

УДК 615.032:616.14

DOI: 10.55359/2782-3296.2023.26.88.004

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ВЫБОРА ИНФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Вугерничек А.Ю., Колесников А.Н., Герастовский А.В.

Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», г. Донецк, ДНР, РФ

Резюме. Инфузионная терапия для тяжелобольных пациентов является самым распространённым способом лечения, но все же с большим количеством противоречий. Были проведены различные инфузионные стратегии на большом количестве пациентов, но все же нет точных данных, заставивших применить это во врачебную практику по всему миру. Каждый пациент имеет свой анамнез, поэтому единый подход вряд ли принесет пользу. Поэтому реаниматологи должны внимательно относиться к показаниям, целям, продолжительности, объему, концентрации, типу жидкости и выбирать персональные стратегии инфузии, а также оценивать риск или пользу. Необходимо отметить, что современные отделения интенсивной терапии предоставляют разнообразные данные о пациентах, например, анализы крови, ультразвуковое исследование, инвазивные и неинвазивные измерения гемодинамики и дыхания и другие исследования, помогающие корректировать лечение. В этой статье рассказывается о физиологических эффектах жидкости, гетерогенных действиях одного и того же раствора на пациентов с одним заболеванием.

Ключевые слова: инфузионная терапия, индивидуальные способы лечения, персонализация методов терапии

INDIVIDUALIZATION OF THE CHOICE OF INFUSION THERAPY (LITERARY REVIEW)

Vugernichek A.Y., Kolesnikov A.N., Gerastovsky A.V.

State educational organization of higher professional education «Donetsk National Medical University named after M. GORKY», Donetsk, DPR, RF

Summary. Infusion therapy for seriously ill patients is the most common method of treatment, but still with a lot of contradictions. Various infusion strategies have been carried out on a large number of patients, but still there is no exact data that forced it to be applied in medical practice around the world. Each patient has his own medical history, so a single approach is unlikely to benefit. Therefore, resuscitators should be attentive to the indications, goals, duration, volume, concentration, type of fluid and choose personal infusion strategies, as well as assess the risk or benefit. It should be noted that modern intensive care units provide a variety of data about patients, for example, blood tests, ultrasound, invasive and non-invasive measurements of hemodynamics and respiration, and other studies that help correct treatment. This article describes the physiological effects of fluid, heterogeneous effects of the same solution on patients with the same disease.

Keywords: infusion therapy, individual methods of treatment, personalization of therapy methods

АКТУАЛЬНОСТЬ

Инфузионная терапия играет огромную роль в лечении тяжелообольных пациентов, поэтому, поэтому возникла необходимость в индивидуальном подходе лечения для каждого пациента, чтобы его шансы на выздоровление были максимальны с минимальным количеством осложнений.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Проанализировать необходимость индивидуального подхода к каждому пациенту с акцентом на распространённые заболевания в интенсивной терапии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе были проанализированы научные работы, как отечественных, так и зарубежных ученых, а также учебные пособия и монографии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Инфузионная терапия применяется при различных степенях шока, потере большого количества крови или жидкости, ожогах, отравлениях, алкалозе, ацидозе, ионно-электролитных дисбалансах. Чаще всего больных с «одинаковым» диагнозом лечат аналогичным методом и способом, но на самом деле так делать не стоит, течение болезни различно у каждого человека, ведь уровень и инфицирующие организмы различны, как продолжительность и развитие заболевания, особенность иммунного ответа, а также наличие сопутствующих хронических заболеваний. Как известно при инфузионном лечении вводят внутривенно лекарственные средства, влияющие на сердечно-сосудистую, иммунную, желудочно-кишечную, почечную системы, поэтому жидкость должна быть определенной концентрации и объемом.

В одном исследовании было доказано, что объем жидкость важен, особенно у гемодинамически нестабильных пациентов [1, 2]. В соответствии с недавним большим наблюдательным исследованием [3], доказали, что необходимо определять оптимальный объем жидкости для

