ПУТИ СНИЖЕНИЯ ИНФУЗИОННОЙ НАГРУЗКИ У ДЕТЕЙ С ОБШИРНЫМИ ОЖОГАМИ В ПЕРВЫЕ 24 ЧАСА ПОСЛЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ

А. У. ЛЕКМАНОВ^{1,2}, Д. К. АЗОВСКИЙ², С. Ф. ПИЛЮТИН²

¹ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Н. И. Пирогова» МЗ РФ, Москва

²ГБУЗ «ДГКБ № 9 им. Г. Н. Сперанского» ДЗМ, Москва

Проведено исследование, направленное на оптимизацию комплекса мер интенсивной терапии в первые часы после ожогового повреждения. В проспективном, открытом, рандомизированном сравнительном исследовании у 50 детей с обширными ожогами продемонстрировано безопасное снижение объемов инфузионной терапии в сочетании с ранней энтеральной нагрузкой. Показана возможность раннего применения альбумина у детей с ожогами более 20% общей площади поверхности тела, что позволяет снизить потребность в кристаллоидных растворах при составлении схемы инфузионной терапии. Данная схема позволяет избежать перегрузки жидкостью и развития отека.

Ключевые слова: дети, ожоги, инфузионная терапия, альбумин, перегрузка жидкостью.

WAYS OF REDUCTION OF FLUID VOLUME IN CHILDREN WITH SEVERE BURNS DURING FIRST 24 HOURS AFTER THE INJURY

A. U. LEKMANOV^{1,2}, D. K. AZOVSKIY², S. F. PILYUTIK²

¹Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

²Speransky Children Municipal Clinical Hospital no.9, Moscow Health Department, Moscow, Russia

The study was conducted with the purpose to optimize the management activities during first hours after burn injury. The prospective, open, randomized, comparative study included 50 children with severe burns demonstrated the safe reduction of fluid volume combined with the early enteral load. It was shown that early use of albumin in children with burns exceeding 20% of total body surface area allowed decreasing the need in crystalloid solutions when compiling infusion therapy regimen. That regimen allowed avoiding fluid overloading and development of the edema syndrome.

Key words: children, burns, infusion therapy, albumin, fluid overload.

Основная цель интенсивной терапии в течение первых 24 ч после ожогового повреждения состоит в том, чтобы восстановить объем жидкости и электролитов, поддержать адекватную гемодинамику и при этом минимизировать развитие отеков. Восстановление и поддержание адекватного перфузионного давления с обеспечением адекватного уровня доставки кислорода способствуют заживлению ран и сводят к минимуму бактериальную колонизацию [12, 45].

Исследования последних 10 лет демонстрируют интерес к проблеме чрезмерного введения жидкости у пациентов с ожоговой травмой, сопровождающегося синдромом капиллярной утечки [34]. После введения в 2000 г. В. А. Pruitt термина «fluid creeps» [47], обозначающего перегрузку жидкостью, многие исследователи сообщили, что реальные объемы жидкости у пациентов с ожоговой травмой, вводимые в первые 24 ч по формуле Паркланда, превышают прогнозируемые [13, 20].

У детей с ожоговым повреждением до 10% общей площади поверхности тела (ОППТ), как правило, достаточно восполнения жидкости через рот. Для детей с тяжелой ожоговой травмой на площади более 20% ОППТ показана инфузионная терапия [33]. У детей используют формулу Паркланда, причем отличием от формулы у взрослых является то, что в объем инфузионной терапии добавлена физиологическая потребность в жидкости в соот-

ветствии с массой тела, и в окончательном виде формула Паркланда у детей имеет следующий вид:

Объем жидкости за сутки = $(4 \frac{\text{мл}}{\text{кг}} \times \% \text{ ожоговой поверхности}) + \text{физиологическая потребность за 24 часа}$

Вторая формула, используемая в педиатрической практике, – это формула Галвестона, которая имеет следующий вид:

Объем жидкости за сутки = $(5000 \frac{\text{мл}}{\text{м}^2} \times \% \text{ ожоговой поверхности}) + 2000 \frac{\text{мл}}{\text{м}^2}$

В некоторых исследованиях показано, что формула Галвестона является более точной для детей с массой тела менее 10 кг по сравнению с формулой Паркланда [7]. Однако рандомизированных контролируемых исследований для сравнения данных формул не проведено [31].

Обе формулы предполагают одинаковые сроки введения; первая половина расчетных жидкостей вводится в течение первых 8 ч, а вторая половина – в течение оставшихся 16 ч, и ориентированы на введение исключительно кристаллоидных растворов. [11]. При этом первые 8 ч необходимо считать с момента травмы, а не со времени поступления ребенка в стационар.

В последней российской монографии, посвященной интенсивной терапии ожогового повреждения [4], рекомендуются следующие формулы:

детям до 3 лет расчет объема инфузионной терапии, проведенной в 1-е сут, производится по формуле: объем жидкости за сутки = 5 × общая площадь поражения (%) × массу тела (кг) + физ. потребность; у детей в возрасте старше 3 лет формула имеет вид: объем жидкости за сутки = 3 × площадь поражения (%) × массу тела (кг) + физ. потребность. Рекомендуемый качественный состав: 50% объема раствора 10% глюкозы, 20% солевые растворы, 30% плазмозаменители.

