

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81626>

Периоперационная инфузионная терапия

Е.И. Скобелев, И.Н. Пасечник

Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Периоперационное инфузионное сопровождение хирургических пациентов является основным и безальтернативным элементом лечения, при этом тактика инфузионной терапии продолжает оставаться предметом изучения.

Точки зрения об оптимальном количественном и качественном составе переливаемой пациентам жидкости подвергаются пересмотру по мере эволюции представлений о патогенезе критических состояний. Основу патогенетического анализа компенсаторных возможностей гемодинамики как точки приложения инфузионного лечения ранее составляли преимущественно методики инвазивного мониторингования, сменяемые в последние годы контролем рутинных параметров с доказанным высоким корреляционным соответствием. В актуальных исследованиях, посвящённых проблемам инфузионной коррекции гемодинамических отклонений, наиболее обсуждают вопросы применимости изотонических и сбалансированных полиионных кристаллоидов, реже коллоидных растворов в различных клинических ситуациях, причём результаты таких исследований не всегда позволяют однозначно определиться с выбором инфузионных сред, а иногда просто малосравнимы. Часть исследователей ратует за применение изотонических кристаллоидов, другие доказывают лучшую эффективность сбалансированных солевых растворов. При объёмах лечения, соответствующих периоперационному периоду, в большинстве работ различий в эффективности основных композиционных групп кристаллоидов вообще не отмечают. Причину этого мы видим в особенностях способов рандомизации, когда статистические ограничения не позволяют избежать дискретного анализа данных: их сравнительная группировка происходит по принципу выбора целевого параметра, а все остальные относят к вспомогательным или второстепенным. Сгладить противоречивость результатов таких исследований, как нам кажется, могло бы привлечение массивов данных, полученных в реальной клинической практике в результате сочетания локальных теоретических и эмпирических представлений о корректирующих схемах лечения, соотнесённых с их эффективностью, тем более что в распоряжении клиницистов есть проба с волемиической нагрузкой, позволяющая предугадывать гемодинамическую реакцию организма пациента на инфузию и набор рутинных параметров для более тонкой индивидуальной настройки терапии.

В анестезиолого-реанимационной практике существует мнение популярного в настоящее время эмпирически-доказательного плана, что сбалансированные солевые растворы предпочтительнее изотонических при более высокой степени тяжести больных, но это мнение не является априорным и требует дополнительных исследований с целью верификации выбора.

Ключевые слова: гемодинамика; волемика; кристаллоиды.

Как цитировать

Скобелев Е.И., Пасечник И.Н. Периоперационная инфузионная терапия // Клиническое питание и метаболизм. 2021. Т. 2, № 2. С. 100–108. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81626>

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81626>

Perioperative infusion therapy

Evgeny I. Skobelev, Igor N. Pasechnik

Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Perioperative infusion support of surgical patients is the main and non-alternative element of treatment.

At the same time, the tactics of infusion therapy continues to be the subject of study. Ideas about the optimal quantitative and qualitative composition of the fluid transfused to patients are being revised as ideas about the pathogenesis of critical conditions evolve. The basis of pathogenetic analysis of compensatory hemodynamic capabilities, as a point of application of infusion treatment, previously consisted mainly of invasive monitoring techniques, replaced in recent years by the control of routine parameters with proven high correlation with invasive ones. In current studies devoted to the problems of infusion correction of hemodynamic abnormalities, the most discussed issues are the applicability of isotonic and balanced polyionic crystalloids, less often colloidal solutions in various clinical situations, and the results of such studies do not always allow to unambiguously determine the choice of infusion media, and sometimes simply incomparable. Some researchers advocate the use of isotonic crystalloids, some works prove the best effectiveness of balanced salt solutions. With the volumes of treatment corresponding to the perioperative period, in most studies there are no differences in the effectiveness of the main composite groups of crystalloids at all. We see the reason for this in the peculiarities of randomization methods, when statistical limitations do not allow us to avoid discrete data analysis: their comparative grouping occurs according to the principle of selecting a target parameter, and all the others are classified as auxiliary or secondary. It seems to us that the involvement of arrays of data obtained in real clinical practice as a result of a combination of local theoretical and empirical ideas about corrective treatment regimens correlated with their effectiveness could smooth out the inconsistency of the results of such studies, especially since clinicians have a sample with a volemic load at their disposal, allowing them to predict the hemodynamic reaction of the patient's body to infusion and a set of routine parameters for more fine-tuning of therapy.

In anesthesiological and resuscitation practice, there is an opinion of the currently popular empirical-evidence plan that balanced salt solutions are preferable to isotonic solutions with a higher degree of severity of patients, but this opinion is not a priori and requires additional research to verify the choice.

Keywords: hemodynamics; volemia; crystalloids.

