $\pm$ стандартне відхилення (SD). Статистично значущою вважали різницю при значенні $p < 0,05$.

Результати

Було досліджено 34 випадки сепсису, що асоціювався із септичним шоком. Вік хворих коливався від 1 місяця до 16 років (у середньому — 1 рік 8 місяців). Осіб жіночої статі було 14 (41,2 %), чоловічої — 20 (58,8 %). У 24 (70,6 %) хворих етіологічним фактором був менінгокок, у 1 (2,9 %) — стафілокок, у 9 (26,5 %) — етіологію не було встановлено. Серед досліджуваних хворих у 6 (17,6 %) захворювання закінчилося летально.

Як видно з поданих у табл. 1 даних, середні показники артеріального тиску, фракції викиду, периферичного опору при 1-му та 2-му дослідженнях були відносно зниженими і збільшувалися після стабілізації гемодинаміки (дослідження 3). При 1-му дослідженні знижений систолічний артеріаль-

ний тиск спостерігався у 11,8 % хворих, зниження скоротливої функції лівого шлуночка (ФВ) відмічалось у 32,4 % пацієнтів. Системний периферичний опір у день госпіталізації був знижений у 25 (73,5 %) дітей, підвищений — у 6 (17,6 %) та в 3 (8,8 %) — у межах норми.

Середні показники частоти серцевих скорочень та систолічного індексу були відносно підвищеними в гострому періоді та зменшувались після зникнення симптомів шоку. Брадикардія під час госпіталізації серед наших пацієнтів не відмічалась, тахікардія спостерігалась у 26,5 %, нормальний ритм — у 73,5 %. Сistolічний індекс був підвищений при 1-му дослідженні в 17 (50,0 %) хворих, знижений — у 5 (14,7 %) і у 12 (35,3 %) — у межах норми. При цьому поєднання підвищеного систолічного індексу та низького периферичного опору спостерігалось під час госпіталізації в 15 (44,1 %) пацієнтів, а низький систолічний індекс та високий рівень периферичного опору — у 3 (8,8 %) пацієнтів.

Середній показник переднавантаження (КДІ) у всіх пацієнтів при 1-му дослідженні був у межах норми та практично не змінювався протягом наступних спостережень.

Результати дослідження регіонарного кровотоку подані в табл. 2. Найбільш виражені зміни спосте-

Таблиця 2. Показники периферичної гемодинаміки у хворих із септичним шоком, $M \pm SD$

Судина/показник	Дослідження		
	1	2	3
Абдомінальна аорта			
V_{max} , м/с	$1,55 \pm 0,46$	$1,39 \pm 0,44$	$1,31 \pm 0,60$
V_{min} , м/с	$0,09 \pm 0,09^3$	$0,11 \pm 0,09$	$0,16 \pm 0,06^1$
RI	$0,94 \pm 0,06^3$	$0,91 \pm 0,09$	$0,88 \pm 0,03^1$
Черевний стовбур			
V_{max} , м/с	$1,47 \pm 0,49$	$1,35 \pm 0,51$	$1,32 \pm 0,47$
V_{min} , м/с	$0,28 \pm 0,21$	$0,29 \pm 0,12$	$0,33 \pm 0,16$
RI	$0,82 \pm 0,11$	$0,77 \pm 0,09$	$0,75 \pm 0,08$
Ниркова артерія			
V_{max} , м/с	$0,83 \pm 0,47$	$0,63 \pm 0,25$	$0,69 \pm 0,29$
V_{min} , м/с	$0,16 \pm 0,18$	$0,12 \pm 0,11$	$0,16 \pm 0,10$
RI	$0,83 \pm 0,14$	$0,80 \pm 0,15$	$0,77 \pm 0,13$
Верхня брижова артерія			
V_{max} , м/с	$1,54 \pm 0,79$	$1,86 \pm 1,28$	$1,73 \pm 0,71$
V_{min} , м/с	$0,08 \pm 0,07^3$	$0,16 \pm 0,18$	$0,29 \pm 0,21^1$
RI	$0,94 \pm 0,05^3$	$0,89 \pm 0,14$	$0,83 \pm 0,12^1$
Стегнова артерія			
V_{max} , м/с	$0,81 \pm 0,45$	$0,69 \pm 0,24$	$0,81 \pm 0,18$
V_{min} , м/с	$0,01 \pm 0,02$	$0,04 \pm 0,06$	$0,02 \pm 0,04$
RI	$0,97 \pm 0,05$	$0,92 \pm 0,13$	$0,96 \pm 0,07$
Задня тібіальна артерія			
V_{max} , м/с	$0,29 \pm 0,26^3$	$0,32 \pm 0,21$	$0,53 \pm 0,29^1$
V_{min} , м/с	$0,01 \pm 0,02$	$0,02 \pm 0,04$	$0,04 \pm 0,05$
RI	$0,99 \pm 0,03$	$0,93 \pm 0,10$	$0,94 \pm 0,08$