В Кохрейновском обзоре 1998 г. было показано увеличение относительного риска летальности пациентов с ожогами, получавших альбумин, по сравнению с пациентами, которые не получали альбумин [15]. Тем не менее, несмотря на рекомендации по срочному пересмотру применения альбумина, во многих ожоговых центрах продолжили использовать альбумин в качестве компонента инфузионной терапии [46]. Более поздний метаанализ показал снижение частоты развития тяжелых осложнений, в том числе смертности, у больных в критическом состоянии, которые получают альбумин в инфузионной терапии при различных критических состояниях [43]. Недавние исследования также показывают, что применение альбумина в качестве компонента инфузионной терапии у пострадавших с обширными ожогами стабилизирует взаимоотношения между введенной и выделенной жидкостью [18].

Ранее введение альбумина не рекомендовалось пациентам в течение первых 24 ч после ожоговой травмы, однако в исследовании Cochran et al. и Faraklas et al. [14, 19] продемонстрировано прогностическое снижение летальности пациентов, получивших альбумин в качестве препарата первой линии.

Наряду с применением альбумина, избежать чрезмерной нагрузки кристаллоидными растворами позволяет применение методики оральной регидратации, что позволяет уменьшить расчетные объемы для инфузии до $3,5-3 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$, с введением объемов физиологической потребности энтеральным путем [22, 27, 36, 42]. При этом энтеральная нагрузка должна быть введена как можно раньше после госпитализации. Объемы питания, получаемые через рот или зонд, должны соответствовать объемам возрастной физиологической потребности. Энтеральные жидкости должны представлять собой либо сбалансированные смеси,

либо солевые растворы, но не воду, чтобы избежать развития гипонатриемии [26].

В связи с этим цель исследования – сравнение клинического течения и исходов тяжелой ожоговой травмы у детей, получивших в течение первых 24 ч инфузионную терапию по традиционной формуле Паркланда и модифицированной формуле Паркланда и раннее энтеральное питание.

Материалы и методы

В проспективное открытое рандомизированное исследование включено 50 детей. Дети поступали в отделение реанимации и интенсивной терапии ДГКБ № 9 им. Г. Н. Сперанского г. Москвы с 1 июля 2013 по 1 июля 2015 г.

Критериями включения являлись: ожоговое повреждение горячей жидкостью или пламенем ОППТ от 20 до 60%, возраст от 1 месяца до 18 лет независимо от пола.

Критерии исключения: пациенты, доставленные позже чем через 4 ч после травмы, термоингалиционное повреждение; комбинированная травма и сопутствующие хронические заболевания (сахарный диабет, эпилепсия и т. п.).

Площадь ожогового повреждения рассчитана по номограмме Ланда – Броудера. В обеих группах применяли препараты для седации (мидазолам, диазепам) и обезболивания (тримеперидин) в возрастных дозировках. Продолжительность исследования составила 24 ч.

Общая характеристика больных представлена в табл. 1. Пациенты с помощью программы генератора случайной выборки распределены на две группы.

Основная группа – стартовый протокол инфузионной терапии включал следующие позиции.

1. Общий объем внутривенной инфузии $3 \text{ мл/кг} \times \% \text{ ожоговой поверхности}$, из которых 50% составляли кристаллоидные растворы без глюкозы и 50% – 5% раствор альбумина. Первую половину расчетного объема вводили в течение первых 8 ч с момента травмы, а вторую половину – в течение оставшихся 16 ч, причем введение альбумина начинали с момента поступления пациента в отделение.

2. Физиологическую потребность в жидкости вводили энтерально через рот или назогастральный зонд из расчета 1 мес. – 1 год – 120 мл/кг в 1 сут;

Таблица 1. Характеристика больных

Table 1. Description of patients

Показатели	Основная группа	Контрольная группа
Всего	25	25
Мальчики	14	16
Девочки	11	9
Возраст (лет)	3,9 ± 0,8	4,2 ± 1,1
% ожога	27,5 ± 1,8	29,6 ± 2,2
Масса тела (кг)	19,5 ± 2,7	22,5 ± 3,1

1–2 года – 100 мл/кг в 1 сут; 2–5 лет – 80 мл/кг в 1 сут; 5–10 лет – 60 мл/кг в 1 сут; 10–18 лет – 50 мл/кг в 1 сут с первым энтеральным введением через 2 ч после поступления и равномерно распределенным введением каждые 3 ч, включая ночное время.

В контрольной группе пациентов стартовый протокол инфузионной терапии был несколько иным.

1. Общий объем внутривенной инфузии ($4 \text{ мл/кг} \times \% \text{ ожоговой поверхности}$) + физиологическая потребность из расчета 1 месяц – 1 год – 120 мл/кг в 1 сут; 1–2 года – 100 мл/кг в 1 сут; 2–5 лет – 80 мл/кг в 1 сут; 5–10 лет – 60 мл/кг в 1 сут; 10–18 лет – 50 мл/кг в 1 сут, из которых 80% составляли кристаллоидные растворы без глюкозы и 20% составлял 6% ГЭК 130/0,4. Первую половину расчетных жидкостей вводили в течение первых 8 ч с момента травмы, а вторую – в течение оставшихся 16 ч. Энтеральная нагрузка в данной группе осуществлялась по требованию.