To cite this article

Skobelev EI, Pasechnik IN. Perioperative infusion therapy. *Clinical nutrition and metabolism*. 2021;2(2):100–108. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr81626>

Received: 03.10.2021

Accepted: 10.12.2021

Published: 19.12.2021

ВВЕДЕНИЕ

Накопленный в анестезиологии и реаниматологии опыт со всей очевидностью свидетельствует о том, что инфузионная терапия была и остаётся основой лечения больных в критических состояниях и базисом периоперационного сопровождения в хирургии. История осмысленного применения жидкости при лечении пациентов с критической патологией берёт начало ещё во время эпидемии холеры в Англии в 1830-х годах [1], а дискуссии на тему выбора оптимального качественного и количественного состава переливаемой композиции продолжаются без малого уже два столетия. Множество исследований, посвящённых поиску «композиционной панацеи» в разные годы, имело своим результатом достаточно противоречивые клинические рекомендации, которые основывались на меняющихся актуальных представлениях о патофизиологии гиповолемии, различающихся способах сбора и статистической оценки полученных результатов.

В этой статье мы попытались актуализировать методики и средства современного инфузионного лечения в проекции авторского и коллективного опыта, к чему нас подтолкнуло именно отсутствие единомыслия в этом вопросе. В поиске устойчивого компромисса по методическому регламенту инфузионной терапии мы решили обсудить некоторые, как нам кажется, ключевые этапы эволюции «инфузионных» представлений, способных приблизить нас к таковому компромиссу посредством гносеологического анализа.

ЭМПИРИЧЕСКИЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ЭТАПЫ ИНФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ: СМЕНА ПАРАДИГМЫ

В соответствии с законами познания, комплекс патофизиологических и патогенетических представлений о природе критического состояния определяет цели корректирующих мероприятий и контроля их эффективности. Это естественным образом приводит к усложнению экспертных схем клинического сопровождения пациентов. В начале истории лечебного использования жидкости существовала в основном эмпирическая методология определения тактики лечения, обусловленная в то время способами оценки уровня потерь жидкости и рутинной оценкой эффекта от её введения в организм. Таким образом, очень условно хронологию развития идеологии инфузионной терапии можно разделить на эмпирический и инструментальный этапы, имеющие достаточно стёртые границы, причём последний мы бы разделили на инвазивный и малоинвазивный подэтапы.

Волемическая «достаточность» и инфузионная терапия

В течение по крайней мере полувека заинтересованный наблюдатель мог видеть, как менялись критерии

планирования и адекватности инфузии от сложнейших и наукоёмких инвазивных методов мониторингования до диагностической опоры на рутинные параметры, ещё недавно считавшиеся чисто ориентировочными. Смена предпочтительных способов определения лечебной тактики, скорее всего, имела случайное происхождение, обусловленное обретением опыта мониторинга в реальных клинических условиях, без рафинированного аппаратного оснащения и искушённых специалистов, способных пользоваться такой аппаратурой. При этом результаты лечения, с точки зрения доказательности, были вполне сравнимы как при усложнённой, так и рутинной методиках выбора опорных параметров инфузионной терапии. Если бы это было не так, то следовало признать, что неиспользование, например, инвазивного мониторинга состояния системы транспорта кислорода делает маловероятным оказание квалифицированной медицинской помощи. Стоит ли говорить о том, что именно таких категоричных публикаций, заявленных даже в разгар «инвазивного бума 80-х», нами найдено не было. С одной стороны, такого рода сравнительные оценки, по нашему мнению, были бы прямым нарушением вертикальных и горизонтальных деонтологических принципов взаимодействия с коллегами, работающими на клинических базах с рутинным оснащением и с пациентами, которым в силу обстоятельств приходится там лечиться. С другой стороны, сам принцип системного инвазивного мониторинга предусматривает сравнение полученных данных с рутинными параметрами, что сплошь и рядом выявляло достаточно высокую корреляцию массивов этих результатов. Таким образом, накопленные клинические данные, будучи проанализированы в соответствии с принципами доказательной медицины, позволили реабилитировать рутинные неинвазивные методики гемодинамического и волемического мониторингования в качестве корректных способов контроля современных схем инфузионного замещения.

В результате оценочного пересмотра корректности рутинного мониторингования сложилась гносеологическая коллизия, приведшая к превалированию утилитарной модели планирования инфузионного лечения, основанной прежде всего на количественной достаточности переливания жидкости, в том числе в периоперационном периоде лечения хирургических пациентов.

Что же касается самого принципа волемической «достаточности» инфузии, то в последние десятилетия отношение к нему менялось. Так, в 70-х и 80-х годах прошлого века вполне нормальной считали умеренную гиперволемию, которую мы бы назвали «номограммной», так как рассчитывали её исходя из соотношения идеализированного объёма циркулирующей крови и столь же умозрительных оценок потерь того самого объёма в результате прямых интраоперационных потерь крови, метаболических и транскапиллярных пассажей жидкости и прочих факторов, значение которых либо не доказано, либо не до конца изучено. Неудивительно, что сейчас

при острой необходимости дискретной количественной оценки потери жидкости всё чаще прибегают к анализу интегральных параметров, являющихся результатом суммарного воздействия ряда факторов, в частности гравиметрическому анализу. Отметим лишь, что по понятным причинам гравиметрия имеет лишь ретроспективную ценность и не может быть применена для оценки компенсаторных резервов организма и планирования объёма лечения в периоперационном периоде. При этом в ряде публикаций, посвящённых проблемам коррекции критических состояний в хирургии, отмечают достоверную связь толерантности к волемической нагрузке различного качественного состава и прогноза заболевания. Неудивительно, что гиперволемическая гемодилюция, ранее считавшаяся целевым стандартом лечения хирургических больных в критических состояниях, таковой уже не признаётся, а в периоперационном периоде в плановой хирургии и вовсе может быть подменена схемой поддержания «нулевого баланса», возможно, с кардиовасотропной поддержкой, что находит своё отражение даже в актуальных методических рекомендациях и не является чем-то революционно новым в клинической практике.