рігались у показниках діастолічної швидкості в абдомінальній аорті, верхній брижовій артерії. Щодо вихідного рівня при госпіталізації ми реєстрували зростання $V_{\min}$ при 2-му та 3-му дослідженнях. У реконвалесцентів септичного шоку ми також спостерігали суттєве зростання показника систолічної швидкості в задній тібіальній артерії. В усіх досліджуваних судинах ми відмічали односпрямовані зміни показників периферичного опору (RI), що характеризувались високими рівнями при госпіталізації та відносним зниженням при повторних обстеженнях.

У 6 дітей із досліджуваної групи захворювання закінчилось летально. Серед померлих усі 6 були хлопчики. Вік — від 11 місяців до 13 років (у середньому — 2,54 року). Час перебування в стаціонарі в середньому становив 48,5 години (від 3 до 96 годин). Для визначення можливого прогностичного значення показників, що вивчались, ми порівнювали показники центральної та периферичної гемодинаміки на момент госпіталізації в дітей із різними наслідками хвороби (одужання чи летальний кінець). У пацієнтів із несприятливими наслідками захворювання вихідні показники були відносно нижчими за показники артеріального тиску, серцевого викиду та питомого периферичного опору і суттєво більшою була частота серцевих скорочень (табл. 3).

При індивідуальному аналізі артеріальна гіпотензія спостерігалась у 16,7 % пацієнтів із несприятливим перебігом захворювання та у 14,3 % хворих, які одужали ($p > 0,05$). Показник CI був збільшеним у 50 % дітей в обох групах, зниженим — у 33,3 % дітей із фатальним перебігом хвороби та у 10,7 % пацієнтів, які одужали ($p > 0,05$). Системний периферичний опір у групі з несприятливим перебігом був зниженим у 83,3 %, підвищеним — у 16,7 %, у групі хворих, які одужали, — у 50,0 та 10,7 % відповідно ($p > 0,05$). Тахікардія виявлялась у 50 % хворих із несприятливим перебігом захворювання та у 28,6 % дітей, які одужали. При цьому за абсолютними показниками ЧСС різниця між групами була вірогідною. Також серед хворих із фатальним перебігом спостерігався нижчий показник скоротливої функції лівого шлуночка, при цьому при госпіталізації знижена ФВ реєструвалась в цій групі пацієнтів у 50 %, а серед дітей, які одужали, — у 28,6 % ($p = 0,36$ за критерієм Фішера).

Також були відмічені особливості в показниках кровотоку в периферичних судинах (табл. 4). Зокрема, максимальна швидкість у черевному стовбурі, стегновій артерії та діастолічна швидкість у нирковій артерії були вірогідно нижчими порівняно з групою дітей, які одужали. У дітей із несприятливим перебігом хвороби також при госпіталізації спостерігались більш високі показники периферичного опору в досліджуваних артеріях, при цьому за показником RI у ниркових артеріях ця різниця була вірогідною.