Мониторимые показатели

В качестве показателя адекватности проведения терапии в первые 24 ч выбран почасовой темп диуреза. Адекватный темп принят за $0,75\text{--}2 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$. Контроль за темпом диуреза осуществлялся ежедневно с записью в карте интенсивной терапии. Продолжительность госпитализации и наличие или отсутствие летальных исходов оценивали по окончании пребывания в стационаре.

В зависимости от темпа диуреза скорость и объем инфузионной терапии подвергались коррекции по следующему алгоритму: в случае уменьшения темпа диуреза менее чем $0,75 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ последовательно в течение 2 ч, после первого восьмичасового этапа терапии, скорость инфузионной терапии увеличивали, используя коэффициент $\times 2$. В случае если темп диуреза оставался в пределах $0,75\text{--}2 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$, скорость инфузии не изменяли. В случае если темп диуреза превышал $2 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$, последовательно в течение 2 ч после первого восьмичасового этапа терапии скорость инфузионной терапии уменьшали, используя коэффициент $\div 2$.

Статистический анализ

Полученные количественные результаты представлены в виде средних значений (M) $\pm$ стандартное отклонение (σ) или медианы (Me) [25-го;

75-го перцентилей] (при распределении, отличном от нормального), категориальные показатели выражены в абсолютных и относительных показателях. Тест Стьюдента или U-тест Манна – Уитни использованы для сравнения и оценки взаимосвязи между количественными показателями. Анализ проведен при помощи программы SPSS 23.0, и уровень значимости принят как $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

При сравнении групп получены следующие результаты.

Летальных исходов в обеих группах не было. Случаев острого почечного повреждения не зарегистрировано. Продолжительность госпитализации в основной группе составила $13,37 \pm 7,23$ дня и в контрольной – $13,96 \pm 6,79$ дня, что было статистически незначимым ($p \geq 0,05$). Общий объем инфузионной терапии в основной группе – $3,5 (3,3\text{--}3,8) \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ и в контрольной – $7,4 (6,7\text{--}7,7) \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ ($p \leq 0,05$). Показатели энтеральной нагрузки составили $3,7 (2,2\text{--}4,1) \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ и $1,1 (0,8\text{--}1,5) \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ в основной и в контрольной группах соответственно ($p \leq 0,05$). Показатель темпа диуреза в основной группе составил $1,0 (0,7\text{--}1,5) \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ и в контрольной – $2,0 (1,8\text{--}2,5) \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ ($p \leq 0,05$). Сводные данные результатов исследования представлены в табл. 2.

Следовательно, в основной группе был существенно снижен объем внутривенной инфузии (более чем в 2 раза) за счет жидкости, полученной энтерально. При этом объем полученной энтеральной жидкости был значительно выше в основной группе, темп диуреза оставался на планируемом уровне.

Инфузионная терапия является неотъемлемой частью лечения ожогового повреждения у детей, которая влияет на исход интенсивной терапии [10, 23]. Перегрузка жидкостью или недостаточное ее введение в острый период ожогового повреждения приводит к увеличению частоты осложнений и увеличивает летальность у детей с обширной ожоговой травмой [24].

Все больше и больше доказательств тому, что применение расчета по формуле Паркланда может привести к перегрузке жидкостью и полиорганной недостаточности при обширных ожогах. Используя измерения внутригрудного объема крови и сердеч-

Таблица 2. Темп инфузионной и энтеральной нагрузки, диуреза и продолжительность госпитализации

Table 2. Speed of infusion and enteral load, diuresis and duration of hospital stay

Показатели	Основная группа	Контрольная группа	p
Темп диуреза 24 ч ($\text{мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$)	1,0 (0,7–1,5)	2,0 (1,8–2,5)	$\leq 0,05$
Общий объем инфузии 24 ч ($\text{мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$)	3,5 (3,3–3,8)	7,4 (6,7–7,7)	$\leq 0,05$
Объем энтеральной нагрузки 24 ч ($\text{мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$)	3,7 (2,2–4,1)	1,1 (0,8–1,4)	$\leq 0,05$
Продолжительность госпитализации (дней)	$13,37 \pm 7,23$	$13,96 \pm 6,79$	$\geq 0,05$

ного выброса, исследование, проведенное в 2007 г., показало, что жидкость, расчет которой произведен по формуле Паркланда, не восполняет внутрисосудистый дефицит объема в течение первых 48 ч после ожога, как ожидалось. В действительности любое увеличение жидкости в течение первого 12-часового периода после термической травмы только увеличивает внеклеточное накопление жидкости, а не способствует достаточной перфузии жизненно важных органов [9].

Оптимизация алгоритмов инфузионной терапии с ограничением внутривенного введения жидкости с включением в протокол инфузионной терапии коллоидных растворов у пациентов с ожогами ведет отсчет от работы J. R. Saffle из Университета Юты (США) [37].