Более консервативный или ограничительный подход к инфузионному сопровождению хирургических больных

происходит из анализа многолетних массивов данных, что позволяет с достаточной достоверностью разделить патогенетические особенности протекания хирургической патологии и ятрогенные эффекты переливания корригирующих растворов. До тех пор, пока не существует альтернативы инфузионной терапии, необходимо минимизировать уже доказанные последствия её объёмной и качественной составляющей.

Известно, что смертность при септическом и геморрагическом шоке достоверно снижается при раннем начале заместительной терапии [2–4], хотя остаётся недостаточно изученным вопрос о влиянии скорости инфузии на этот важнейший показатель. Логично предположить, что высокий темп переливания может способствовать дальнейшему снижению смертности, однако это не совсем так ввиду риска перегрузки сердца с последующим снижением его производительности. Кроме того, существует риск проявления микрососудистых девиаций в виде транскапиллярного просачивания жидкости, послеоперационных осложнений в абдоминальной хирургии, острого повреждения почек и подобных последствий [1].

Профилактика постинфузионных осложнений во многом определяет цели и тактику возмещения периоперационного дефицита объёма циркулирующей крови. В соответствии с классическими представлениями первоочередной задачей инфузионной терапии является увеличение производительности сердца с последующим ростом уровня доставки кислорода к тканям и его потребления. Гемодинамическая реакция на инфузию описана уравнением Франка–Старлинга и иллюстрируется кривой зависимости производительности сердца и преднагрузки миокарда (рисунок).

Кривая состоит из 2 участков: вначале переливание жидкости приводит к соразмерному росту сердечного выброса, что продолжается вплоть до этапа, когда имеющийся уровень волемии не начинает превышать сократительную способность миокарда, и продолжение переливания жидкости вызывает рост преднагрузки без дозозависимого роста насосной функции сердца. Таким образом, развивается гемодинамическая перегрузка, носящая тем более отсроченный и менее выраженный характер, чем выше резервные возможности сердца, варьирующие в графическом представлении от высоких (кривая 1 на нашем рисунке) до нормальных (кривая 2) и сниженных (кривая 3). Другими словами, до определённого предела прирост сердечного выброса, ударного объёма или соответствующих удельных показателей при различных компенсаторных возможностях гемодинамики прямо пропорционален конечному диастолическому давлению в левом желудочке, определяемому по уровню центрального венозного давления или лёгочного давления заклинивания. Предел прироста производительности регламентируется рядом факторов.

Во-первых, это исходный уровень волемии. В периоперационных ситуациях это может быть как сопутствующая

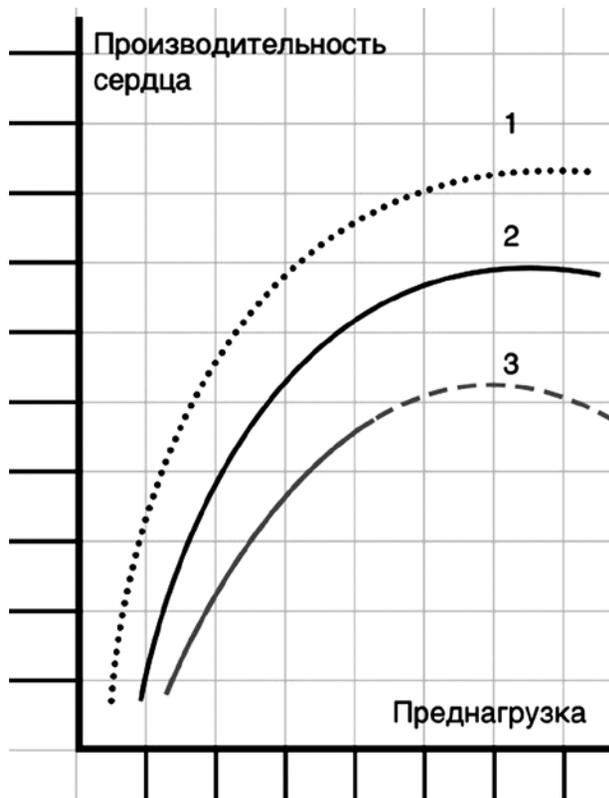


Рис. Варианты кривых функции левого желудочка при высоких (1), нормальных (2) и сниженных (3) резервах гемодинамической компенсации.

Fig. Variants of left ventricular function curves with high (1), normal (2) and reduced (3) hemodynamic compensation reserves.

