

DOI 10.21292/2078-5658-2017-14-1-42-50

# СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ТРАНСТОРАКАЛЬНОЙ ДОППЛЕРОГРАФИИ И ТРАНСПУЛЬМОНАЛЬНОЙ ТЕРМОДИЛЮЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ДЕТЕЙ С ТЯЖЕЛОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ТРАВМОЙ

А. У. ЛЕКМАНОВ<sup>1</sup>, Д. Н. АЗОВСКИЙ<sup>2</sup>, С. Ф. ПИЛЮТИК<sup>2</sup><sup>1</sup>НИИ хирургии детского возраста ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Н. И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия<sup>2</sup>ГБУЗ «ДГКБ № 9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ», Москва, Россия

**Цель исследования:** сравнение показателей центральной гемодинамики, полученных с помощью методов трансторакальной допплерографии (ТТДГ) и транспульмональной термодилюции (ТПТД) у детей с обширными ожогами.

**Материал.** В обсервационное проспективное обследование включены 15 детей: 9 (60%) мальчиков и 6 (40%) девочек в возрасте от 1 до 17 лет ( $9,27 \pm 4,85$ ) с ожоговым повреждением на площади от 30 до 70% ( $53,00 \pm 11,14$ ). Дети проходили лечение в отделении реанимации ДГКБ № 9 им. Г. Н. Сперанского в период с 01.07.2013 по 01.07.2016 г.

**Методика.** При измерении параметров центральной гемодинамики по инвазивной методике применяли технологию ТПТД PiCCO (Pulse index Contour Continuous Cardiac Output, Pulsion Medical Systems, Германия). При неинвазивном измерении использовали методику ТТДГ (USCOM, Sydney, NSW, Австралия). Проводили сравнение следующих показателей: СИ (сердечный индекс) в  $\text{l} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ , УИ (ударный индекс) в  $\text{мл}/\text{м}^2$ , иОПСС (индекс общего периферического сопротивления) в  $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}/\text{м}^2$ . Исходные результаты получены в течение 60 мин после поступления ребенка в стационар. Далее их регистрировали каждые 6 ч в течение 48 ч.

**Результаты.** Проведено 120 измерений центральной гемодинамики с использованием инвазивной и 120 измерений – неинвазивной методики. При анализе взаимоотношения методик ТТДГ/ТПТД относительная разница между двумя методиками по трем показателям колебалась от -4 до 5%. Статистически значимые различия выявлены лишь для показателя СИ в период 18 и 30 ч:  $p = 0,04089$  и  $p = 0,01857$ . При анализе по методу Бланда – Альтмана для нескольких наблюдений за одним пациентом методики демонстрируют удовлетворительную согласованность результатов измерений.

**Выводы.** Подтверждена гипотеза о сопоставимости данных, полученных при инвазивных и неинвазивных методах определения параметров центральной гемодинамики у детей с тяжелой ожоговой травмой.

**Ключевые слова:** трансторакальная допплерография, транспульмональная термодилюция, тяжелая термическая травма, дети

## COMPARISON OF DOPPLER ULTRASONOGRAPHY AND TRANSPULMONARY THERMODILUTION WHEN ANALYZING HEMODYNAMICS IN THE CHILDREN WITH SEVERE THERMAL INJURY

A. U. LEKMANOV<sup>1</sup>, D. K. AZOVSKIY<sup>2</sup>, S. F. PILYUTIK<sup>2</sup><sup>1</sup>Research Institute of Children's Surgery by N. I. Pirogov Russian Research Institute Medical University, Moscow, Russia<sup>2</sup>Speransky Children Municipal Clinical Hospital no.9, Moscow, Russia

**Goal of the study:** to compare rates of central hemodynamics, obtained through Doppler ultrasonography and transpulmonary thermodilution in the children with massive burns.

**Material.** 15 children were included into observatory prospective study: 9 (60%) boys and 6 (40%) girls in the age from 1 to 17 years old ( $9.27 \pm 4.85$ ) with burns of the surface from 30 to 70% ( $53.00 \pm 11.14$ ). Children were treated in the intensive care department of Speransky Children Municipal Clinical Hospital no.9 from 01.07.2013 to 01.07.2016.

**Methods.** Transpulmonary thermodilution technique of PiCCO (Pulse index Contour Continuous Cardiac Output, Pulsion Medical Systems, Germany) was used to assess parameters of central hemodynamics. Doppler ultrasonography (USCOM, Sydney, NSW, Australia) was used for non-invasive assessment. The following rates were compared: CI (cardiac index) in  $\text{l} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$  stroke volume index (SVI) in  $\text{ml}/\text{m}^2$ , total peripheral vascular resistance (TPVR) in  $\text{dyn} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^{-5}/\text{m}^2$ . The initial data were collected in 60 minutes after the child's admission to hospital. Further they were registered each 6 hours during 48 hours.

**Results.** 120 invasive assessments of central hemodynamics were done as well as 120 non-invasive ones. While comparing techniques of Doppler ultrasonography and transpulmonary thermodilution, the relative difference between two methods evaluated by three rates varied from -4 to 5%. Statistically significant difference was found out only for CI within the period from 18 to 30 hours:  $p = 0.04089$  and  $p = 0.01857$ . Bland–Altman plot was used for analysis of several follow-up periods of the same patient; methods demonstrated the satisfactory agreement of the assessment results.

**Conclusions.** The hypothesis about the comparability of data obtained through invasive and non-invasive techniques for central hemodynamics testing in the children with massive thermal injury has been confirmed.

**Key words:** Doppler ultrasonography, transpulmonary thermodilution, severe thermal injury, children

Измерение параметров центральной гемодинамики является неотъемлемым компонентом расширенного мониторинга у детей в критическом состоянии [47]. Тщательный мониторинг гемодинамики в первые часы после ожогового повреждения обеспечивает контроль преднагрузки и позволяет

диагностировать ранние симптомы миокардиальной недостаточности [25, 41].

Перераспределение жидкостей между водными секторами и значительное увеличение продукции провоспалительных цитокинов приводят к нестабильности гемодинамики, в первую очередь обу-

словленной снижением общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС) [12]. Потери внутрисосудистого объема в интерстициальное пространство в отсутствие адекватной терапии приводят к шоковому состоянию, представляющему собой комбинацию дистрибутивного, гиповолемического и кардиогенного компонентов. Объем плазмы становится недостаточным для поддержания адекватной преднагрузки, снижается сердечный выброс, что приводит к тканевой гипоперфузии с развитием синдрома полиорганной недостаточности (СПОН) [49].

Основной задачей является стабилизация гемодинамических показателей, причем при термических поражениях изменения гемодинамики носят более выраженный характер, чем при других травматических повреждениях [24].

У детей с тяжелой ожоговой травмой оптимизация интенсивной терапии с применением цельноориентированной и персонифицированной инфузционной терапии, мониторинг в режиме реального времени, а также ранняя некрэктомия с одновременной аутодермопластикой привели к снижению летальности у пациентов данной группы [42, 48].

В 1991 г. D. J. Dries и K. Waxman на основании ретроспективного анализа историй болезни 14 пациентов с ожогами от 28 до 90% общей площади поверхности тела (ОППТ) сообщали, что проводимая интенсивная терапия, основанная на традиционных гемодинамических параметрах, не оптимальна, необходим инвазивный мониторинг с катетеризацией легочной артерии [19] – метода, который еще несколько лет назад у пострадавших с ожогами, как и у пациентов с другими критическими состояниями, являлся золотым стандартом для измерения сердечного индекса (СИ) [20]. Однако с течением времени расширенный мониторинг гемодинамики с применением катетера Свана – Ганца не получил широкого применения у пациентов с ожоговым повреждением [18]. Лишь у 8% пострадавших с ожогами на общей площади более 30%, получавших лечение в Великобритании, США, Канаде, Австралии и Новой Зеландии, использовали гемодинамический мониторинг с применением катетера в легочной артерии [34].