Раннее применение альбумина в первые часы после ожогового повреждения снижает общий объем внутривенно введенной жидкости за счет восстановления эндотелиального гликокаликса и/или в соответствии с законом Франка – Старлинга [21, 35].

Несколько исследований в различных нозологических группах детей, наблюдаемых в отделениях реанимации общего профиля, кардиохирургических и отделениях диализа, продемонстрировали положительную связь между перегрузкой жидкостью в первые часы лечения и неблагоприятным исходом [8, 32, 38–41].

Мы не можем согласиться с рекомендациями использовать формулу, в которой: общий объем инфузии за сутки = $5 \times \text{площадь поражения (\%)} \times \text{массу тела (кг)} + \text{физ. потребность (мл.)}$ у детей первых трех лет жизни [4]. Такой положительный баланс жидкости $\geq 15\%$ повышает летальность и частоту развития детского острого респираторного дистресс-синдрома в общих детских отделениях реанимации [8].

В работе бразильских исследователей продемонстрировано, что раннее применение альбумина у детей с ожогами более 15% ОППТ уменьшает потребность в кристаллоидах в первые часы после ожогового повреждения, снижает частоту случаев перегрузки жидкостью, что в конечном счете приводит к уменьшению количества дней, проведенных в стационаре [29].

Необходимо отметить, что хотя в качестве адекватности жидкостной нагрузки мы избрали почасовой темп диуреза, необходимо осторожно использовать этот показатель у детей. Еще в 1961 г. было продемонстрировано: несмотря на адекватную инфузионную терапию у детей с обширной ожоговой травмой, темп диуреза снижается в течение нескольких часов после повреждения [25], что довольно часто наблюдаем у пациентов отделения. Нельзя исключить, что данный факт можно объяснить увеличением концентрации антидиуретического гормона после ожогового повреждения [12, 17], однако необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

В данной работе за минимально допустимый уровень темпа диуреза принят показатель $0,75 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$. Коллеги из Великобритании сообщают о еще более низком уровне темпа диуреза в $0,5 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$, при котором не наблюдалось каких-либо осложнений, хотя в данном исследовании ожоговое повреждение было ограничено 20% ОППТ, а его характер был представлен только горячей жидкостью [44].

В отношении применения альбумина можно отметить, что последний метаанализ [30], основываясь на совокупности имеющихся в настоящее время доказательств, представил данные, свидетельствующие, что использование альбумина в острый период ожогового повреждения позволяет снизить смертность и проявления отеочного синдрома.

В пользу ранней энтеральной нагрузки, помимо снижения объемов инфузионной терапии, свидетельствуют результаты исследований, в которых показано, что раннее энтеральное питание приводит к снижению гиперметаболического ответа, уменьшению уровня циркулирующих катехоламинов, кортизола и глюкагона [1, 26, 28]. Раннее начало энтерального питания также поддерживает целостность слизистой оболочки, моторику кишечника и интестинальный кровоток, что играет жизненно важную роль в профилактике кишечной гипоперфузии или кишечной непроходимости [2, 16].

Таким образом, в данном исследовании показано статистически значимое снижение объемов инфузионной нагрузки у детей с тяжелой термической травмой, что препятствует развитию перегрузки жидкостью, проявлению феномена «fluid creeps». К сожалению, объективизация данного осложнения у детей на сегодняшний день без применения инвазивных методов контроля за гемодинамикой практически невозможна [3, 5].

Использование неинвазивных методов исследования, в частности ультразвукового исследования легких, для оценки волемического статуса с помощью количественной оценки В-линии на УЗИ находится на стадии исследований [6] и применяется в настоящее время только у детей, получающих диализную терапию.

По нашему мнению, снижение частоты развития отеочного синдрома в конечном счете приведет к снижению длительности пребывания в отделении реанимации и продолжительности госпитализации в целом за счет уменьшения как частоты осложнений в виде пневмонии, сепсиса, острого респираторного дистресс-синдрома, так и агрессивных методов интенсивной терапии.

Выводы

1. Сокращение объемов инфузионной терапии у детей до уровня $3 \text{ мл/кг} \times \% \text{ ожога}$ с энтеральным введением объемов физиологической потребности приводит к значимому снижению объема внутривенной инфузии и не сопровождается развитием

осложнений и/или увеличением продолжительности пребывания в стационаре.

2. Уровень темпа диуреза $0,75 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ является безопасным и не приводит к развитию симптомов острого почечного повреждения.

3. Применение классической формулы Парк-ланда является нецелесообразным у детей с ожоговым повреждением 20–60% ОППТ при проведении адекватной энтеральной нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