У хворих із фатальним перебігом захворювання в ниркових артеріях вірогідно частіше, ніж у пацієнтів, які одужали, діастолічна швидкість була на рівні ізолінії або мала обернений напрямок — 50 % проти 4,8 % ($p = 0,006$ за критерієм χ^2).

Обговорення

Септичний шок належить до найбільш тяжких ускладнень бактеріальних інфекцій у дітей. У практиці дитячих інфекційних хвороб етіологічним чинником найчастіше є менінгококова інфекція. Летальність при септичному шоці коливається від 18 до 50 % [15, 16]. Моніторинг гемодинаміки на сьогодні вважається необхідним інструментом для встановлення діагнозу та контролю ефективності терапії у хворих на сепсис та септичний шок. Проте традиційні клінічні критерії, зокрема рівень артеріального тиску, мають недостатню чутливість і особливо в дитячому віці можуть свідчити вже про тяжкі і часто необоротні зміни [1], тому важлива роль належить інструментальним засобам контролю гемодинаміки, що дозволяють виявляти порушення гемодинаміки на ранніх етапах розвитку. Дистрибутивний варіант шоку, до якого належить септичний шок, у дорослих зазвичай характеризується, на відміну від інших видів, гіпердинамічним типом гемодинаміки з підвищенням серцевого викиду та зниженням периферичного опору («теплий шок») [17]. Особливістю ж дитячого віку вважається висока частота так званого «холодного шоку», при якому знижується серцевий викид та зростає периферичний опір [18]. Проте серед наших пацієнтів «холодний шок» спостерігався лише у 8,8 % дітей, а гіпердинамічний варіант («теплий шок») — майже в половини (44,1 %) хворих.

Таблиця 3. Показники центральної гемодинаміки під час госпіталізації у хворих із різними наслідками захворювання, $M \pm SD$

Показник	Летальний кінець	Одужання
САТ, мм рт.ст.	86,7 $\pm$ 22,3	98,5 $\pm$ 21,8
ДАТ, мм рт.ст.	38,5 $\pm$ 23,1	54,3 $\pm$ 17,8
ЧСС, уд/хв	170,3 $\pm$ 26,3*	143,4 $\pm$ 25,3*
CI, л/хв/м ²	4,68 $\pm$ 1,82	5,40 $\pm$ 1,92
ФВ, %	52,56 $\pm$ 19,14	61,01 $\pm$ 8,67
КДІ, мл/м ²	64,53 $\pm$ 2,93	64,77 $\pm$ 2,63
ПЗПО, дін • с • см ⁻⁵ • м ²	1080,9 $\pm$ 833,0	1158,5 $\pm$ 566,5

Примітка: тут і в табл. 4: * — вірогідна різниця між групами ($p < 0,05$ за критерієм Манна — Уїтні).

Серед показників центральної гемодинаміки найбільш суттєвим у нашому дослідженні було зниження в гострому періоді септичного шоку показника скорочувальної функції лівого шлуночка (ФВ), що визначався за допомогою трансторакальної ехокардіографії. За даними М.А. Георгіянц та співавт., показник ФВ у дітей у гострому періоді менингококового сепсису дорівнював $51,0 \pm 3,0$ % [19]. За результатами дослідження в нашій групі пацієнтів середнє значення цього показника при госпіталізації дорівнювало 52,6 %, і абсолютне зниження ФВ спостерігалось у 32,4 % хворих. При цьому серед хворих із несприятливим перебігом захворювання систолічна дисфункція лівого шлуночка відмічалась у 50 %, а серед дітей, які вижили, — у 28,6 %. Відомо, що дисфункція міокарда належить до частих проявів сепсису та септичного шоку і зустрічається в більшості дорослих пацієнтів та майже в 40 % дітей, проте патогенез цього ускладнення вивчений недостатньо. Серед можливих механізмів спостерігаються вегетативна дисфункція, порушення транспорту іонів кальцію, руйнування актинміозинового апарату внаслідок підвищеної активності металопротеїнази та мітохондріальна дисфункція [20].