В последние годы в отделениях интенсивной терапии применяется менее инвазивная технология – транспульмональная термодиллюция (ТПТД) [23, 33], которая позволяет оперативно реагировать на гемодинамические изменения у пациента [39, 41].

В 2000 г. по результатам обследования 21 взрослого пациента с ожогами на общей площади от 20 до 67% C. Holm et al., используя методику ТПТД, также предположили, что традиционные гемодинамические параметры являются недостаточными для подбора адекватной терапии пациентам с тяжелой термической травмой [26].

С другой стороны, наряду с инвазивными методиками, в интенсивной терапии пациентов, в том чис-

ле с тяжелым термическим повреждением, находят применение методы неинвазивного определения гемодинамики: среди них и традиционная эхокардиография [28, 37], и чреспищеводная эходопплерография [50].

Проведение эхокардиографии рекомендуется непосредственно при поступлении ожогового пациента в клинику, что позволяет разграничить проблемы, связанные с волемическим статусом и/или сердечной недостаточностью [14].

Трансторакальная допплерография (ТТДГ) – более простой в использовании метод по сравнению с эхокардиографией, рассматривается в настоящее время как перспективный метод для диагностики и лечения шоковых состояний [22], несмотря на то, что полностью данная технология не может заменить инвазивные методы мониторинга [27]. Аппарат ТТДГ на основе внутренних алгоритмов вычисляет СИ и ударный индекс (УИ), индексируя данные к поверхности тела пациента, при этом УИ является произведением интеграла линейной скорости кровотока и площади поперечного сечения аортального клапана [29].

Целевые точки для пациентов с ожоговой травмой являются предметом многочисленных исследований, зачастую с противоречивыми результатами [7, 11, 31]. Согласно опросу, проведенному в 2010 г. American Burn Association (ABA) и International Society for Burn Injuries (ISBI), основным методом мониторинга адекватности инфузционной терапии являлся почасовой темп диуреза (94,9% специалистов ориентировались на данный показатель); 16% врачей, участвующих в исследовании, в дополнение к оценке темпа диуреза применяли инвазивные методы оценки гемодинамики (8% – катетеризацию легочной артерии, 5% – LiDCO, 3% – PiCCO). В опросе принимали участие специалисты из США, Канады, Чили, Аргентины, Чехии, Румынии, Польши, Швеции, Китая, Индии и Австралии [21].

По мнению некоторых зарубежных авторов, традиционные витальные признаки, такие как ЧСС, среднее артериальное давление (САД) и почасовой темп диуреза, являются недостаточными для адекватной оценки проводимой интенсивной терапии у пациента с термической травмой. В свою очередь определение параметров центральной гемодинамики помогает врачу на ранних этапах выявить патофизиологические сдвиги, нуждающиеся в коррекции [8, 13, 38]. Об этом же свидетельствует и данное пилотное исследование [3].

Определение параметров центральной гемодинамики находит применение и на догоспитальном этапе. В письме к редакции журнала «Burns» доктор K. Knobloch из медицинской школы Ганновера рекомендовал применение трансторакальной допплерографии у ожоговых больных начиная с места происшествия, считая, что это позволяет начинать раннюю целенаправленную терапию во время транспортировки в ожоговый центр с продолжением в отделении экстренной помощи [30].

В Российской Федерации в текущих опубликованных клинических рекомендациях [1, 2, 5] и в разделах монографий [6] по интенсивной терапии ожогового повреждения у детей рекомендуемый объем необходимого мониторинга пострадавшего ребенка, в том числе с обширными ожогами, ограничивается измерением артериального давления (АД), центрального венозного давления (ЦВД), электрокардиографии (ЭКГ), кожной и ректальной термометрии, насыщения крови кислородом ( $\text{SpO}_2$ ) и почасового диуреза.

Гипотеза данного исследования заключается в том, что данные, полученные при инвазивных и неинвазивных методах определения параметров центральной гемодинамики, являются сопоставимыми.

Цель исследования: сравнение показателей центральной гемодинамики, полученных методами трансторакальной допплерографии и транспульмональной терmodиллюции у детей с обширными ожогами.

## Материалы и методы

Критериями включения в исследование являлись: возраст от 1 года до 18 лет, общая площадь ожогового повреждения более 30%, поступление в стационар не позднее 48 ч после травмы. Критерием исключения служило наличие врожденного порока сердца в анамнезе.

В обсервационное проспективное обследование включены 15 детей: 9 (60%) мальчиков и 6 (40%) девочек в возрасте от 1 до 17 лет ( $9,27 \pm 4,85$ ) с ожоговым повреждением на площади от 30 до 70% ( $53,00 \pm 11,14$ ). Дети проходили лечение в отделении реанимации ДГКБ № 9 им. Г. Н. Сперанского в период с 01.07.2013 г. по 01.07.2016 г. Характеристика больных представлена в табл. 1.

**Таблица 1. Характеристика пациентов**

Table 1. Description of the patients

Показатель	$M \pm SD$
Возраст, лет	$9,27 \pm 4,85$
Масса тела, кг	$34,9 \pm 18,8$
Рост, см	$130,8 \pm 31,6$
Площадь поверхности тела, $\text{m}^2$	$1,11 \pm 0,44$
% ожогового повреждения	$53,0 \pm 11,14$
% глубокого ожогового повреждения, 3-я ст.	$40,47 \pm 9,98$
Пол, %	М-60 Ж-40
Ожог пламенем, n/%	5/33,3
Ожог вольтовой дугой, n/%	2/13,3
Ожог горячей жидкостью, n/%	8/53,3

Стандартный алгоритм медицинской помощи при поступлении в стационар включает измерение массы тела и роста ребенка с расчетом площади поверхности тела, первичную визуальную оценку ожоговых ран с регистрацией данных на номограмме Лунда – Брауэра.

Перевязку ожоговых ран, обеспечение центрального венозного и артериального доступа, установку назогастрального зонда и уретрального катетера проводим в условиях общей анестезии.

Стартовый объем инфузционной терапии для первичных больных –  $3 \text{ мл}/\text{кг} \times \% \text{ ожоговой поверхности}$ , из которых 50% составляют кристаллоидные растворы без глюкозы и 50% – 5%-ный раствор альбумина. Первую половину расчетных жидкостей вводим в течение первых 8 ч с момента травмы, а вторую половину – в течение оставшихся 16 ч. Введение альбумина начинаем с момента поступления пациента в отделение. Физиологическую потребность в жидкости реализуем энтерально через рот или назогастральный зонд из расчета 1 мес. – 1 год: 120 мл/кг/сут; 1–2 года: 100 мл/кг/сут; 2–5 лет: 80 мл/кг/сут; 5–10 лет: 60 мл/кг/сут; 10–18 лет: 50 мл/кг/сут. Первое энтеральное введение осуществляем через 2 ч после поступления и равномерно распределяем через каждые 3 ч, включая ночное время.

При измерении параметров центральной гемодинамики по инвазивной методике применяли технологию ТПТД PiCCO (Pulse index Contour Continuous Cardiac Output, Pulsion Medical Systems, Германия) с использованием модуля Infinity® PiCCO SmartPod® (Dräger, Германия). Всем пациентам при поступлении установлены двупросветный венозный катетер в подключичную или внутреннюю яремную вену и термодиллюционный катетер в бедренную артерию.