- Боровик Т. Э., Лекманов А. У., Ерпулева Ю. В. Роль ранней нутритивной поддержки у детей с ожоговой травмой в предотвращении катаболической направленности обмена веществ // Педиатрия. – 2006. – № 1. – С. 73–76.
- Ерпулева Ю. В., Боровик Т. Э., Лекманов А. У. и др. Эффективность раннего энтерального питания у детей раннего возраста с глубокими термическими поражениями // Педиатрическая фармакология. – 2005. – Т. 2. – С. 73.
- Лекманов А. У., Азовский Д. К., Пилютик С. Ф. и др. Коррекция гемодинамики у детей с тяжелыми травматическими повреждениями на основе транспульмональной термодилуции // Анестезиол. и реаниматол. – 2011. – № 1. – С. 32–36.
- Шень Н. П. Ожоги у детей. – М.: Триада-Х. – 2011. – С. 63.
- Abuelatta Y., Abdelsalam A. Volume overload of fluid resuscitation in acutely burned patients using transpulmonary thermodilution technique // J. Burn. Care Res. – 2013. – Vol. 34, № 3. – P. 349–354.
- Allinovi M., Saleem M., Romagnani P. et al. Lung ultrasound: a novel technique for detecting fluid overload in children on dialysis // Nephrol Dial Transplant. – 2016. – Vol. 6. http://www.unboundmedicine.com/medline/journal/Nephrology_dialysis_transplantation?start=70&prev=true
- Ansermino J. M., Vandebek C. A., Myers D. An allometric model to estimate fluid requirements in children following burn injury // Paediatr Anaesth. – 2010. – Vol. 20, № 4. – P. 305–312.
- Arikan A. A., Zappitelli M., Goldstein S. L. et al. Fluid overload is associated with impaired oxygenation and morbidity in critically ill children // Pediatr Crit Care Med. – 2012. – Vol. 13, № 3. – P. 253–258.
- Arlati S., Storti E., Pradella V. et al. Decreased fluid volume to reduce organ damage: a new approach to burn shock resuscitation? A preliminary study // Resuscitation. – 2007. – Vol. 72, № 3. – P. 371–378.
- Barrow R. E., Jeschke M. G., Herndon D. N. Early fluid resuscitation improves outcomes in severely burned children // Resuscitation. – 2000. – Vol. 45, № 2. – P. 91–96.
- Baxter C. R., Shires G. T. Physiological response to crystalloid resuscitation of severe burns // Ann NY AcadSci. – 1968. – Vol. 150. – P. 874–894.
- Carvajal H. F. Fluid resuscitation of pediatric burn victims: a critical appraisal // Pediatr Nephrol. – 1994. – Vol. 8. – P. 357–614.
- Cartotto R. C., Innes M., Musgrave M. A. et al. How well does the Parkland Formula estimate actual fluid resuscitation volumes? // J. Burn. Care Res. – 2002. – Vol. 23. – P. 258–265.
- Cochran A., Morris S. E., Edelman L. S. et al. Burn patient characteristics and outcomes following resuscitation with albumin // Burns. – 2007. – Vol. 33, № 1. – P. 25–30.
- Cochrane Injuries Group Albumin Reviewers. Human albumin administration in critically ill patients: systematic review of randomized controlled trials // BMJ. – 1998. – Vol. 317. – P. 235–240.
- Dominioni L., Trocki O., Fang C. H. et al. Enteral feeding in burn hypermetabolism: nutritional and metabolic effects of different levels of calorie and protein intake // J Parenter Enteral Nutr. – 1985. – Vol. 9, № 3. – P. 269–279.
- Duke T. R., Molyneux E. Intravenous fluids for seriously ill children: time to reconsider // Lancet. – 2003. – Vol. 362 (9392). – P. 320–323.
- Faraklas I., Lam U., Cochran A. et al. Colloid normalizes resuscitation ratio in pediatric burns // J. Burn Care Res. – 2011. – Vol. 32, № 1. – P. 91–97.
- Fodor L., Fodor A., Ramon Y. et al. Controversies in fluid resuscitation for burn management: literature review and our experience // Injury. – 2006. – Vol. 37, № 5. – P. 374–379.
- Friedrich J. B., Engrav L. H. et al. Is supra-Baxter resuscitation in burn patients a new phenomenon? // Burns. – 2004. – Vol. 30. – P. 464–466.
- Greenhalgh D. G. Burn resuscitation // J. Burn. Care Res. – 2007. – Vol. 28. – P. 555–565.
- Khorasani E. N., Mansouri F. Effect of early enteral nutrition on morbidity and mortality in children with burns // Burns. – 2010. – Vol. 36, № 7. – P. 1067–1071.
- Klein M. B., Hayden D., Elson C. et al. The association between fluid administration and outcome following major burn: a multicenter study // Ann. Surg. – 2007. – Vol. 245, № 4. – P. 622–628.
- Kraft R., Herndon D. N., Branski L. K. et al. Optimized fluid management improves outcome of pediatric burn patients // J. Surg. Res. – 2013. – Vol. 181. – P. 121–128.
- Metcalfe W. The intrinsic method for serial plasma volume determination. An analysis of 500 determinations in 76 patients // J. Lab. Clin. Med. – 1961. – Vol. 58. – P. 704–714.
- McDonald S. W., Sharp C. W., Dietch E. A. Immediate enteral feeding in burn patients is safe and effective // Ann. Surg. – 1991. – Vol. 213. – P. 177–183.
- Michell M. W., Oliveira H. M., Kinsky M. P. et al. Enteral resuscitation of burn shock using World Health Organization oral rehydration solution: a potential solution for mass casualty care // J. Burn. Care Res. – 2006. – Vol. 27, № 6. – P. 819–825.
- Mochizuki H., Trocki O., Dominioni L. et al. Reduction of postburn hypermetabolism by early enteral feeding // Curr. Surg. – 1985. – Vol. 42, № 2. – P. 121–125.
- Müller Dittich M. H., Brunow de Carvalho W., Lopes Lavado E. Evaluation of the «early» use of albumin in children with extensive burns: a randomized controlled trial // Pediatr. Crit. Care Med. – 2016. – Vol. 17, № 6. – P. e280–e286.
- Navickis R. J., Greenhalgh D. G., Wilkes M. M. Albumin in burn shock Resuscitation: A meta-analysis of controlled clinical studies // J. Burn. Care Res. – 2016. – Vol. 37, № 3. – P. e268–e278.
- Haines E., Fairbrother H. Optimizing emergency management to reduce morbidity and mortality in pediatric burn patients // Pediatr. Emerg. Med. Pract. – 2015. – Vol. 12, № 5. – P. 1–23.
- Hazle M. A., Gajarski R. J., Yu S. et al. Fluid overload in infants following congenital heart surgery // Pediatr. Crit. Care Med. – 2013. – Vol. 14, № 1. – P. 44–49.
- Pham T. N., Cancio L. C., Gibran N. S. American Burn Association practice guidelines burn shock resuscitation // J. Burn. Care Res. – 2008. – Vol. 29, № 1. – P. 257–266.
- Pruitt B. A. Protection from excess resuscitation: «pushing the pendulum back» // J. Trauma. – 2000. – Vol. 49. – P. 567–568.
- Reitsma S., Slaaf D. W., Vink H. et al. The endothelial glycocalyx: Composition, functions, and visualization // Pflugers. Arch. – 2007. – Vol. 454. – P. 345–359.
- Rode H., Rogers A. D., Cox S. G. et al. Burn resuscitation on the African continent // Burns. – 2014. – Vol. 40, № 7. – P. 1283–1291.
- Saffle J. I. The phenomenon of «fluid creep» in acute burn resuscitation // J. Burn. Care Res. – 2007. – Vol. 28. – P. 382–395.
- Seguin J., Albright B., Vertullo L. et al. Extent, risk factors, and outcome of fluid overload after pediatric heart surgery // Crit. Care Med. – 2014. – Vol. 42, № 12. – P. 2591–2599.
- Sinitzky L., Walls D., Nadel S. et al. Fluid overload at 48 hours is associated with respiratory morbidity but not mortality in a general PICU: retrospective cohort study // Pediatr. Crit. Care Med. – 2015. – Vol. 16, № 3. – P. 205–209.
- Sutherland S. M., Zappitelli M., Alexander S. R. et al. Fluid overload and mortality in children receiving continuous renal replacement therapy: the prospective pediatric continuous renal replacement therapy registry // Am. J. Kidney Dis. – 2010. – Vol. 55, № 2. – P. 316–325.
- Soler Y. A., Nieves-Plaza M., Prieto M. et al. Pediatric risk, injury, failure, loss, end-stage renal disease score identifies acute kidney injury and predicts mortality in critically ill children: a prospective study // Pediatr. Crit. Care Med. – 2013. – Vol. 14, № 4. – P. e189–e195.
- Venter M., Rode H., Sive A. et al. Enteral resuscitation and early enteral feeding in children with major burns – effect on McFarlane response to stress // Burns. – 2007. – Vol. 33, № 4. – P. 464–471.
- Vincent J. L., Navickis R. J., Wilkes M. M. Morbidity in hospitalized patients receiving human albumin: a meta-analysis of randomized, controlled trials // Crit. Care Med. – 2004. – Vol. 32. – P. 2029–2038.