экстренным операциям и вмешательствам по срочным показаниям гиповолемия, так и нормоволемия в плановой хирургии, причём в последнем случае проводят целый ряд мероприятий по профилактике гиповолемии, включающий даже пероральный приём «прозрачных» жидкостей незадолго до операции [5, 6]. Во-вторых, это индивидуальный резерв гемодинамического звена транспорта кислорода, многофакторная величина, формируемая в том числе за счёт привычных для данного пациента волемики-насосных отношений: например, по мере старения в организме снижается как производительность сердца, так и объём циркулирующей крови, изменяется податливость кровеносных сосудов. В-третьих, это количество, качество и скорость переливаемой жидкости, причём значение этого фактора тем выше, чем ниже гемодинамический резерв у конкретного больного.

Во взаимодействие с указанными тремя факторами может вступать любой из патофизиологических механизмов манифестации основной патологии, что, в конечном счёте, определяет степень индивидуальной толерантности к волемикической нагрузке как функциональной модели сердечной недостаточности, оценить которую необходимо на этапе планирования инфузионного сопровождения во избежание критического роста преднагрузки во время лечения вплоть до отёка лёгких и превращения инфузионной терапии из лечебного фактора в патогенетический. Кроме того, в ходе эволюции критического состояния компенсаторные резервы миокарда у одного и того же пациента могут изменяться; соответственно, будет меняться толерантность к жидкостной нагрузке, что позволяет даже говорить об относительной или абсолютной гиповолемии в пределах конкретного клинического наблюдения.

Принимая во внимание то, что инфузионную толерантность определяет совокупность ряда факторов, дискретное изучение которых может с трудом поддаваться перспективному анализу, в начале 70-х годов прошлого века М.Н. Weil и R.J. Henning [7] предложили изящный и при этом объективный способ оценки текущего резервного состояния гемодинамики. Это была проба с волемикической нагрузкой, когда в систему верхней полой вены производили болюсную инфузию жидкости и регистрировали динамику показателей преднагрузки и производительности сердца. Такой принцип мониторингования отлично зарекомендовал себя и продолжает применяться на протяжении длительного времени [8], что для медицины критических состояний — явление нечастое.

Показания к проведению и трактовка результатов волемикической пробы вполне соответствуют утилитарности методики. Многократно доказано, что если у больного исходно снижено центральное венозное или лёгочное давление заклинивания и, следовательно, минимален риск перегрузки объёмом, нет необходимости ужесточения требований к жидкостному протоколу, а инфузию следует производить по принятым для конкретного

препарата фармакологическим правилам. Центральное венозное давление ниже 5 мм рт.ст. позволяет предположить достоверно положительный ответ на инфузию у 80% больных и только у 40–50% — если этот показатель 6 мм рт.ст. или выше [9]. Либерализация же инфузионной тактики недопустима у больных с исходно завышенными показателями преднагрузки и гиподинамическим состоянием гемодинамики, а также при скомпрометированности дыхательной системы, например при респираторном дистресс-синдроме, а также в ожидании значительной интраоперационной кровопотери и пропорционального её замещения.

Важно отметить, что само по себе значение выбранного параметра преднагрузки или постнагрузки миокарда, да ещё и находящееся в пределах субнормальных девиаций, не свидетельствует о состоятельности резерва гемодинамики. Необходимо соотносить оба показателя в исходной точке и через 1 мин после завершения инфузии болюса [10]. Должны существовать и существуют некие граничные условия проведения волемикической пробы. Для пациентов обсуждаемой категории норма введения тестового кристаллоидного раствора в течение 5–10 мин составляет около 4 мл/кг [11]. Изменение времени и объёма пробы достоверно снижает её информативность [8, 12]. Исключением является мини-нагрузочная проба в 100 мл за 1 мин, которую проводят для ускорения предоперационной подготовки [13]. Параметры преднагрузки определяют инвазивно, поэтому в качестве ориентира можно использовать данные, полученные в абсолютных цифрах. Производительность сердца чаще определяют с помощью косвенных неинвазивных методик. Полученные при этом цифры могут различаться в зависимости от программных особенностей обсчёта конечного результата на разных типах аппаратуры, поэтому гемодинамическую реакцию на волемикическую пробу проще оценивать в процентном соотношении к исходному состоянию через 1 мин по её завершении: считают, что прирост производительности сердца в описанных стандартных условиях должен быть 10% и более [10, 14].

Состав инфузионной терапии

Если проба с волемикической нагрузкой позволяет определиться с объёмом инфузионного сопровождения периоперационного периода, то поиски чётких критериев выбора качественной составляющей лечения ещё продолжаются [1]. Определённое единодушие исследователей и клиницистов существует лишь при определении лечебной тактики в вопросе приоритета кристаллоидных растворов, в частности коллоидных. Несмотря на то, что включение последних в схему лечения, по существующему мнению, может улучшать прогноз септических состояний [15], большинство исследований преимуществ коллоидных растворов над кристаллоидными не подтверждает [16]. В то же время статистическую строгость при сравнении различных авторских результатов

анализа применения кристаллоидов нарушают особенности рандомизации по нозологическим признакам и фармакологическим характеристикам используемых препаратов. Последнее обстоятельство может быть объяснено тем, что препараты со сходным физико-химическим составом близки и по фармакологическим качествам. Квалифицированный персонал вполне способен достичь условно сходных лечебных целей инфузии различными препаратами и их сочетанием, а так называемое в свободном переводе «правило большого пальца», т.е. умозрительное и субэмоциональное заключение об эффективности замещения, почти обрело статус стандарта в повседневной клинической практике. Особо следует отметить, что это «правило» лишено черт схоластицизма: оно, скорее, основывается на утилитарной доказательности и вполне может служить основой для вынесения тривиальных суждений о ходе проводимых лечебных мероприятий.