оптимизации работы сердца и перфузии тканей. Однако наблюдалась значительная вариабельность объема используемой жидкости для определения реакции: от 4 до 20 мл/кг или от 100 до 1000 мл. Влияние объема жидкости было недавно исследовано группой ученых [16]. Восемидесяти пациентам в течение 5 минут вводили четыре различных объема жидкости (1, 2, 3 и 4 мл/кг кристаллоидов). Измеряли среднее системное давление наполнения, являющееся мерой эффективного внутрисосудистого наполнения независимо от сердечной функции. Было определено, что метод точен, когда исходный уровень улучшался на 14%, т.е. минимальный объем был 4 мл/кг [4]. Необходимо подчеркнуть, что доза жидкостей влияет на величину сердечного выброса (СВ), поэтому определенная доля пациентов будет реагировать на введение жидкости. Различия в объеме вводимой жидкости, необходимом для достижения положительного ответа, большой объем введенной жидкости влечет за собой серьезные последствия, а недостаточный объем не вызовет сердечно-сосудистых заболеваний, но и не улучшит общее состояние пациента. Процессы заболевания динамичны, а их реакция на жидкость со временем изменяется. Жидкость способна повышать внутрисосудистое сопротивление, увеличивать сердечный выброс (СВ), перфузию конечностей и органов, корректировать физиологический дисбаланс. Поэтому после введения жидкости необходимо вести контроль за артериальным давлением, насыщением крови кислородом, лактатом, углекислым газом, кислотно-щелочной составом крови и показатели функции почек.

Необходимо упомянуть об оптимальной скорости, для лиц, реагирующих на изменение жидкости в организме, она играет огромную роль и составляет 30 минут. Так как при быстром введении жидкости увеличится венозный возврат, конечный

диастолический объем правого желудочка. Медленная же скорость инфузии вызовет противоположные эффекты и будет менее эффективна.

Состав и характеристика растворов, применяющихся для инфузионной терапии, различен. Так, несбалансированные кристаллоидные растворы содержат высокие концентрации хлорида натрия (0,9, 0,45, 3% и т.д.) и имеют рН ниже 6,0. Сбалансированные кристаллоидные растворы буферизуются анионами и приближены по концентрации к плазме, но их осмолярность ниже. Исследования показывают, что высокие концентрации хлорида в физиологическом растворе при использовании у пациентов с почечной недостаточностью вызовет сужение почечных сосудов и снижение почечного кровотока и скорости клубочковой фильтрации, возникает гиперхлоремический ацидоз. Следовательно, для увеличения внутрисосудистого объема следует использовать раствор сбалансированных кристаллоидов, а не физиологический раствор.

Коллоиды по сравнению с кристаллоидами более эффективны для увеличения жидкости в сосудистом русле и дольше остаются во внутрисосудистом пространстве, во всех остальных свойствах различий нет. Следовательно, коллоиды должны вводиться только после введения кристаллоидов. Растворы на основе крахмала часто вызывают острое повреждение почек и коагулопатии, чем растворы кристаллоидов [7]. При проведении исследования для обнаружения разницы между желатином и коллоидами показало, что нет никаких различий или, клинически значимых кровотечений, смерти [7]. Однако часто встречаются аллергические реакции при использовании желатина, связанного с мочевиной, чем при применении модифицированного жидкого желатина [8].

При введении раствора человеческого альбумина пациентов с черепно-мозговой травмой (ЧМТ) прогноз реабилитации неблагоприятный. Раньше полагали, что введение альбумина повышает риск летального исхода, но в 2013 г. повторный «Кокрановский мета-анализ» опроверг этот эффект [5].

В другом мета-анализе исследовали влияние альбуминов для увеличения внутрисосудистого объема у пациентов с сепсисом [6]. Однако не было обнаружено никаких доказательств необходимости использования альбумина. Таким образом, нет никаких аргументов в пользу или вред в ведение альбумина, но рассматривать его как средство первоначального выбора без особых показаний к назначению не следует.

Далее, на основании заболеваний, часто встречающихся в реанимации, например, сепсис, обширные абдоминальные операции, травма, острый респираторный дистресс-синдром и остром повреждении почек, будет доказано, что потребуются различная инфузионная терапия.

Осложнением сепсиса является лактоацидоз. Ранее упоминалось, что при введении физиологического раствора 0,9% может возникнуть ятрогенный гиперхлоремический ацидоз [9], а гиперхлоремия вызывает возрастание летальных исходов у пациентов с сепсисом и септическим шоком [10]. Так же не рекомендуется применять гидроксипроксиэтилкрахмалы (ГЭК) у критических больных. Поэтому предпочтительнее применять в качестве начальной реанимации и последующего лечения гемодинамически нестабильных пациентов сбалансированные кристаллоидные растворы и вводить пока гемодинамические показатели продолжают улучшаться. Не стоит забывать про важность альбуминов для пациентов с сепсисом, так как альбумин определяет онкотическое давление плазмы, регулирует гидродинамику, транспортирует молекулы,

стабилизирует гликокаликс, а также имеет антиоксидантный и положительный инотропный эффекты. Поэтому, если гиповолемия не устраняется кристаллоидами, стоит использовать человеческий альбумин.