44. Walker T.L., Rodriguez D.U., Coy K. et al. Impact of reduced resuscitation fluid on outcomes of children with 10–20% body surface area scalds // *Burns*. – 2014. – Vol. 40, № 8. – P. 1581–1586.
45. Warden G. D. Burn shock resuscitation // *World J. Surg.* – 1992. – Vol. 16. – P. 16–23.
46. Wharton S. M., Khanna A. Current attitudes to burns resuscitation in the UK // *Burns*. – 2001. – Vol. 27. – P. 183–184.
47. Pruitt B. A. Protection from excess resuscitation: «pushing the pendulum back» // *J. Trauma*. – 2000. – Vol. 49. – P. 567–568.

REFERENCES

1. Borovik T.E., Lekmanov A.U., Erpuleva Yu.V. The role of early of nutritive support in the prevention of catabolic directivity of metabolism in children with brining injury. *Pediatrriya*, 2006, no. 1, pp. 73–76. (In Russ.)
2. Erpuleva Yu.V., Borovik T.E., Lekmanov A.U. et al. Efficiency of early enteral feeding in children in the early age with deep thermal lesions. *Pediatricheskaya Farmacologiya*. 2005, vol. 2, pp. 73. (In Russ.)
3. 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. 32–36. (In Russ.)
4. Shen N.P. *Ozhogi u detey*. [Burns in children]. Moscow, Triada-X Publ., 2011. pp. 63.
5. Aboelatta Y., Abdelsalam A. Volume overload of fluid resuscitation in acutely burned patients using transpulmonary thermodilution technique. *J. Burn. Care Res.*, 2013, vol. 34, no. 3, pp. 349–354.
6. Allinovi M., Saleem M., Romagnani P. et al. Lung ultrasound: a novel technique for detecting fluid overload in children on dialysis. *Nephrol. Dial. Transplant.*, 2016, vol. 6, http://www.unboundmedicine.com/medline/journal/Nephrology_dialysis_transplantation?start=70&prev=true
7. Ansermino J.M., Vandebeek C.A., Myers D. An allometric model to estimate fluid requirements in children following burn injury. *Paediatr Anaesth.*, 2010, vol. 20, no. 4, pp. 305–312.
8. Arikian A.A., Zappitelli M., Goldstein S.L. et al. Fluid overload is associated with impaired oxygenation and morbidity in critically ill children. *Pediatr. Crit. Care Med.*, 2012, vol. 13, no. 3, pp. 253–258.
9. Arlati S., Storti E., Pradella V. et al. Decreased fluid volume to reduce organ damage: a new approach to burn shock resuscitation? A preliminary study. *Resuscitation*, 2007, vol. 72, no. 3, pp. 371–378.
10. Barrow R.E., Jeschke M.G., Herndon D.N. Early fluid resuscitation improves outcomes in severely burned children. *Resuscitation*, 2000, vol. 45, no. 2, pp. 91–96.
11. Baxter C.R., Shires G.T. Physiological response to crystalloid resuscitation of severe burns. *Ann NY AcadSci.*, 1968, vol. 150, pp. 874–894.
12. Carvajal H.F. Fluid resuscitation of pediatric burn victims: a critical appraisal. *Pediatr. Nephrol.*, 1994, vol. 8, pp. 357–614.
13. Cartotto R.C., Innes M., Musgrave M.A. et al. How well does the Parkland Formula estimate actual fluid resuscitation volumes? *J. Burn. Care Res.*, 2002, vol. 23, pp. 258–265.
14. Cochran A., Morris S.E., Edelman L.S. et al. Burn patient characteristics and outcomes following resuscitation with albumin. *Burns*, 2007, vol. 33, no. 1, pp. 25–30.
15. Cochrane Injuries Group Albumin Reviewers. Human albumin administration in critically ill patients: systematic review of randomized controlled trials. *BMJ*, 1998, vol. 317, pp. 235–240.
16. Dominioni L., Trocki O., Fang C. H. et al. Enteral feeding in burn hypermetabolism: nutritional and metabolic effects of different levels of calorie and protein intake. *J. Parenter. Enteral. Nutr.*, 1985, vol. 9, no. 3, pp. 269–279.
17. Duke T., Molyneux E. Intravenous fluids for seriously ill children: time to reconsider. *Lancet*, 2003, vol. 362 (9392), pp. 320–323.
18. Faraklas I., Lam U., Cochran A. et al. Colloid normalizes resuscitation ratio in pediatric burns. *J. Burn Care Res.*, 2011, vol. 32, no. 1, pp. 91–97.
19. Fodor L., Fodor A., Ramon Y. et al. Controversies in fluid resuscitation for burn management: literature review and our experience. *Injury*, 2006, vol. 37, no. 5, pp. 374–379.
20. Friedrich J.B., Engrav L.H. et al. Is supra-Baxter resuscitation in burn patients a new phenomenon? *Burns*, 2004, vol. 30, pp. 464–466.
21. Greenhalgh D.G. Burn resuscitation. *J. Burn. Care Res.*, 2007, vol. 28, pp. 555–565.
22. Khorasani E.N., Mansouri F. Effect of early enteral nutrition on morbidity and mortality in children with burns. *Burns*, 2010, vol. 36, no. 7, pp. 1067–1071.