При неинвазивном измерении применяли методику ТТДГ (USCOM, Sydney, NSW, Австралия), использовали датчик 2,2 МГц, исследование проводили из супрастernalного доступа. Проводили сравнение следующих показателей: СИ в  $\text{l} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{м}^2$ , УИ в  $\text{мл}/\text{м}^2$ , иОПСС (индекс общего периферического сопротивления) в  $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}/\text{м}^2$ .

Исходные результаты получены в течение 60 мин после поступления ребенка в стационар. Далее их регистрировали каждые 6 ч в течение 48 ч. Измерения проводил лечащий или дежурный врач анестезиолог-реаниматолог. Первым проводили исследование методом ТТДГ, которое более оператор-зависимое. Далее, после регистрации показателей, проводили процедуру ТПТД.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета программ Statistica 10.0. Сравнительный анализ по методу Бланда – Альтмана для нескольких наблюдений за одним пациентом проведен с помощью программы MedCalc Statistical Software version 16.8.4 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium; <https://www.medcalc.org>; 2016). Для сравнения двух методик ТПТД и ТТДГ у одних и тех же пациентов по показателям СИ, УИ, иОПСС в каждый момент времени использовали непараметрический критерий Вилкоксона. Анализ динамики показателей проводили на основе непараметрического критерия Фридмана. Также выполняли многофакторный дисперсионный анализ для изучения влияния сразу двух факторов: методики

и периода времени. Анализ взаимосвязей осуществляли на основе корреляции по Спирмену. Моделирование влияния факторов на отклик осуществляли с помощью регрессионного анализа. Уровень статистической значимости был зафиксирован на уровне 0,05. Значения уровня  $p$  представлены с точностью до стотысячных долей.

**Таблица 2. Сравнения методик ТПТД и ТТДГ в разные моменты времени**

Table 2. Comparison of Doppler ultrasonography and transpulmonary thermodilution at different moments of time

Показатели	Период (ч)	$M \pm SD$ , методика ТПТД	$M \pm SD$ , методика ТТДГ	Отношение ТТДГ/ТПТД, %	Уровень $p$ Вилкоксона
СИ	6	$5 \pm 1$	$5,0 \pm 0,9$	-0,3%	0,88709
СИ	12	$5,3 \pm 0,9$	$5,2 \pm 0,9$	-1,3%	0,24430
СИ	18	$5,0 \pm 1,1$	$4,8 \pm 1,0$	-4,0%	0,04089*
СИ	24	$4,8 \pm 1,1$	$4,8 \pm 1,1$	-1,1%	0,60924
СИ	30	$4,7 \pm 0,7$	$4,6 \pm 0,9$	-3,0%	0,01857*
СИ	36	$4,6 \pm 0,8$	$4,7 \pm 0,8$	0,5%	0,58292
СИ	42	$4,8 \pm 1,1$	$4,8 \pm 1,1$	-0,2%	0,95471
СИ	48	$5,1 \pm 1,1$	$5,1 \pm 1,1$	-0,4%	0,69095
УИ	6	$40,4 \pm 9,2$	$39,6 \pm 7,0$	-2,0%	0,33428
УИ	12	$42,6 \pm 8,5$	$41,3 \pm 7,5$	-3,0%	0,13976
УИ	18	$41,7 \pm 11,6$	$40,1 \pm 7,6$	-3,7%	0,46030
УИ	24	$37,8 \pm 7,0$	$39,6 \pm 6,5$	4,8%	0,08429
УИ	30	$39,3 \pm 7,4$	$40 \pm 6,4$	1,9%	0,71200
УИ	36	$38,3 \pm 9,1$	$38,4 \pm 7,5$	0,2%	0,93211
УИ	42	$38,5 \pm 7,2$	$38,7 \pm 5,5$	0,5%	0,95471
УИ	48	$41,7 \pm 8,0$	$41,3 \pm 7,3$	-1,1%	0,58950
иОПСС	6	$1\ 161,8 \pm 445,9$	$1\ 173,9 \pm 399,9$	1,0%	0,50019
иОПСС	12	$1\ 094,0 \pm 367,8$	$1\ 112,9 \pm 356,6$	1,7%	0,34523
иОПСС	18	$1\ 161,5 \pm 393,9$	$1\ 194,5 \pm 376,3$	2,8%	0,07962
иОПСС	24	$1\ 258,5 \pm 389,3$	$1\ 269,1 \pm 382,4$	0,8%	0,68583
иОПСС	30	$1\ 235,3 \pm 320,6$	$1\ 228,5 \pm 309,6$	-0,6%	0,50019
иОПСС	36	$1\ 262,1 \pm 259,8$	$1\ 273,9 \pm 252,1$	0,9%	0,34523
иОПСС	42	$1\ 201,7 \pm 340,3$	$1\ 202,5 \pm 315,2$	0,1%	0,89274
иОПСС	48	$1\ 162,1 \pm 395,3$	$1\ 178,0 \pm 378,6$	1,4%	0,22492

Примечание: \* –  $p \leq 0,05$ .

нение), взаимоотношения методик ТТДГ/ТПТД, уровень  $p$  по критерию Вилкоксона для показателей СИ, УИ, иОПСС в разные периоды времени.

На основании данных, представленных в табл. 2, можно сделать заключение о схожести двух методик в разрезе трех показателей и периодов. Относительная разница между двумя методиками по трем показателям колебалась от -4 до 5%. Статистически значимые различия выявлены лишь для показателя СИ в период 18 и 30 ч:  $p = 0,04089$  и  $p = 0,01857$  соответственно. Но с учетом того, что сравнивали 24 показателя, и того, что уровень  $p$  лишь немного меньше статистического уровня 0,05, можно сделать заключение: это статистически ложные «открытия» (каждое 20-е сравнение будет давать статистическую значимость в том случае, когда на самом деле нет различий).

На рис. 1 представлены диаграммы Бланда – Альтмана с несколькими измерениями для одного паци-

## Результаты

Проведено 120 измерений центральной гемодинамики с использованием инвазивной и 120 измерений – неинвазивной методики.

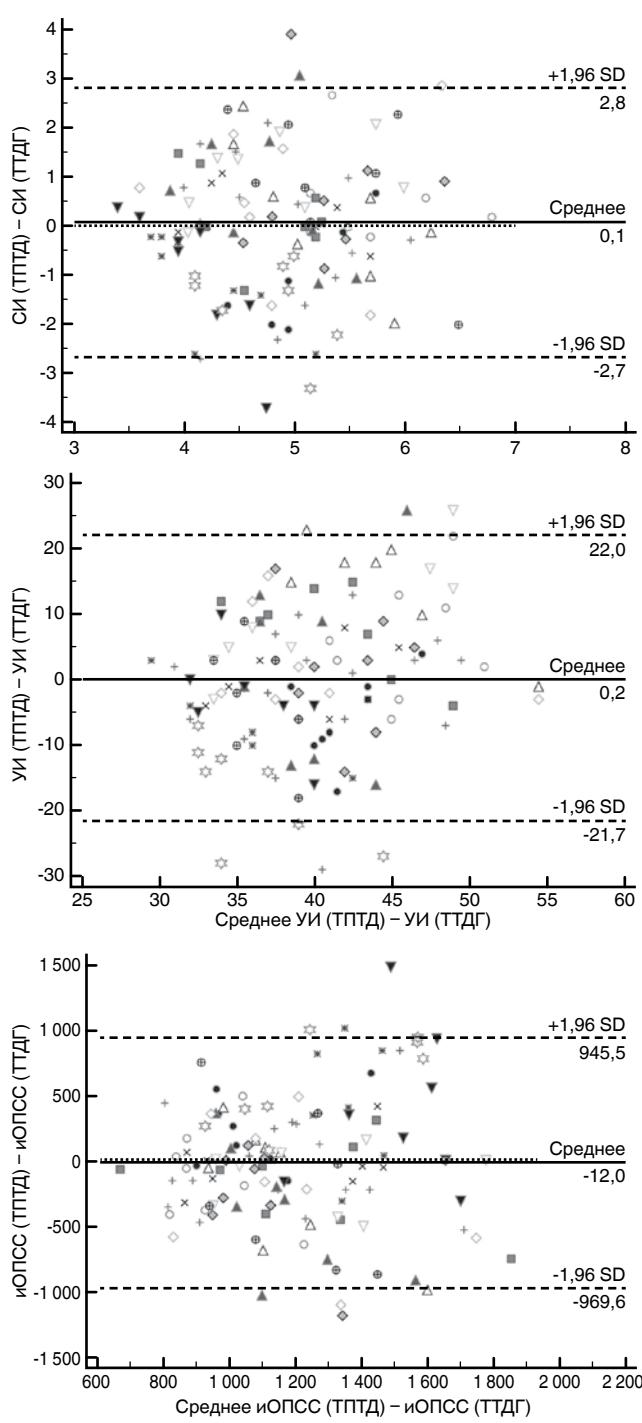
В табл. 2 приведены описательные статистики ( $M$  – среднее значение,  $SD$  – стандартное отклоне-