Различие физико-химических свойств кристаллоидных растворов, вероятно, можно использовать для более тонкой рационализации инфузионной терапии, как, впрочем, и изучение взаимосвязи ионной композиции растворов, допустимой скорости их введения и наиболее распространённых осложнений. Так, применительно к периперационному периоду, чаще всего сравнивают фармакодинамические особенности кристаллоидных растворов, которые можно отнести к изотоническим: физиологический раствор и сбалансированные солевые, Плазма-Лит 148 (ПЛ148), Плазма-Лит А (ПЛА), Рингера лактат (Рл) и подобные композиции [17]. Объединённые в подгруппу сбалансированные кристаллоиды отличаются по составу, и отличие это в условиях критического состояния может приобретать повышенное лечебно-прогностическое значение, хотя во многих современных работах их эффективность сравнивают напрямую, без учёта синтетических особенностей. Чтобы понять, как могут различаться инфузионные эффекты сбалансированных кристаллоидных сред, достаточно отметить вариацию показателя pH у ПЛ148, Рл и ПЛА, составляющего 5,5; 6,5 и 7,4 соответственно. Кто-то из учёных видит в различии химического состава сравниваемых препаратов препятствие для корректного сравнения клинических наблюдений [1], а кто-то, напротив, открывает в таком различии дополнительную и парадоксальную, на первый взгляд, возможность рандомизации за счёт демпфирования характеристик метаболического профиля в группах наблюдений с различными нозологиями [18–21].

В ряде проспективных, статистически выдержанных исследований определено небольшое, но значимое снижение риска почечного повреждения в ходе корректирующей терапии изотоническими растворами в сравнении со сбалансированными солевыми у хирургических больных [22–24], что может быть связано с большей способностью изотонических кристаллоидов улучшать функции почек, нормализовывать вазомоторные реакции и тонус

гладкой мускулатуры, особенно на фоне органной воспалительной реакции, подразумевающей значимые объёмы восполнения.

При малообъёмной периперационной инфузионной терапии различия между изотоническими и сбалансированными типами кристаллоидных растворов могут быть не столь значимы. Так, на клиническом материале, включающем наблюдение за 2278 (!) пациентами, частота нарушений функции почек была одинакова при обоих типах базовых инфузий [18]. В другом исследовании, основанном на анализе уже 15 802 клинических наблюдений, отмечено, что при использовании сбалансированных солевых растворов разнопричинная смертность была ниже, и показания к почечной заместительной терапии отмечали реже [19].

В некоторых работах, результаты которых могут быть применены к периперационной инфузионной терапии, были исследованы вариации скорости введения кристаллоидов на материале более чем 10 000 наблюдений, основным требованием к нозологическому включению в которые была потребность в умеренном (около 1,2 л) инфузионном замещении. Коррекцию гиповолемии проводили как ПЛ148, так и физиологическим раствором со скоростью 333 и 999 мл/ч, при этом изучали 90-дневную выживаемость, количество случаев острого почечного повреждения и ренальной заместительной терапии в обеих скоростных популяциях, а также при различных кристаллоидных композициях [20, 21]. Так, 90-дневная выживаемость статистически достоверно не отличалась во всех группах сравнения и при статистическом ранжировании разных нозологических форм, за исключением 500 больных с нейротравмой головного мозга: в этой популяции в подгруппе наблюдений с использованием сбалансированных солевых растворов выживаемость была достоверно ниже [20].

Практическая значимость обсуждаемых результатов высока уже потому, что получены они в течение короткого времени в 75 (!) разных отделениях анестезиологии-реаниматологии Северной и Южной Америки с привлечением большого и рандомизированного статистического массива. Авторам удалось статистически абстрагироваться от объёмов инфузионного лечения, продолжающегося за пределами периперационного периода, выделив в качестве референсной точки 1-е сутки после операции, что объясняет столь небольшой, в среднем 1,2 л, исследовательский объём инфузии. Так или иначе, различий в осуждаемых группах сравнения фактически не было, а способы статистической обработки и рандомизации не вызывают ни сомнений, ни дискуссий.