23. Klein M.B., Hayden D., Elson C. et al. The association between fluid administration and outcome following major burn: a multicenter study. *Ann. Surg.*, 2007, vol. 245, no. 4, pp. 622–628.
24. Kraft R., Herndon D.N., Branski L.K. et al. Optimized fluid management improves outcome of pediatric burn patients. *J. Surg. Res.*, 2013, vol. 181, pp. 121–128.
25. Metcalf W. The intrinsic method for serial plasma volume determination. An analysis of 500 determinations in 76 patients. *J. Lab. Clin. Med.*, 1961, vol. 58, pp. 704–714.
26. McDonald S.W., Sharp C.W., Dietch E.A. Immediate enteral feeding in burn patients is safe and effective. *Ann. Surg.*, 1991, vol. 213, pp. 177–183.
27. Michell M.W., Oliveira H.M., Kinsky M.P. et al. Enteral resuscitation of burn shock using World Health Organization oral rehydration solution: a potential solution for mass casualty care. *J. Burn. Care Res.*, 2006, vol. 27, no. 6, pp. 819–825.
28. Mochizuki H., Trocki O., Dominioni L. et al. Reduction of postburn hypermetabolism by early enteral feeding. *Curr. Surg.*, 1985, vol. 42, no. 2, pp. 121–125.
29. Müller Dittrich M.H., Brunow de Carvalho W., Lopes Lavado E. Evaluation of the «early» use of albumin in children with extensive burns: a randomized controlled trial. *Pediatr. Crit. Care Med.*, 2016, vol. 17, no. 6, pp. e280–e286.
30. Navickis R.J., Greenhalgh D.G., Wilkes M.M. Albumin in burn shock Resuscitation: A meta-analysis of controlled clinical studies. *J. Burn. Care Res.*, 2016, vol. 37, no. 3, pp. e268–e278.
31. Haines E., Fairbrother H. Optimizing emergency management to reduce morbidity and mortality in pediatric burn patients. *Pediatr. Emerg. Med., Pract.*, 2015, vol. 12, no. 5, pp. 1–23.
32. Hazle M.A., Gajarski R.J., Yu S. et al. Fluid overload in infants following congenital heart surgery. *Pediatr. Crit. Care Med.*, 2013, vol. 14, no. 1, pp. 44–49.
33. Pham T.N., Cancio L.C., Gibran N.S. American Burn Association practice guidelines burn shock resuscitation. *J. Burn. Care Res.*, 2008, vol. 29, no. 1, pp. 257–266.
34. Pruitt B.A. Protection from excess resuscitation: «pushing the pendulum back». *J. Trauma*, 2000, vol. 49, pp. 567–568.
35. Reitsma S., Slaaf D.W., Vink H. et al. The endothelial glycocalyx: Composition, functions, and visualization. *Pflugers. Arch.*, 2007, vol. 454, pp. 345–359.
36. Rode H., Rogers A.D., Cox S.G. et al. Burn resuscitation on the African continent. *Burns*, 2014, vol. 40, no. 7, pp. 1283–1291.
37. Saffle J.I. The phenomenon of «fluid creep» in acute burn resuscitation. *J. Burn. Care Res.*, 2007, vol. 28, pp. 382–395.
38. Seguin J., Albright B., Vertullo L. et al. Extent, risk factors, and outcome of fluid overload after pediatric heart surgery. *Crit. Care Med.*, 2014, vol. 42, no. 12, pp. 2591–2599.
39. Sinitsky L., Walls D., Nadel S. et al. Fluid overload at 48 hours is associated with respiratory morbidity but not mortality in a general PICU: retrospective cohort study. *Pediatr. Crit. Care Med.*, 2015, vol. 16, no. 3, pp. 205–209.
40. Sutherland S.M., Zappitelli M., Alexander S.R. et al. Fluid overload and mortality in children receiving continuous renal replacement therapy: the prospective pediatric continuous renal replacement therapy registry. *Am. J. Kidney Dis.*, 2010, vol. 55, no. 2, pp. 316–325.
41. Soler Y.A., Nieves-Plaza M., Prieto M. et al. Pediatric risk, injury, failure, loss, end-stage renal disease score identifies acute kidney injury and predicts mortality in critically ill children: a prospective study. *Pediatr. Crit. Care Med.*, 2013, vol. 14, no. 4, pp. e189–e195.
42. Venter M., Rode H., Sive A. et al. Enteral resuscitation and early enteral feeding in children with major burns – effect on McFarlane response to stress. *Burns*, 2007, vol. 33, no. 4, pp. 464–471.
43. Vincent J.L., Navickis R.J., Wilkes M.M. Morbidity in hospitalized patients receiving human albumin: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Crit. Care Med.*, 2004, vol. 32, pp. 2029–2038.
44. Walker T.L., Rodriguez D.U., Coy K. et al. Impact of reduced resuscitation fluid on outcomes of children with 10–20% body surface area scalds. *Burns*, 2014, vol. 40, no. 8, pp. 1581–1586.
45. Warden G.D. Burn shock resuscitation. *World J. Surg.*, 1992, vol. 16, pp. 16–23.
46. Wharton S.M., Khanna A. Current attitudes to burns resuscitation in the UK. *Burns*, 2001, vol. 27, pp. 183–184.
47. Pruitt B.A. Protection from excess resuscitation: «pushing the pendulum back». *J. Trauma*, 2000, vol. 49, pp. 567–568.