ние) по показателям СИ, УИ, иОПСС. Несмотря на то что часть значений разности по исследуемым показателям, определенных с помощью методов ТПТД и ТТДГ, не укладываются в пределы  $\pm 1,96 SD$ , методики демонстрируют удовлетворительную согласованность результатов измерений.

В табл. 3 представлены результаты многофакторного дисперсионного анализа (MANOVA) для каждого показателя: СИ, УИ и иОПСС. Уровень  $p$  характеризует статистическую значимость соответствующих факторов: методика, период и комбинации методики и периода.

На рис. 2 представлена динамика показателей СИ, УИ, иОПСС при исследованиях по обеим методикам.

Табл. 3 и рис. 2 демонстрируют, что обе методики статистически не отличаются друг от друга (уровень  $p > 0,8$ ) и в разные периоды ведут себя одинаковым

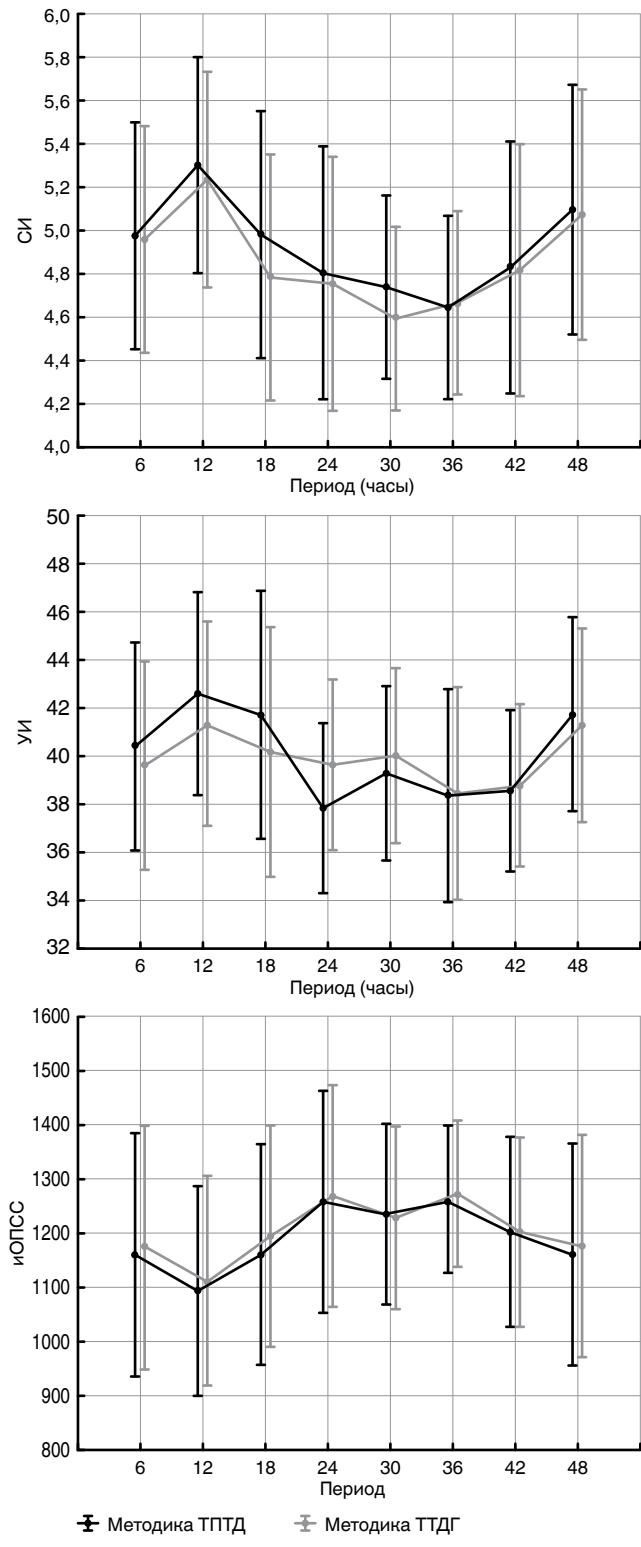


**Рис. 1.** Диаграммы Бланда – Альтмана с несколькими измерениями для одного пациента. Различия между результатами измерений СИ, УИ, иОПСС методами ТПТД и ТТДГ по отношению к средним результатам

**Fig. 1.** Bland – Altman plots with several assessments for one patient. Differences between assessment results of CI, SVI and TPVR compared to average results

образом для показателей СИ, УИ, иОПСС (уровень  $p > 0,9$ ) как при ТТДГ, так и ТПТД.

При анализе корреляционных связей по Спирмену двух методик для показателей СИ, УИ и иОПСС, следует отметить, что наблюдается достаточно тесная связь между двумя методиками:  $r = 0,96$ ,  $r = 0,88$  и



**Рис. 2.** Многофакторный дисперсионный анализ показателей СИ, УИ, иОПСС факторы: периоды, методика

**Fig. 2.** Multivariate analysis of variance of CI, SVI and TPVR: time period and methods

$r = 0,98$  по всем показателям, при этом СИ и УИ имеют положительную связь ( $r = 0,72$  и  $r = 0,58$ ) для каждой методики ТПТД и ТТДГ соответственно, а иОПСС имеет обратную связь с показателем СИ:  $r = -0,82$  и  $r = -0,81$  для каждой методики ТПТД и ТТДГ (табл. 4).