До найбільш важливих показників гемоциркуляції, що мають негативне прогностичне зна-

чення, належать також тахі- (понад 2 стандартних відхилення) та брадикардія (менше 10-го перцентилу) [21]. Наші результати також підтверджують, що тахікардія вірогідно частіше асоціюється з несприятливим перебігом захворювання (50,0 %) порівняно з групою дітей, які одужали (28,6 %).

З боку периферичної гемодинаміки, за нашими результатами, суттєві зміни під час госпіталізації відмічались у показниках кровотоку в черевній аорті, верхній брижовій та задній тібіальній артеріях (табл. 2). Загальними рисами були зниження діастолічної швидкості та зростання індексів периферичного опору. В артеріях дистальних відділів нижніх кінцівок (задня тібіальна артерія), крім того, суттєво зменшувалась і систолічна швидкість, що свідчить про значне зниження перфузії в цьому регіоні. Згідно із загальноприйнятою концепцією, розвиток септичного шоку супроводжується компенсаторною централізацією кровообігу за рахунок спазму периферичних судин для забезпечення циркуляції в життєво важливих органах [22]. При цьому в артеріях, що забезпечують спланхнічний кровотік, показники систолічної швидкості суттєво не змінювались, що дає підставу говорити про збереження перфузії в цих магістралях.

Таблиця 4. Показники периферичної гемодинаміки під час госпіталізації у хворих із різними наслідками захворювання, $M \pm SD$

Судина/показник	Летальний кінець	Одужання
Абдомінальна аорта		
$V_{\max}$, м/с	$1,41 \pm 0,48$	$1,58 \pm 0,47$
$V_{\min}$, м/с	$0,02 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,09$
RI	$0,99 \pm 0,01$	$0,93 \pm 0,06$
Черевний стовбур		
$V_{\max}$, м/с	$1,05 \pm 0,26^*$	$1,58 \pm 0,47^*$
$V_{\min}$, м/с	$0,14 \pm 0,13$	$0,32 \pm 0,22$
RI	$0,84 \pm 0,16$	$0,81 \pm 0,09$
Ниркова артерія		
$V_{\max}$, м/с	$0,66 \pm 0,44$	$0,88 \pm 0,47$
$V_{\min}$, м/с	$0,03 \pm 0,03^*$	$0,20 \pm 0,19^*$
RI	$0,97 \pm 0,05^*$	$0,79 \pm 0,14^*$
Верхня брижова артерія		
$V_{\max}$, м/с	$1,92 \pm 1,26$	$1,45 \pm 0,64$
$V_{\min}$, м/с	$0,03 \pm 0,04$	$0,10 \pm 0,08$
RI	$0,98 \pm 0,01$	$0,93 \pm 0,05$
Стегнова артерія		
$V_{\max}$, м/с	$0,47 \pm 0,07^*$	$0,90 \pm 0,47^*$
$V_{\min}$, м/с	$0,02 \pm 0,03$	$0,01 \pm 0,02$
RI	$0,95 \pm 0,08$	$0,97 \pm 0,05$
Задня тібіальна артерія		
$V_{\max}$, м/с	$0,23 \pm 0,11$	$0,31 \pm 0,30$
$V_{\min}$, м/с	$0,00 \pm 0,00$	$0,01 \pm 0,02$
RI	$1,00 \pm 0,00$	$0,99 \pm 0,04$

Прогресування шоку зазвичай пов'язують із розвитком поліорганної недостатності. У пацієнтів із несприятливим перебігом захворювання при госпіталізації на тлі відносно компенсованих показників центральної гемодинаміки та рівня перфузії в аорті ми виявили суттєве зменшення кровотоку в черевному стовбурі, ниркових та стегнових артеріях. При цьому клінічні ознаки органної недостатності в зоні кровопостачання цих судин (ниркова, печінкова недостатність, функціональні порушення проксимальних відділів шлунково-кишкового тракту) у перші години після госпіталізації не виявлялись.