При остром респираторном дистресс-синдроме (ОРДС) возникает воспалительный отек, легочная гипертензия, ателектаз легких и нарушается газообмен. Пациента подключают к аппарату искусственной вентиляции легких (ИВЛ), вследствие чего внутригрудное давление повысится еще больше и вызовет задержку солей и воды [11]. В перегрузке жидкостью есть преимущества - улучшение гемодинамики и оксигенации, но есть и недостатки – нарушение аэрации легких, летальный исход, поэтому объем вводимой жидкости стоит контролировать. Выбор жидкости при ОРДС тоже сложный. В одном мета-анализе сравнивали эффекты кристаллоидов и коллоидов на пациентов с ОРДС, в нем было проведено три испытания с участием 206 пациентов [12]. Мета-анализ показал, что при введении альбуминов улучшалась оксигенация, но количество выживаемых пациентов не увеличивалось. Таким образом, проводить ИВЛ следует короткими периодами, а тип, продолжительность, доза жидкости должна подбираться согласно этиологии ОРДС (ЧМТ, ожог, инфекция), состоянию дыхательной и сердечно-сосудистой систем, наличию хронических заболеваний.

Абдоминальная операция может быть плановой, когда кишечник пациента предварительно подготавливают, оценивают состояние сердечно-сосудистой системы, и экстренная, после которой больной страдает от внутрисосудистого истощения из-за кишечных и внекишечных потерь.

При подготовке к плановой операции есть противоречия. Некоторым пациентам запрещается пить воду за 2 часа до операции и принимать пищу с

полуночи, что провоцирует обезвоживание, нарушение баланса электролитов, даже при введении корректирующей гидратации. Также вовремя операции и после будет введено около 7 литров жидкости, что увеличит массу тела на 2-7 кг, спровоцирует осложнения. Другие же пациенты, не следующие такому сценарию, имеют недостаток воды всего 2,5% от массы тела. В настоящее время имеется много споров о применении вазопрессина с вводимой жидкостью, потому что такая комбинация, возможно, понизит объем вводимой жидкости. Согласно раннему мета-анализу, посредством использования вазопрессина удалось уменьшить количество желудочных, кишечных и почечных осложнений, но поздние мета-анализы опровергли это, но ни в одном не было представлено данных о послеоперационном управлении инфузионной системой, которые и могли бы определить исход. Лучше всего использовать коллоиды, потому что улучшается микроциркуляторный кровоток, напряжение кислорода в здоровой и поврежденной тканях [13]. Но между физиологичным и сбалансированным кристаллоидным растворами, лучше выбрать второй вариант, так как минерализуются кислотно-щелочные и электролитные нарушения [14].

При травме даже при сильном кровотечении рекомендуют во время реанимации ограничивать восстановление объема жидкости, но в качестве раствора применять стоит кристаллоиды, так как коллоиды не увеличивают процент выживаемости пациентов. Данная рекомендация составлена по анализу состояния пациентов, продолжительности нахождения в больнице и скорости реабилитации.

Инфузионная терапия влияет на иммунную, сердечно-сосудистую, дыхательную, пищеварительную, выделительную системы. Жидкость вводят в организм пациента в основном для повышения среднего системного

давления, которое повысит сердечный выброс (СВ), среднее артериальное давление, микроциркуляторный кровоток, аэробный метаболизм, тем самым улучшая работу органов и систем. Однако не всегда все происходит по этой последовательности. Например, при сепсисе из-за митохондриальной дисфункции, даже при увеличении аэробного метаболизма, гипоксия сохраняется. При сепсисе также часто встречается микрососудистая недостаточность, поэтому даже повышение артериального давления и кровотока, улучшения перфузии тканей не произойдет. В следующем примере количество кислорода увеличилось в кровяном русле, но из-за отека тканей, органы не получают необходимый объем газа. При длительной гипоперфузии, например, при канальцевом некрозе сохраняется острая почечная недостаточность, независимо от устранения острой фазы шока [15].