**Таблица 3. Многофакторный дисперсионный анализ показателей СИ, УИ и иОПСС с факторами влияния: методика, период и комбинации методики и периода**  
**Table 3. Multivariate analysis of variance of CI, SVI and TPVR with impact factors: technique, time period and combinations of the technique and time period**

Фактор	Уровень <i>p</i> (СИ)	Уровень <i>p</i> (УИ)	Уровень <i>p</i> (иОПСС)
Методика	0,827626	0,944371	0,896042
Период	0,011147	0,042486	0,298555
Период*Методика	0,998880	0,935816	0,999998

**Таблица 4. Корреляционный анализ по Спирмену показателей: СИ, УИ и иОПСС для двух методик**

*Table 4. Spearman's rank correlation coefficient of the rates: CI, SVI and TPVR for two techniques*

Показатели	СИ <sub>ттд</sub>	УИ <sub>ттд</sub>	иОПСС <sub>ттд</sub>	СИ <sub>ттдг</sub>	УИ <sub>ттдг</sub>	иОПСС <sub>ттдг</sub>
СИ <sub>ттд</sub>	1,00	0,72	-0,82	0,96	0,63	-0,81
УИ <sub>ттд</sub>	0,72	1,00	-0,66	0,69	0,88	-0,65
иОПСС <sub>ттд</sub>	-0,82	-0,66	1,00	-0,79	-0,58	0,98
СИ <sub>ттдг</sub>	0,96	0,69	-0,79	1,00	0,58	-0,79
УИ <sub>ттдг</sub>	0,63	0,88	-0,58	0,58	1,00	-0,58
иОПСС <sub>ттдг</sub>	-0,81	-0,65	0,98	-0,79	-0,58	1,00

за), и данных, полученных при измерении параметров центральной гемодинамики как у взрослых, так и у детей в критическом состоянии [15, 17, 44].

На сегодняшний день достоверность данных центральной гемодинамики, полученных методом транспульмональной термодиллюции, у детей не подвергается сомнению [16, 40] и, по мнению S. Tibby, является стандартом определения параметров гемодинамики в педиатрии [46].

Коллеги из Франции завершили в сентябре 2016 г. ретроспективное когортное исследование у взрослых пациентов с ожогами на ОППТ более 20% и выявили связь между низкими показателями СИ и УИ, определяемыми с помощью метода ТПТД, и неблагоприятным исходом. S. Soussi et al. констатируют, что максимально ранее начало мониторирования показателей СИ и УИ и проведение их коррекции в конечном итоге позволяют снизить летальность у больных данной группы [43].

Исследования ТТДГ проводили в различных возрастных группах и клинических ситуациях. Так, при мониторинге параметров центральной гемодинамики у взрослых пациентов при трансплантации печени продемонстрировано, что даже значения СИ, лежащие за пределами нормальных, сопоставимы с результатами, полученными при измерении с установкой катетера Свана – Ганца [51].

Однако из работы O. Thom et al. следует противоположное мнение относительно взрослых пациентов: проведя исследования методом ТТДГ у 89 пациентов с установленным катетером в легочной артерии, авторы делают заключение, что данные при ТТДГ не соответствуют данным, полученным инвазивным путем [45].

В 2010 г. H. B. Nguyen et al. подвергают сомнению достоверность данных, полученных с использова-

нием ТТДГ, в сравнении с традиционной эхокардиографией, что, по мнению авторов, связано как с зависимостью от оператора, проводящего исследование, так и с внутренним алгоритмом расчета показателей, не включающим особенности геометрии аортального клапана [36].

## Обсуждение

Исследования, проведенные в конце XX и начале XXI в., демонстрируют значительный диссонанс в интерпретации клинического состояния на основании данных, полученных в результате традиционного мониторинга (АД, ЦВД, ЧСС и почасовой темп диуре-

нием ТТДГ, в сравнении с традиционной эхокардиографией, что, по мнению авторов, связано как с зависимостью от оператора, проводящего исследование, так и с внутренним алгоритмом расчета показателей, не включающим особенности геометрии аортального клапана [36].

Пилотное исследование D. J. Zorko et al. констатирует тот факт, что у детей вне отделения реанимации ТТДГ является привлекательным методом в качестве оперативного метода неинвазивной оценки гемодинамики с последующим определением лечебной тактики. Также авторы указывают на необходимость продолжения исследований для определения возможностей применения данной методики у детей [52].

Еще одно пилотное исследование в группе новорожденных детей показывает, что ТТДГ может служить хорошим диагностическим инструментом для оценки гемодинамических показателей в ответ на применение вазопрессоров и изменение объемов инфузионной терапии у новорожденных и детей [35].

Коллектив авторов из Мюнхенского университета Людвига Максимилиана, сравнивая показатели, полученные после процедуры ТПТД и ТТДГ, демонстрируют хорошую корреляцию показателей сердечного выброса (средняя величина СВ<sub>ттдг</sub> – 6,55 ± 2,19 л/мин, среднее значение СВ<sub>ттд</sub> – 6,50 ± 2,18 л/мин; *r* = 0,89) [4, 27].

В начале 2016 г. складывалось впечатление, что результаты исследования F. Beltramo et al. в отношении неинвазивного мониторинга методом ТТДГ у детей окончательно подтвердили: показатели центральной гемодинамики у детей, полученные с использованием ТТДГ, коррелируют с показателями, полученными при установке катетера Свана – Ганца, что совпадает с нашими результатами сопоставле-

ния ТТДГ с методикой ТПТД. Резюмируя данные исследования, основанного на сравнении измерений у 31 ребенка, авторы рекомендуют данную методику для определения параметров центральной гемодинамики непосредственно у постели больного ребенка. Необходимо отметить, что данная рекомендация относится к детям с нормальной сердечной анатомией [9]. Однако в ответе на данную публикацию J. Lemson et al. заняли абсолютно противоположную позицию, и дискуссия между авторами продолжается до настоящего дня [10, 32].

## Заключение

В результате проведенного исследования подтверждена гипотеза о сопоставимости данных, полу-

ченных при инвазивных (ТПТД) и неинвазивных (ТТДГ) методах определения параметров центральной гемодинамики у детей с тяжелой ожоговой травмой. Анализ полученных данных позволяет получить своевременную и точную информацию с помощью неинвазивных методов для оценки тяжести состояния, реакции на применение кардиотонических или вазопрессорных препаратов, объемов инфузационной нагрузки. Интерпретация параметров центральной гемодинамики, наряду с традиционно используемыми, обеспечивает более комплексную оценку состояния пострадавшего ребенка и может быть рекомендована для определения тактики и стратегии интенсивной терапии у детей с тяжелой ожоговой травмой.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев А. А., Крутиков М. Г., Шлык И. В. и др. Диагностика и лечение ожогового шока: клинические рекомендации. – Общероссийская общественная организация «Объединение комбустиологов "Мир без ожогов"». – М., 2014. С. 17.
- Баранов А. А., Багненко С. Ф., Намазова-Баранова Л. С. и др. Федеральные клинические рекомендации по оказанию скорой медицинской помощи при ожогах у детей. – Министерство здравоохранения Российской Федерации. – М., 2015. – С. 13.
- Лекманов А. У., Азовский Д. К., Пилиотик С. Ф. и др. Коррекция гемодинамики у детей с тяжелыми травматическими повреждениями на основе транспульмональной термодиллюции // Анестезиол. и реаниматол. – 2011. – № 1. – С. 32–37.
- Хорстер С., Штемлер Г., Штрекер Н. и др. Измерение сердечного выброса у больных сепсисом: сравнение точности ультразвукового мониторирования (USCOM) и анализа контура пульсовой волны (PiCCO) // Мед. алфавит. Неотложная медицина. – 2012. – № 4. – С. 19–23.
- Шабанов В. А., Саввин Ю. Н., Алексеев А. А. Клинические рекомендации по оказанию медицинской помощи пострадавшим с термической травмой в чрезвычайных ситуациях // Общерос. обществ. организация специалистов в сфере медицины катастроф. – М., 2015. – С. 37.
- Шень Н. П. Ожоги у детей. – М.: Триада-Х, 2011. – С. 148.
- Ahrns K. S. Trends in burn resuscitation: shifting the focus from fluids to adequate endpoint monitoring, edema control, and adjuvant therapies // Crit. Care Nursing Clin. North America. – 2004. – № 1 (16). – P. 75–98.
- Ahrns K. S., Harkins D. R. Initial resuscitation after burn injury: therapies, strategies, and controversies // AACN clinical issues. – 1999. – № 1 (10). – P. 46–60.
- Beltramo F., Menteer J., Razavi A. et al. Validation of an Ultrasound Cardiac Output Monitor as a Bedside Tool for Pediatric Patients // Pediatr. Cardiology. – 2016. – № 1 (37). – P. 177–183.
- Beltramo F., Menteer J., Razavi A. et al. Letter to Editor: Reliability of the Ultrasound Cardiac Output Monitor for Pediatric Patients // Pediatr. Cardiology. – 2016. – № 6 (37). – P. 1189–1190.
- Berger M. M., Bernath M.-A., Chioléro R. L. Resuscitation, anaesthesia and analgesia of the burned patient // Cur. Opin. Anaesthet. – 2001. – № 4 (14). – P. 431–435.
- Bittner E. A., Shank E., Woodson L. et al. Acute and Perioperative Care of the Burn-injured Patient // Anesthesiology. – 2015. – № 2 (122). – P. 448–464.
- Branski L.K., Herndon D., Byrd J. et al. Transpulmonary thermodilution for hemodynamic measurements in severely burned children // Crit. Care. – 2011. – № 2 (15). – P. R118.
- Cancio L. C. Initial assessment and fluid resuscitation of burn patients // Surgical Clin. North America. – 2014. – № 4 (94). – P. 741–754.
- Carcillo J. A. Capillary refill time is a very useful clinical sign in early recognition and treatment of very sick children // Pediatr. Crit. Care Med. – 2012. – № 2 (13). – P. 210–212.