Цікаво, що у хворих із несприятливим перебігом захворювання на момент госпіталізації не спостерігалось суттєвого погіршення кровотоку у верхній брижовій артерії. Виявлені особливості збігаються з даними експериментальних досліджень, проведених на тваринних моделях септичного [23] та геморагічного шоку [24]. Автори повідомляють про суттєве зниження перфузії нирок, печінки та шлунку і при цьому відносно нормальні показники гемоциркуляції в тонкому кишечнику. Це дає підстави свідчити про те, що не гіперперфузія та ішемія, а інші фактори є пусковими в розвитку дисфункції кишечника.

Висновки

1. Комплексне дослідження показників центральної та регіонарної гемодинаміки в дітей із септичним шоком дозволяє проводити діагностику на ранніх етапах, до появи тяжких необоротних змін, та має прогностичне значення.

2. Моніторинг гемоциркуляції дає змогу для ранньої діагностики поліорганних порушень і здійснювати контроль за ефективністю терапевтичних заходів.

3. Ехокардіографія та ультразвукова доплерографія дозволяють проводити неінвазивну оцінку центральної та регіонарної гемодинаміки і можуть бути рекомендовані при проведенні інтенсивної терапії дітей із сепсисом та септичним шоком.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

References

1. Randolph AG, McCulloh RJ. Pediatric sepsis: important considerations for diagnosing and managing severe infections in infants, children, and adolescents. *Virulence*. 2014;5(1):179-89. doi: 10.4161/viru.27045.
2. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012. *Crit Care Med*. 2013;41(2):580-637. doi:10.1097/CCM.0b013e31827e83af.
3. Shneider AG, Goodwin MD, Bellomo R. Measurement of kidney perfusion in critically ill patients. *Crit Care*. 2013;17(2):220. doi: 10.1186%2Fccr.12529.
4. Mccann P, Bakker J, Vincent J. Haemodynamic monitoring and management. *Skills and techniques*. Eur Soc Intensive Care Med. 2013. Available at: <http://pact.esicm.org/media/HaemMon%20and%20Mgt%208%20April%202013%20final.pdf>
5. Goldstein B, Giroir B, Randolph A. International pediatric sepsis consensus conference: definitions for sepsis and organ dysfunction in pediatrics. *Pediatr Crit Care Med*. 2005;6(1):2-8. doi: 10.1097/01.PCC.0000149131.72248.E6.
6. Lopez L, Colan SD, Frommelt PC, et al. Recommendations for Quantification Methods During the Performance of a Pediatric Echocardiogram: A Report From the Pediatric Measurements Writing Group of the American Society of Echocardiography Pediatric and Congenital Heart Disease Council. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23(5):465-95. doi: 10.1016/j.echo.2010.03.019.
7. Slonim AD, Pollack MM. *Pediatric Critical Care Medicine*. Lippincott Williams & Wilkins; 2006. 921 p.
8. Coté CJ, Lerman J, Anderson BJ. *A Practice of Anesthesia for Infants and Children: Expert Consult*. Elsevier Health Sciences; 2013. 1142 p.
9. Blanco P, Sasai T. Assessment of left ventricle preload by transthoracic echocardiography: an easy task? *J intensive care*. 2015;3(1):23. doi: 10.1186/s40560-015-0090-7.