Результаты о сравнимой, если не идентичной, эффективности кристаллоидных растворов с различным ионным составом в периперационном сопровождении хирургических больных со средней и умеренной тяжестью исходного состояния вряд ли можно распространить на нозологии с более тяжёлым течением, при которых объём

корректирующей терапии может быть значительно выше. При необходимости изначально кратного возмещения дефицита объёма циркулирующей крови или персистирующем его нарастании результаты сравнения инфузионных сред могут быть иными, что, впрочем, выходит за пределы настоящего обсуждения, по результатам которого можно сделать некоторые выводы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Концепция инфузионного восполнения вообще и периоперационной корректирующей терапии в частности за последние годы прошла идеологическую эволюцию от стремления к гиперводемической гемодилюции до ограничения объёма переливания жидкости рамками разумной достаточности. Достигается это путём индивидуализации объёмных характеристик лечения на основании современных и испытанных временем критериев, таких как нагрузочная проба.

За два десятилетия сравнения изотонических и сбалансированных кристаллоидных растворов целостной картины клинических рисков применения тех и других не сложилось. Последние исследования, основанные на анализе умеренных разносторонних инфузий кристаллоидов разного ионного состава, показали, что риски почечного повреждения и иных распространённых осложнений при переливании всех типов препаратов в широком нозологическом спектре незначительны и сравнимы, за исключением пациентов с оперируемой нейротравмой, которым лучше вводить изотонические растворы.

В анестезиолого-реанимационной практике существует мнение популярного в настоящее время эмпирически-доказательного плана, что сбалансированные солевые растворы предпочтительнее изотонических при более высокой степени тяжести больных, но это мнение не является априорным и требует дополнительных исследований с целью верификации выбора.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Поисково-аналитическая работа проведена на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Вклад авторов. Е.И. Скобелев — аналитическая работа, написание статьи; И.Н. Пасечник — написание статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

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

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

Authors' contribution. E.I. Skobelev — analytical work, writing an article; I.N. Pasechnik — writing an article. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Connor J.M., Coopersmith C.M. Does crystalloid composition or rate of fluid administration make a difference when resuscitating patients in the ICU? // *JAMA*. 2021. doi: 10.1001/jama.2021.11119
2. Rivers E., Nguyen B., Havstad S., et al.; Early Goal-Directed Therapy Collaborative Group. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock // *N Engl J Med*. 2001. Vol. 345, N 19. P. 1368–1377. doi: 10.1056/NEJMoa010307
3. Yealy D.M., Kellum J.A., Huang D.T., et al.; ProCESS Investigators. A randomized trial of protocol-based care for early septic shock // *N Engl J Med*. 2014. Vol. 370, N 18. P. 1683–1693. doi: 10.1056/NEJMoa1401602
4. Rossaint R., Bouillon B., Cerny V., et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition // *Crit Care*. 2016. Vol. 20. P. 100. doi: 10.1186/s13054-016-1265-x
5. Пасечник И.Н., Смешной И.А., Тимашков Д.А., и др. Плановое хирургическое вмешательство и пероральная нагрузка углеводами // *Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова*. 2020. № 6. С. 82–89. doi: 10.17116/hirurgia202006182
6. Смешной И.А., Пасечник И.Н., Скобелев Е.И., и др. Оптимизация инфузионной терапии в плановой абдоминальной хирургии // *Общая реаниматология*. 2018. Т. 14, № 5. С. 4–15. doi: 10.15360/1813-9779-2018-5-4-15
7. Weil M.H., Henning R.J. New concepts in the diagnosis and fluid treatment of circulatory shock. In: 13th annual becton, dickinson and company oscar schwidetsky memorial lecture // *Anesth Analg*. 1979. Vol. 58, N 2. P. 124–132.
8. Vincent J.L., Weil M.H. Fluid challenge revisited // *Crit Care Med*. 2006. Vol. 34, N 5. P. 1333–1337. doi: 10.977/01.CCM.0000214677.76535.A5
9. Heenen S., De Backer D., Vincent J.L. How can the response to volume expansion in patients with spontaneous respiratory movements be predicted? // *Crit Care*. 2006. Vol. 10, N 4. P. R102. doi: 10.1186/cc4970
10. Aya H.D., Ster I.C., Fletcher N., et al. Pharmacodynamic analysis of a fluid challenge // *Crit Care Med*. 2016. Vol. 44, N 5. P. 880–891. doi: 10.1097/CCM.0000000000001517
11. Aya H.D., Rhodes A., Chis S.I., et al. Hemodynamic effect of different doses of fluids for a fluid challenge: a quasi-randomized controlled study // *Crit Care Med*. 2017. Vol. 45, N 2. P. e161–168. doi: 10.1097/CCM.0000000000002067
12. Toscani L., Aya H.D., Antonakaki D., et al. What is the impact of the fluid challenge technique on diagnosis of fluid responsiveness? A systematic review and meta-analysis // *Crit Care*. 2017. Vol. 21, N 1. P. 207. doi: 10.1186/s13054-017-1796-9