## REFERENCES

- Alekseev A.A., Krutikov M.G., Shlyk I.V. et al. *Diagnostika i lechenie ozhogovogo shoka: klinicheskie rekomendatsii*. [Diagnostics and treatment of burn shocks. Clinical guidelines]. Obscherossiyskaya Obschestvennaya Organizatsiya Obyedinenie Kombustiologov Mir bez ozhogov Publ., Moscow, 2014, pp. 17.
- Baranov A.A., Baginenko S.F., Namazova-Baranova L.S. et al. *Federalnye klinicheskie rekomendatsii po okazaniyu skoroy meditsinskoy pomoschi pri ozhogakh u detey*. [Federal clinical recommendations on the emergency care for children with burns]. Ministerstvo Zdravookhraneniya Rossiyskoy Federatsii Publ., Moscow, 2015, pp. 13.
- Lekmanov A.U., Azovskiy D.K., Pilyutik S.F. et al. Management of hemodynamics in children with severe traumas based on transpulmonary thermodilution. *Anesteziol. i Reanimatol.*, 2011, no. 1. pp. 32–37. (In Russ.)
- Horster S., Shtemler G., Shteker N. et al. Measurement of cardiac output in sepsis patients: comparison of USCOM and PiCCO. *Med. Al'favit, Neotlozhnaya Meditsina*, 2012, no. 4. pp. 19–23. (In Russ.)
- Shabanov V.A., Savvin Yu.N., Alekseev A.A. *Klinicheskie rekomendatsii po okazaniyu meditsinskoy pomoschi postradavshim s termicheskoy travmoy v chrezvychaynykh situatsiyakh*. [Clinical recommendations on medical care for those with thermal injury in emergency situations]. Obscheros. Obschestv. Organizatsiya Spetsialistov v Sfere Meditsiny Katastrof Publ., Moscow, 2015, pp. 37.
- Shen N.P. *Ozhogi u detey*. [Burns in children]. Moscow, Triada-X Publ., 2011, pp. 148.
- Ahrns K.S. Trends in burn resuscitation: shifting the focus from fluids to adequate endpoint monitoring, edema control, and adjuvant therapies. *Crit. Care Nursing Clin. North America*, 2004, no. 1 (16), pp. 75–98.
- Ahrns K.S., Harkins D.R. Initial resuscitation after burn injury: therapies, strategies, and controversies. *AACN clinical issues*, 1999, no. 1 (10), pp. 46–60.
- Beltramo F., Menteer J., Razavi A. et al. Validation of an Ultrasound Cardiac Output Monitor as a Bedside Tool for Pediatric Patients. *Pediatr. Cardiology*, 2016, no. 1 (37), pp. 177–183.
- Beltramo F., Menteer J., Razavi A. et al. Letter to Editor: Reliability of the Ultrasound Cardiac Output Monitor for Pediatric Patients. *Pediatr. Cardiology*, 2016, no. 6 (37), pp. 1189–1190.
- Berger M.M., Bernath M.-A., Chioléro R.L. Resuscitation, anaesthesia and analgesia of the burned patient. *Cur. Opin. Anaesthet.*, 2001, no. 4 (14), pp. 431–435.
- Bittner E.A., Shank E., Woodson L. et al. Acute and Perioperative Care of the Burn-injured Patient. *Anesthesiology*, 2015, no. 2 (122), pp. 448–464.
- Branski L.K., Herndon D., Byrd J. et al. Transpulmonary thermodilution for hemodynamic measurements in severely burned children. *Crit. Care*, 2011, no. 2 (15), pp. R118.
- Cancio L.C. Initial assessment and fluid resuscitation of burn patients. *Surgical Clin. North America*, 2014, no. 4 (94), pp. 741–754.
- Carcillo J.A. Capillary refill time is a very useful clinical sign in early recognition and treatment of very sick children. *Pediatr. Crit. Care Med.*, 2012, no. 2 (13), pp. 210–212.