10. Lai WW, Mertens LL, Cohen MS, Geva T, eds. *Echocardiography in Pediatric and Congenital Heart Disease*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell; 2009. doi:10.1002/9781444306309.
11. Richardson RR. *Atlas of Acquired Cardiovascular Disease Imaging in Children*. Springer International Publishing; 2017.
12. Klabunde RE. *Cardiovascular physiology concepts*. Lippincott Williams & Wilkins/Wolters Kluwer; 2012.
13. Davis PJ, Cladis FP. *Smith's Anesthesia for Infants and Children*. Elsevier Health Sciences; 2016.
14. Chavhan GB, Parra DA, Mann A, Navarro OM. Normal Doppler spectral waveforms of major pediatric vessels: specific patterns. *Radiographics*. 2008;28(3):691-706. doi: 10.1148/rg.283075095.
15. Hamborsky J, Kroger A, Wolfe S, Eds. *Centers for Disease Control and Prevention. Epidemiology and Prevention of Vaccine-Preventable Diseases*. 13th ed. Washington D.C.: Public Health Foundation; 2015.
16. Huang M-Y, Chen C-Y, Chien J-H, et al. Serum Procalcitonin and Procalcitonin Clearance as a Prognostic Biomarker in Patients with Severe Sepsis and Septic Shock. *Biomed Res Int*. 2016;2016:1758501. doi: 10.1155/2016/1758501.
17. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med*. 2014;40(12):1795-815. doi: 10.1007/s00134-014-3525-z.
18. Aneja RK, Carcillo JA. Differences between adult and pediatric septic shock. *Minerva Anesthesiol*. 2011;77(10):986-92. PMID: 21952599.
19. Georgiyants MA, Korsunov VA, Olkhovska OM. Central hemodynamic and splanchnic circulation in children with meningococcal septic shock. *Regul Mech Biosyst*. 2017;8(1):91-7. doi: 10.15421/021716.
20. Romero-Bermejo FJ, Ruiz-Bailen M, Gil-Cebrian J, Huerteros-Ranchal MJ. Sepsis-induced cardiomyopathy. *Curr Cardiol Rev*. 2011;7(3):163-83. doi: 10.2174/157340311798220494.
21. Brierley J, Carcillo JA, Choong K, Cornell T, DeCaen AM. Clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock: 2007 update from the American College of Critical Care Medicine. *Crit Care Med*. 2009;37(2):666-88. doi: 10.1097%2FCCM.0b013e31819323c6.
22. Bonanno FG. Clinical pathology of the shock syndromes. *J Emerg Trauma Shock*. 2011;4(2):233-43. doi: 10.4103/0974-2700.82211.
23. Hildebrand LB, Krejci V, Banic A, Erni D, Wheatley AM, Sigurdsson GH. Dynamic study of the distribution of microcirculatory blood flow in multiple splanchnic organs in septic shock. *Crit Care Med*. 2000;28(9):3233-41.
24. Krejci V, Hildebrand L, Banic A, Erni D, Wheatley AM, Sigurdsson GH. Continuous measurements of microcirculatory blood flow in gastrointestinal organs during acute hemorrhage. *Br J Anaesth*. 2000;84(4):468-75. PMID: 10823098.

Отримано 10.06.2017 ■

Евтушенко В.В.¹, Крамарев С.А.¹, Воронов А.А.¹, Евтушенко Е.М.²

¹Национальный медицинский университет им. А.А. Богомольца, г. Киев, Украина

²Киевская городская детская клиническая больница № 2, г. Киев, Украина

Исследование центральной и периферической гемодинамики у детей с септическим шоком с помощью эхокардиографии и ультразвуковой доплерографии