Необходимо понимать, что инфузионное лечение нужно применять при критическом снижении жидкости в организме и выраженной гипоперфузии тканей. Тем не менее, увеличение внутрисосудистого объема бесполезно при почечном некрозе. Также сердечный выброс и увеличенный диурез не согласованы между собой, а иногда увеличение СВ и кислорода не принесут никаких положительных результатов [16]. В исследовании у одной группы пациентов в критическом состоянии при увеличении ударного объема повысилось кислородонасыщение ткани (56% больных), в другой группе – положительного результата не было [17]. Но это не означает, что этой манипуляции им не стоило делать, так как с помощью повышенного снабжения кислородом пациент не попадал в кислородозависимое состояние. Но даже при нормализации сердечного выброса и оксигенации, количество летальных исходов и осложнений не уменьшалось [16]. Все вышеперечисленное указывает на то, что необходимо более сложные результаты для поиска наилучшего

способа перфузии тканей, а также нужно вести наблюдения за введенной жидкостью с помощью контроля за смешанным и центральным венозным насыщением кислородом. Однако в кислородозависимой зоне и у септических пациентов экстракция кислорода нарушена. При септическом шоке смотрят на биохимические маркеры анаэробного метаболизма, например, лактат, который уменьшится при увеличении подачи кислорода с помощью жидкости, но его изменения происходят медленно. Анаэробный метаболизм можно контролировать путем венозно-артериальной разницы по углекислому газу. Ее уменьшение означает, что сердечный выброс сможет доставить достаточное количество углекислого газа к легким [18].

Необходимо также вести наблюдение за сердечным выбросом, если при введении жидкости, оксигенация не улучшилась. Для оценки СВ не стоит следить за артериальным давлением тонометром, оно не отражает нагрузку жидкостью организма. При измерении артериального пульсового давления бедренным катетером можно получить сравнительно точные данные о сердечном выбросе [19]. Таким образом, у критических пациентов для анализа эффективности инфузионной терапии нужно оценивать сердечный выброс прямым измерением. Сердечный выброс может не увеличиться при введении жидкости, во-первых, объем вводимой жидкости мал, во-вторых, пациент не среагировал на преднагрузку из-за того, что она растворилась в венозной системе. Для того чтобы разобраться с этой проблемой, можно проконтролировать конечный-диастолический объем, но оно может не увеличиться сильно даже при значительной преднагрузке на сердце [20]. Из этого следует, что сердечный выброс увеличится на вводимую жидкость, а венозное давление не повысится, но оно и не является целью введения раствора.

Еще одним риском инфузии является правожелудочковая недостаточность, особенно при остром респираторном дистресс-синдроме. Так как правый желудочек (ПЖ) чувствителен к увеличению постнагрузки, то возникает дилатация ПЖ, которая со временем повлияет на наполняемость левого желудочка (ЛЖ), а в результате этого уменьшится сердечный выброс. Одним из способов подтверждения дисфункции правого желудочка является повышение центрального венозного давления [24]. Таким образом, по величине венозного давления нельзя определить реакцию организма на введенную жидкость, но зато можно определить работу ПЖ.

На данный момент известно, чем больше объем жидкости в организме человека, тем выше риск летального исхода, особенно при критическом состоянии, при остром респираторном дистресс-синдроме (ОРДС), септическом шоке [21]. Ухудшение состояния у таких больных происходит из-за гипоальбуминемии, системного воспаления, неспособности выводить избыток воды через почки, а как следствие жидкость накапливается в интерстициальном пространстве. Самое опасное осложнение - отек легких, преимущественно при ОРДС [21].

При инфузионной терапии всегда происходит гемодиляция. Когда критическим больным вводят 500 мл, то концентрация гемоглобина снижается на 8-10%, вследствие чего уменьшается доставка кислорода к тканям [17]. Таким образом, эти данные показывают, что повышение объема жидкости может оказать пагубное влияние на больного.

Одно из осложнений инфузионного лечения - внутрибрюшная гипертензия (ВБГ), которая вызывает органную дисфункцию, посредством нарушения гемодинамики или перфузии органов [23]. ВБГ встречается у 20--30% критических больных при поступлении в больницу, а у 50-70% пациентов может развиваться во время первых дней нахождения в реанимации. Таким

образом, необходимо следить за внутрибрюшным давлением при введении большого количества жидкости.

Из вышеперечисленного следует, что для лечения пациентов в критическом состоянии или с сепсисом необходимо применять сбалансированные растворы, так как уменьшится вероятность возникновения острого повреждения почек. А физиологический раствор 0,9% актуален для пациентов с гипохлоремическим алкалозом. Положительные функции альбумина все еще под вопросом, но все же оказывают положительное воздействие на пациентов с септическим шоком. Забывать об объеме тоже не стоит, потому что перегрузка жидкостью причиняет вред.