16. Cecchetti C., Stoppa F., Vanacore N. et al. Monitoring of intrathoracic volemia and cardiac output in critically ill children // *Minerva Anestesiologica*. – 2003. – № 12 (69). – P. 907–918.
17. Connors A. F., McCaffree D. R., Gray B. A. Evaluation of right-heart catheterization in the critically ill patient without acute myocardial infarction // *New Engl. J. Med.* – 1983. – № 5 (308). – P. 263–267.
18. Dalen J. E. Is It time to pull the pulmonary artery catheter? // *JAMA: J. Am. Med. Association*. – 1996. – № 11 (276). – P. 916.
19. Dries D., Waxman K. Adequate resuscitation of burn patients may not be measured by urine output and vital signs // *Crit. Care Med.* – 1991. – № 3 (19). – P. 327–329.
20. Ganz W., Swan H. J. C. Measurement of blood flow by thermodilution // *Am. J. Cardiology*. – 1972. – № 2 (29). – P. 241–246.
21. Greenhalgh D. G. Burn resuscitation: The results of the ISBI/ABA survey // *Burns*. – 2010. – № 2 (36). – P. 176–182.
22. Gregory S. D., Cooney H., Diab S. et al. In vitro evaluation of an ultrasonic cardiac output monitoring (USCOM) device // *J. Clin. Monitor. Computing*. – 2016. – № 1 (30). – P. 69–75.
23. Grindheim G., Eidet J., Bentsen G. Transpulmonary thermodilution (PiCCO) measurements in children without cardiopulmonary dysfunction: Large interindividual variation and conflicting reference values // *Paediatr. Anaesthesia*. – 2016. – № 4 (26). – P. 418–424.
24. Herndon D. N., Third ed. Total burn care Philadelphia: Saunders, 2007. – P. 878.
25. Hilton J. G., Marullo D. S. Effects of thermal trauma on cardiac force of contraction // *Burns*. – 1986. – № 3 (12). – P. 167–171.
26. Holm C., Melcer B., Hörbrand F. et al. Haemodynamic and oxygen transport responses in survivors and non-survivors following thermal injury // *Burns*. – 2000. – № 1 (26). – P. 25–33.
27. Horster S., Stemmler H., Strecker N. et al. Cardiac Output Measurements in Septic Patients: Comparing the Accuracy of USCOM to PiCCO // *Crit. Care Res. Pract.* – 2012. – ID 270631.
28. Kersten A. Hämodynamik bei Schock // *Medizinische Klinik – Intensivmedizin und Notfallmedizin*. – 2016. – № 7 (111). – P. 590–595.
29. Knirsch W., Kretschmar O., Tomaske M. et al. Cardiac output measurement in children: Comparison of the Ultrasound Cardiac Output Monitor with thermodilution cardiac output measurement // *Int. Care Med.* – 2008. – № 6 (34). – P. 1060–1064.
30. Knobloch K. Non-invasive hemodynamic monitoring in burn shock resuscitation // *Burns*. – 2010. – № 7 (36). – P. 1135–1136.
31. Latenser B. A. Critical care of the burn patient: the first 48 hours // *Crit. Care Med.* – 2009. – № 10 (37). – P. 2819–2826.
32. Lemson J., Tibby S. Reliability of the Ultrasound Cardiac Output Monitor for Pediatric Patients // *Pediatric Cardiology*. – 2016. – № 3 (37). – P. 618.
33. Litton E., Morgan M. The PiCCO monitor: A review // *Anaesthetist Int. Care*. – 2012. – № 3 (40). – P. 393–409.
34. Mansfield M. D., Kinsella J. Use of invasive cardiovascular monitoring in patients with burns greater than 30 per cent body surface area: a survey of 251 centres // *Burns*. – 1996. – № 7 (22). – P. 549–551.
35. Meyer S., Todd D., Shadboldt B. Assessment of portable continuous wave Doppler ultrasound (ultrasonic cardiac output monitor) for cardiac output measurements in neonates // *J. Paediatr. Child Health*. – 2009. – № 7–8 (45). – P. 464–468.
36. Nguyen H. B., Banta D., Stewart G. et al. Cardiac index measurements by transcutaneous doppler ultrasound and transthoracic echocardiography in adult and pediatric emergency patients // *J. Clin. Monitor. Computing*. – 2010. – № 3 (24). – P. 237–247.
37. O'Halloran E., Shah A., Dembo L. et al. The impact of non-severe burn injury on cardiac function and long-term cardiovascular pathology // *Scientific Reports*. – 2016. – № 6. – P. 34650.
38. Paratz J. D., Stockton K., Paratz E. et al. Burn resuscitation – hourly urine output versus alternative endpoints // *Shock*. – 2014. – № 4 (42). – P. 295–306.
39. Perel A., Saugel B., Teboul J-L. et al. The effects of advanced monitoring on hemodynamic management in critically ill patients: a pre and post questionnaire study // *J. Clin. Monitor. Computing*. – 2015. – P. 511–518.
40. Proulx F., Lemson J., Choker G. et al. Hemodynamic monitoring by transpulmonary thermodilution and pulse contour analysis in critically ill children // *Pediatr. Crit. Care Med.* – 2011. – № 4 (12). – P. 459–466.
16. Cecchetti C., Stoppa F., Vanacore N. et al. Monitoring of intrathoracic volemia and cardiac output in critically ill children. *Minerva Anestesiologica*, 2003, no. 12 (69), pp. 907–918.
17. Connors A.F., McCaffree D.R., Gray B.A. Evaluation of right-heart catheterization in the critically ill patient without acute myocardial infarction. *New Engl. J. Med.*, 1983, no. 5 (308), pp. 263–267.
18. Dalen J.E. Is It time to pull the pulmonary artery catheter? *JAMA: J. Am. Med. Association*, 1996, no. 11 (276), pp. 916.
19. Dries D.J., Waxman K. Adequate resuscitation of burn patients may not be measured by urine output and vital signs. *Crit. Care Med.*, 1991, no. 3 (19), pp. 327–329.
20. Ganz W., Swan H.J.C. Measurement of blood flow by thermodilution. *Am. J. Cardiology*, 1972, no. 2 (29), pp. 241–246.
21. Greenhalgh D.G. Burn resuscitation: The results of the ISBI/ABA survey. *Burns*, 2010, no. 2 (36), pp. 176–182.
22. Gregory S.D., Cooney H., Diab S. et al. In vitro evaluation of an ultrasonic cardiac output monitoring (USCOM) device. *J. Clin. Monitor. Computing*, 2016, no. 1 (30), pp. 69–75.
23. Grindheim G., Eidet J., Bentsen G. Transpulmonary thermodilution (PiCCO) measurements in children without cardiopulmonary dysfunction: Large interindividual variation and conflicting reference values. *Paediatr. Anaesthesia*, 2016, no. 4 (26), pp. 418–424.
24. Herndon D.N., Third ed. Total burn care Philadelphia: Saunders, 2007. pp. 878.
25. Hilton J.G., Marullo D.S. Effects of thermal trauma on cardiac force of contraction. *Burns*, 1986, no. 3 (12), pp. 167–171.
26. Holm C., Melcer B., Hörbrand F. et al. Haemodynamic and oxygen transport responses in survivors and non-survivors following thermal injury. *Burns*, 2000, no. 1 (26), pp. 25–33.
27. Horster S., Stemmler H., Strecker N. et al. Cardiac Output Measurements in Septic Patients: Comparing the Accuracy of USCOM to PiCCO. *Crit. Care Res. Pract.*, 2012, – ID 270631.
28. Kersten A. Hämodynamik bei Schock. *Medizinische Klinik – Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 2016, no. 7 (111), pp. 590–595.
29. Knirsch W., Kretschmar O., Tomaske M. et al. Cardiac output measurement in children: Comparison of the Ultrasound Cardiac Output Monitor with thermodilution cardiac output measurement. *Int. Care Med.*, 2008, no. 6 (34), pp. 1060–1064.
30. Knobloch K. Non-invasive hemodynamic monitoring in burn shock resuscitation. *Burns*, 2010, no. 7 (36), pp. 1135–1136.
31. Latenser B.A. Critical care of the burn patient: the first 48 hours. *Crit. Care Med.*, 2009, no. 10 (37), pp. 2819–2826.
32. Lemson J., Tibby S. Reliability of the Ultrasound Cardiac Output Monitor for Pediatric Patients. *Pediatric Cardiology*, 2016, no. 3 (37), pp. 618.
33. Litton E., Morgan M. The PiCCO monitor: A review. *Anaesthetist Int. Care*, 2012, no. 3 (40), pp. 393–409.
34. Mansfield M.D., Kinsella J. Use of invasive cardiovascular monitoring in patients with burns greater than 30 per cent body surface area: a survey of 251 centres. *Burns*, 1996, no. 7 (22), pp. 549–551.
35. Meyer S., Todd D., Shadboldt B. Assessment of portable continuous wave Doppler ultrasound (ultrasonic cardiac output monitor) for cardiac output measurements in neonates. *J. Paediatr. Child Health*, 2009, no. 7–8 (45), pp. 464–468.
36. Nguyen H. B., Banta D., Stewart G. et al. Cardiac index measurements by transcutaneous doppler ultrasound and transthoracic echocardiography in adult and pediatric emergency patients. *J. Clin. Monit. Computing*, 2010, no. 3 (24), pp. 237–247.
37. O'Halloran E., Shah A., Dembo L. et al. The impact of non-severe burn injury on cardiac function and long-term cardiovascular pathology. *Scientific Reports*, 2016, no. 6. pp. 34650.
38. Paratz J.D., Stockton K., Paratz E. et al. Burn resuscitation – hourly urine output versus alternative endpoints. *Shock*, 2014, no. 4 (42), pp. 295–306.
39. Perel A., Saugel B., Teboul J-L. et al. The effects of advanced monitoring on hemodynamic management in critically ill patients: a pre and post questionnaire study. *J. Clin. Monit. Computing*, 2015, pp. 511–518.
40. Proulx F., Lemson J., Choker G. et al. Hemodynamic monitoring by transpulmonary thermodilution and pulse contour analysis in critically ill children. *Pediatr. Crit. Care Med.*, 2011, no. 4 (12), pp. 459–466.