Резюме. Актуальность. Тяжелое течение сепсиса обычно ассоциируется с развитием септического шока и полиорганной недостаточности. Для эффективного лечения рекомендуется проводить инструментальный контроль за показателями преднагрузки, сократительной способности сердца и перфузии тканей. Цель исследования — изучение изменений центральной и периферической гемодинамики с помощью эхокардиографии и ультразвуковой доплерографии у детей с септическим шоком. **Материалы и методы.** Проведено ретроспективное исследование случаев септического шока у детей в возрасте от 0 до 18 лет, которые проходили лечение в отделении интенсивной терапии. Больным осуществляли мониторинг центральной и периферической гемодинамики с помощью эхокардиографии и ультразвуковой доплерографии. **Результаты.** Были исследованы 34 случая сепсиса, который ассоциировался с септическим шоком. У 24 (70,6 %) больных этиологическим фактором был менингококк, у 1 (2,9 %) — стафилококк, у 9 (26,5 %) — этиология не была установлена. У 6 детей из

исследуемой группы заболевание закончилось летально. В остром периоде шока средние показатели артериального давления, фракции выброса, периферического сопротивления, диастолической скорости в абдоминальной аорте и верхней брыжеечной артерии были относительно сниженными и возрастали после стабилизации гемодинамики. Фатальное течение заболевания ассоциировалось с высокими показателями частоты сердечных сокращений, низкими показателями максимальной скорости в чревном стволе и бедренной артерии, диастолической скорости и показателем периферического сопротивления в почечной артерии при инициальном обследовании. **Выводы.** Комплексное исследование показателей центральной и регионарной гемодинамики у детей с помощью эхокардиографии и ультразвуковой доплерографии позволяет проводить неинвазивную диагностику ранних нарушений, связанных с септическим шоком, и осуществлять контроль эффективности терапевтических мероприятий.

Ключевые слова: сепсис; шок; гемодинамика; дети

V.V. Yevtushenko¹, S.O. Kramarev¹, O.O. Voronov¹, O.M. Yevtushenko²

¹Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

²Kyiv City Children's Clinical Hospital N 2, Kyiv, Ukraine

Echocardiography and ultrasound dopplerography assessment of central and peripheral hemodynamics in children with septic shock

Abstract. Background. The severe course of sepsis is usually associated with the development of septic shock and multiple organ failure. For effective treatment, it is recommended to perform instrumental monitoring of preload, contractile capacity of the heart and tissue perfusion. We aimed to evaluate changes in central and peripheral hemodynamics by echocardiography and Doppler ultrasound in children with septic shock. **Materials and methods.** A retrospective study of cases of septic shock in children aged 0 to 18 years who underwent treatment in the intensive care unit was conducted. Patients were monitored for central and peripheral hemodynamics by echocardiography and Doppler ultrasound. The initial study of hemodynamic parameters was carried out over the first 3 hours after hospitalization. The second study was carried out in 24–36 hours after the hospitalization. The third study was conducted in the period of convalescence within 24–48 hours after the withdrawal of sympathomimetic drugs. **Results.** Thirty-four cases of sepsis associated with septic shock were investigated. In 24 (70.6 %) patients, the etiological factor was meningococcus, in 1 (2.9 %) staphylococcus, and in 9 (26.5 %) no aetiology was established. In 6 children from the study group

fatal outcome occurred. Values of mean blood pressure, ejection fraction, peripheral resistance were relatively lower in the acute shock period, and increased after stabilization of hemodynamics. Evaluation of peripheral blood circulation at admission showed decreased diastolic velocity in abdominal aorta and upper mesenteric artery and systolic velocity in posterior tibial artery. The results of initial investigation demonstrated that 44.1 % patients had increased cardiac output along with decreased systemic vascular resistance ('warm shock'), and just 8.8 % had features of 'cold shock' (decreased cardiac output and increased vascular resistance). The fatal course of the disease was associated with higher heart rate, lower systolic velocity (V max) values in the truncus coeliacus and femoral artery, diastolic velocity (V min), and peripheral resistance index in the renal artery at the initial examination. **Conclusions.** Comprehensive study of central and regional hemodynamics parameters in children through echocardiography and Doppler ultrasound allows non-invasive diagnostic of early violations associated with septic shock and control of the effectiveness of therapeutic measures.

Keywords: sepsis; shock; hemodynamics; children