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

ГБУЗ «ДГКБ № 9 им. Г. Н. Сперанского ДЗМ»,
123317, Москва, Шмитовский пр. 29, корп. 5.

Лекманов Андрей Устинович

доктор медицинских наук, профессор.

E-mail: aulek@rambler.ru

Азовский Дмитрий Кириллович

кандидат медицинских наук,

врач анестезиолог-реаниматолог.

Тел.: 8 (499) 259-38-34.

E-mail: Dmitry.azovskiy@gmail.com

Пилютник Сергей Федорович

заведующий отделением реанимации и интенсивной
терапии.

E-mail: spilyutik@gmail.com

FOR CORRESPONDENCE:

*Speransky Children Municipal Clinical Hospital no.9, Moscow
Health Department,
29, Bd. 5, Shmitovsky Rd., Moscow, 123317.*

Andrey U. Lekmanov

Doctor of Medical Sciences, Professor.

E-mail: aulek@rambler.ru

Dmitry K. Azovskiy

*Candidate of Medical Sciences, Anesthesiologist and Intensive
Care Physician.*

Phone: +7 (499) 259-38-34.

E-mail: Dmitry.azovskiy@gmail.com

Sergey F. Pilyutik

Head of Intensive Care Department.

E-mail: spilyutik@gmail.com