13. Biais M., De C.H., Lanchon R., et al. Mini-fluid challenge of 100 ml of crystalloid predicts fluid responsiveness in the operating room // *Anesthesiology*. 2017. Vol. 127, N 3. P. 450–456. doi: 10.1097/ALN.0000000000001753
14. Jozwiak M., Mercado P., Teboul J.L., et al. What is the lowest change in cardiac output that transthoracic echocardiography can detect? // *Crit Care*. 2019. Vol. 23, N 1. P. 116. doi: 10.1186/s13054-019-2413-x
15. Rhodes A., Evans L.E., Alhazzani W., et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock: 2016 // *Crit Care Med*. 2017. Vol. 45, N 3. P. 486–552. doi: 10.1097/CCM.0000000000002255
16. Finfer S., Bellomo R., Boyce N., et al.; SAFE Study Investigators. A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit // *N Engl J Med*. 2004. Vol. 350, N 22. P. 2247–2256. doi: 10.1056/NEJMoa040232
17. Chowdhury A.H., Cox E.F., Francis S.T., Lobo D.N. A randomized, controlled, double-blind crossover study on the effects of 2-L infusions of 0.9% saline and Plasma-Lyte® 148 on renal blood flow velocity and renal cortical tissue perfusion in healthy volunteers // *Ann Surg*. 2012. Vol. 256, N 1. P. 18–24. doi: 10.1097/SLA.0b013e318256be72
18. Young P., Bailey M., Beasley R., et al.; SPLIT Investigators; ANZICS CTG. Effect of a buffered crystalloid solution vs saline on acute kidney injury among patients in the intensive care unit: the SPLIT randomized clinical trial // *JAMA*. 2015. Vol. 314, N 16. P. 1701–1710. doi: 10.1001/jama.2015.12334
19. Semler M.W., Self W.H., Wanderer J.P., et al.; SMART Investigators and the Pragmatic Critical Care Research Group. Balanced crystalloids versus saline in critically ill adults // *N Engl J Med*. 2018. Vol. 378, N 9. P. 829–839. doi: 10.1056/NEJMoa1711584
20. Zampieri F.G., Machado F.R., Biondi R.S., et al.; BaSICS investigators and BRICNet members. Effect of intravenous fluid treatment with a balanced solution vs 0.9% saline solution on mortality in critically ill patients: the BaSICS randomized clinical trial // *JAMA*. 2021. Vol. 326, N 9. P. 1–12. doi: 10.1001/jama.2021.11684
21. Zampieri F.G., Machado F.R., Biondi R.S., et al.; BaSICS investigators and BRICNet members. Effect of slower vs faster intravenous fluid bolus rates on mortality in critically ill patients: the BaSICS randomized clinical trial // *JAMA*. 2021. Vol. 326, N 9. P. 830–838. doi: 10.1001/jama.2021.11444
22. Shaw A.D., Bagshaw S.M., Goldstein S.L., et al. Major complications, mortality, and resource utilization after open abdominal surgery: 0.9% saline compared to Plasma-Lyte // *Ann Surg*. 2012. Vol. 255, N 5. P. 821–829. doi: 10.1097/SLA.0b013e31825074f5
23. Yunos N.M., Bellomo R., Hegarty C., et al. Association between a chloride-liberal vs chloride-restrictive intravenous fluid administration strategy and kidney injury in critically ill adults // *JAMA*. 2012. Vol. 308, N 15. P. 1566–1572. doi: 10.1001/jama.2012.13356
24. Krajewski M.L., Raghunathan K., Paluszkiwicz S.M., et al. Meta-analysis of high- versus low-chloride content in perioperative and critical care fluid resuscitation // *Br J Surg*. 2015. Vol. 102, N 1. P. 24–36. doi: 10.1002/bjs.9651