41. Sánchez M., García-De-Lorenzo A., Herrero E. et al. A protocol for resuscitation of severe burn patients guided by transpulmonary thermodilution and lactate levels: a 3-year prospective cohort study // Crit. Care. – 2013. – № 4 (17). – P. R176.
42. Sheridan R. L., Remensnyder J., Schnitzer J. et al. Current Expectations for Survival in Pediatric Burns // Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine. – 2000. – № 3 (154). – P. 245.
43. Soussi S., Deniau B., Ferry A. et al. Low cardiac index and stroke volume on admission are associated with poor outcome in critically ill burn patients: a retrospective cohort study // Ann. Int. Care. – 2016. – № 1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5020003/>.
44. Steingrub J. S., Celoria G., Vickers-Lahti M. et al. Therapeutic impact of pulmonary artery catheterization in a medical/surgical ICU // Chest. – 1991. – № 6 (99). – P. 1451–1455.
45. Thom O., Taylor D., Wolfe R. et al. Comparison of a supra-sternal cardiac output monitor (USCOM) with the pulmonary artery catheter // Brit. J. Anaesthesia. – 2009. – № 6 (103). – P. 800–804.
46. Tibby S. Transpulmonary thermodilution: Finally, a gold standard for pediatric cardiac output measurement // Pediatr. Crit. Care Med. – 2008. – № 3 (9). – P. 341–342.
47. Tibby S. M., Murdoch I. A. Monitoring cardiac function in intensive care // Arch. Dis. Child. – 2003. – № 1 (88). – P. 46–52.
48. Tompkins R. G. Survival From Burns in the New Millennium // Ann. Surgery. – 2015. – № 2 (261). – P. 263–268.
49. Tricklebank S. Modern trends in fluid therapy for burns // Burns. – 2009. – № 6 (35). – P. 757–767.
50. Wang G.-Y., Ma B., Tang H.-T. et al. Esophageal echo-Doppler monitoring in burn shock resuscitation: are hemodynamic variables the critical standard guiding fluid therapy? // J. Trauma. – 2008. – № 6 (65). – P. 1396–1401.
51. Wong L.-S., Yong B.-H., Young K. et al. Comparison of the USCOM ultrasound cardiac output monitor with pulmonary artery catheter thermodilution in patients undergoing liver transplantation // Liver Transplantation. – 2008. – № 7 (14). – P. 1038–1043.
52. Zorko D. J., Choong K., Gilleland J. et al. Urgent ultrasound guided hemodynamic assessments by a pediatric medical emergency team: a pilot study // PLoS ONE. – 2013. – № 6 (8). – P. e66951.
53. Sánchez M., García-De-Lorenzo A., Herrero E. et al. A protocol for resuscitation of severe burn patients guided by transpulmonary thermodilution and lactate levels: a 3-year prospective cohort study. *Crit. Care*, 2013, no. 4 (17), pp. R176.
54. Sheridan R.L., Remensnyder J., Schnitzer J. et al. Current Expectations for Survival in Pediatric Burns. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 2000, no. 3 (154), pp. 245.
55. Soussi S., Deniau B., Ferry A. et al. Low cardiac index and stroke volume on admission are associated with poor outcome in critically ill burn patients: a retrospective cohort study. *Ann. Int. Care*, 2016, no. 1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5020003/>.
56. Steingrub J.S., Celoria G., Vickers-Lahti M. et al. Therapeutic impact of pulmonary artery catheterization in a medical/surgical ICU. *Chest*, 1991, no. 6 (99), pp. 1451–1455.
57. Thom O., Taylor D., Wolfe R. et al. Comparison of a supra-sternal cardiac output monitor (USCOM) with the pulmonary artery catheter. *Brit. J. Anaesthesia*, 2009, no. 6 (103), pp. 800–804.
58. Tibby S. Transpulmonary thermodilution: Finally, a gold standard for pediatric cardiac output measurement. *Pediatr. Crit. Care Med.*, 2008, no. 3 (9), pp. 341–342.
59. Tibby S.M., Murdoch I. A. Monitoring cardiac function in intensive care. *Arch. Dis. Child.*, 2003, no. 1 (88), pp. 46–52.
60. Tompkins R.G. Survival From Burns in the New Millennium. *Ann. Surgery*, 2015, no. 2 (261), pp. 263–268.
61. Tricklebank S. Modern trends in fluid therapy for burns. *Burns*, 2009, no. 6 (35), pp. 757–767.
62. Wang G.Y., Ma B., Tang H.T. et al. Esophageal echo-Doppler monitoring in burn shock resuscitation: are hemodynamic variables the critical standard guiding fluid therapy? *J. Trauma*, 2008, no. 6 (65), pp. 1396–1401.
63. Wong L.-S., Yong B.-H., Young K. et al. Comparison of the USCOM ultrasound cardiac output monitor with pulmonary artery catheter thermodilution in patients undergoing liver transplantation. *Liver Transplantation*, 2008, no. 7 (14), pp. 1038–1043.
64. Zorko D.J., Choong K., Gilleland J. et al. Urgent ultrasound guided hemodynamic assessments by a pediatric medical emergency team: a pilot study. *PLoS ONE*, 2013, no. 6 (8), pp. e66951.

**ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:**

**Лекманов Андрей Устинович**  
**НИИ хирургии детского возраста ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Н. И. Пирогова» МЗ РФ,**  
**доктор медицинских наук, профессор.**  
**117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1.**  
**Тел.: +8 (499) 256–11–87.**  
**E-mail: aulek@rambler.ru**

**ГБУЗ «ДГКБ № 9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ»,**  
**123317, Москва, Шмитовский пр., д. 29, кор. 5.**  
**Тел.: +8 (499) 259–38–34.**

**Азовский Дмитрий Кириллович**  
**кандидат медицинских наук,**  
**врач анестезиолог-реаниматолог.**  
**E-mail: Dmitry.azovskiy@gmail.com**

**Пилютик Сергей Федорович**  
**заведующий отделением реанимации и интенсивной**  
**терапии.**  
**E-mail: spilyutik@gmail.com**

**FOR CORRESPONDENCE:**

**Andrey U. Lekmanov**  
*Research Institute of Children's Surgery by N.I. Pirogov*  
*Russian Research Institute Medical University,*  
*Doctor of Medical Sciences, Professor.*  
*1, Ostrovityanova St., Moscow, 117997*  
*Phone: +7 (499) 256-11-87.*  
*E-mail: aulek@rambler.ru*

**Speransky Children Municipal Clinical Hospital no.9,**  
**Moscow Health Department,**  
**29, Bd. 5, Shmitovsky Rd., Moscow, 123317.**  
**Phone: +7 (499) 259-38-34.**

**Dmitry K. Azovskiy**  
*Candidate of Medical Sciences,*  
*Anesthesiologist and Emergency Physician.*  
*E-mail: Dmitry.azovskiy@gmail.com*

**Sergey F. Pilyutik**  
*Head of Intensive Care Department.*  
*E-mail: spilyutik@gmail.com*