REFERENCES

1. Connor JM, Coopersmith CM. Does crystalloid composition or rate of fluid administration make a difference when resuscitating patients in the ICU? *JAMA*. 2021. doi: 10.1001/jama.2021.11119
2. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al.; Early Goal-Directed Therapy Collaborative Group. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med*. 2001;345(19):1368–1377. doi: 10.1056/NEJMoa010307
3. Yealy DM, Kellum JA, Huang DT, et al.; ProCESS Investigators. A randomized trial of protocol-based care for early septic shock. *N Engl J Med*. 2014;370(18):1683–1693. doi: 10.1056/NEJMoa1401602
4. Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition. *Crit Care*. 2016;20:100. doi: 10.1186/s13054-016-1265-x
5. Pasechnik IN, Funny IA, Timashkov DA, et al. Planned surgical intervention and oral loading with carbohydrates. *Surgery Magazine Named After N.I. Pirogov*. 2020;(6):82–89. (In Russ). doi: 10.17116/hirurgia202006182
6. Funny IA, Pasechnik IN, Skobelev EI, et al. Optimization of infusion therapy in planned abdominal surgery. *General Resuscitation*. 2018;14(5):4–15. (In Russ). doi: 10.15360/1813-9779-2018-5-4-15
7. Weil MH, Henning RJ. New concepts in the diagnosis and fluid treatment of circulatory shock. In: 13th annual becton, dickinson and company oscar schwidetsky memorial lecture. *Anesth Analg*. 1979;58(2):124–132.
8. Vincent JL, Weil MH. Fluid challenge revisited. *Crit Care Med*. 2006;34(5):1333–1337. doi: 1097/01.CCM.0000214677.76535.A5
9. Heenen S, De Backer D, Vincent JL. How can the response to volume expansion in patients with spontaneous respiratory movements be predicted? *Crit Care*. 2006;10(4):R102. doi: 10.1186/cc4970
10. Aya HD, Ster IC, Fletcher N, et al. Pharmacodynamic analysis of a fluid challenge. *Crit Care Med*. 2016;44(5):880–891. doi: 10.1097/CCM.0000000000001517
11. Aya HD, Rhodes A, Chis SI, et al. Hemodynamic effect of different doses of fluids for a fluid challenge: a quasi-randomized controlled study. *Crit Care Med*. 2017;45(2):e161–168. doi: 10.1097/CCM.0000000000002067
12. Toscani L, Aya HD, Antonakaki D, et al. What is the impact of the fluid challenge technique on diagnosis of fluid responsiveness? A systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2017;21(1):207. doi: 10.1186/s13054-017-1796-9
13. Biais M, De CH, Lanchon R, et al. Mini-fluid challenge of 100 ml of crystalloid predicts fluid responsiveness in the operating room. *Anesthesiology*. 2017;127(3):450–456. doi: 10.1097/ALN.0000000000001753
14. Jozwiak M, Mercado P, Teboul JL, et al. What is the lowest change in cardiac output that transthoracic echocardiography can detect? *Crit Care*. 2019;23(1):116. doi: 10.1186/s13054-019-2413-x
15. Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock: 2016. *Crit Care Med*. 2017;45(3):486–552. doi: 10.1097/CCM.0000000000002255
16. Finfer S, Bellomo R, Boyce N, et al.; SAFE Study Investigators. A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit. *N Engl J Med*. 2004;350(22):2247–2256. doi: 10.1056/NEJMoa040232
17. Chowdhury AH, Cox EF, Francis ST, Lobo DN. A randomized, controlled, double-blind crossover study on the effects of 2-L infusions of 0.9% saline and Plasma-Lyte® 148 on renal blood flow velocity

and renal cortical tissue perfusion in healthy volunteers. *Ann Surg.* 2012;256(1):18–24. doi: 10.1097/SLA.0b013e318256be72

18. Young P, Bailey M, Beasley R, et al.; SPLIT Investigators; ANZICS CTG. Effect of a buffered crystalloid solution vs saline on acute kidney injury among patients in the intensive care unit: the SPLIT randomized clinical trial. *JAMA.* 2015;314(16):1701–1710. doi: 10.1001/jama.2015.12334

19. Semler MW, Self WH, Wanderer JP, et al.; SMART Investigators and the Pragmatic Critical Care Research Group. Balanced crystalloids versus saline in critically ill adults. *N Engl J Med.* 2018;378(9):829–839. doi: 10.1056/NEJMoa1711584

20. Zampieri FG, Machado FR, Biondi RS, et al.; BaSICS investigators and BRICNet members. Effect of intravenous fluid treatment with a balanced solution vs 0.9% saline solution on mortality in critically ill patients: the BaSICS randomized clinical trial. *JAMA.* 2021;326(9):1–12. doi: 10.1001/jama.2021.11684

21. Zampieri FG, Machado FR, Biondi RS, et al.; BaSICS investigators and BRICNet members. Effect of slower vs faster intravenous fluid bolus rates on mortality in critically ill patients: the BaSICS randomized clinical trial. *JAMA.* 2021;326(9):830–838. doi: 10.1001/jama.2021.11444

22. Shaw AD, Bagshaw SM, Goldstein SL, et al. Major complications, mortality, and resource utilization after open abdominal surgery: 0.9% saline compared to Plasma-Lyte. *Ann Surg.* 2012;255(5):821–829. doi: 10.1097/SLA.0b013e31825074f5

23. Yunos NM, Bellomo R, Hegarty C, et al. Association between a chloride-liberal vs chloride-restrictive intravenous fluid administration strategy and kidney injury in critically ill adults. *JAMA.* 2012;308(15):1566–1572. doi: 10.1001/jama.2012.13356

24. Krajewski ML, Raghunathan K, Paluszkiwicz SM, et al. Meta-analysis of high-versus low-chloride content in perioperative and critical care fluid resuscitation. *Br J Surg.* 2015;102(1):24–36. doi: 10.1002/bjs.9651

ОБ АВТОРАХ

* **Скобелев Евгений Иванович**, к.м.н., доцент;
адрес: Россия, 121359, Москва,
ул. Маршала Тимошенко д. 19-1А;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2815-5277>;
eLibrary SPIN: 8951-9550; e-mail: 89037778864@mail.ru

Пасечник Игорь Николаевич, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8121-4160>;
eLibrary SPIN: 4433-1418; e-mail: pasigor@ya.ru

AUTHORS' INFO

* **Evgeny I. Skobelev**, MD, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor;
address: 19 Marshala Timoshenko str.,
Bldg. 1A, 121359 Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2815-5277>;
eLibrary SPIN: 8951-9550; e-mail: 89037778864@mail.ru

Igor N. Pasechnik, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8121-4160>;
eLibrary SPIN: 4433-1418; e-mail: pasigor@ya.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author