Нужно понимать, что прогресс в инфузионной терапии был достигнут на отказе от идентичных способов и методов лечения. К дополнению, каждый пациент уникален, поэтому подобный метод лечения может быть полезен для одного пациента. А для другого - негативным для деятельности базовых клеток, функциональных свойств другого человек, так как ответ на терапию и течение болезни различно. Необходимо создать четкие рекомендации о лечении пациентов, не реагирующих на инфузионную терапию, о вреде болюсной терапии. Применять для критических пациентов и для больных с сепсисом физиологические, консервативные и гемодинамические стратегии лечения, для улучшения реабилитации.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в инфузионной терапии подход к каждому пациенту должен быть более индивидуальным, в связи с его потребностями, конкретной историей болезни, осложнениями. Персональный подход приведет к более эффективному лечению и динамике. Также инфузионная жидкость может спровоцировать осложнения, поэтому необходимо оценивать пользу и

побочные эффекты инфузионной терапии, так же как и при лечении таблетками. Врач должен принимать собственные решения, для улучшения состояния больного, постоянно сопоставлять побочные эффекты и гемодинамические преимущества для выбора наилучшего терапевтического лечения. В итоге, необходимо провести дальнейшие исследования, чтобы составить протоколы для различных клинических случаев, сделать их более физиологичными для конкретного пациента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, Levy MM, Antonelli M, Ferrer R, et al. Surviving Sepsis campaign: international guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock: 2016. *Intensive Care Med.* 2017; 43; 75-77.
2. Schindler AW, Marx G. Evidence-based fluid management in the ICU. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2016; 29; 63-65.
3. Cecconi M, Hofer C, Teboul JL, Pettila V, Wilkman E, Molnar Z, Della Rocca G, Aldecoa C, Artigas A, Jog S, et al. Fluid challenges in intensive care: the FENICE study: A global inception cohort study. *Intensive Care Med.* 2015; 41(9); 34-37.
4. Aya HD, Rhodes A, Fletcher N, Grounds RM, Cecconi M. Transient stop-flow arm arterial-venous equilibrium pressure measurement: determination of precision of the technique. *J Clin Monit Comput.* 2016; 30(1); 55-61.
5. Perel P, Roberts I, Ker K. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;CD000567
6. Patel A, Laffan MA, Waheed U, Brett SJ. Randomised trials of human albumin for adults with sepsis: systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis of all-cause mortality. *BMJ.* 2014; 54-61.
7. Hartog CS, Vlasakov V, Thomas-Rueddel DO, Rueddel H, Hutagalung R, Reinhart K. Efficacy and safety of gelatin for fluid therapy in hypovolemia: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2011; 15; 46.
8. Hahn RG. Adverse effects of crystalloid and colloid fluids. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2017; 49; 3-8.
9. Mahler SA, Conrad SA, Wang H, Arnold TC. Resuscitation with balanced electrolyte solution prevents hyperchloremic metabolic acidosis in patients with diabetic ketoacidosis. *Am J Emerg Med.* 2011; 29; 67-68.
10. Neyra JA, Canepa-Escaro F, Li X, Manllo J, Adams-Huet B, Yee J, et al. Association of Hyperchloremia with Hospital Mortality in critically ill septic patients. *Crit Care Med.* 2015; 43; 38-44.
11. Koyner JL, Murray PT. Mechanical ventilation and lung-kidney interactions. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2008; 3; 62-70.
12. Uhlig C, Silva PL, Deckert S, Schmitt J, de Abreu MG. Albumin versus crystalloid solutions in patients with the acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2014; 18; 10.
13. Kimberger O, Arnberger M, Brandt S, Plock J, Sigurdsson GH, Kurz A, et al. Goal-directed colloid administration improves the microcirculation of healthy and perianastomotic colon. *Anesthesiology.* 2009; 110; 496-504.
14. Volta CA, Trentini A, Farabegoli L, Manfrinato MC, Alvisi V, Dalocchio F, et al. Effects of two different strategies of fluid administration on inflammatory mediators, plasma electrolytes and acid/base disorders in patients undergoing major abdominal surgery: a randomized double blind study. *J Inflamm.* 2013; 10; 29.
15. Ronco JJ, Fenwick JC, Wiggs BR, Phang PT, Russell JA, Tweeddale MG. Oxygen consumption is independent of increases in oxygen delivery by dobutamine in septic patients who have normal or increased plasma lactate. *Am Rev Respir Dis.* 1993; 147; 25-31.
16. Gattinoni L, Brazzi L, Pelosi P, Latini R, Tognoni G, Pesenti A, et al. A

trial of goal-oriented hemodynamic therapy in critically ill patients. SvO2 Col-laborative Group. *N Engl J Med.* 1995; 333; 25–32.

17. Monnet X, Julien F, Ait-Hamou N, Lequoy M, Gosset C, Jozwiak M, et al. Lactate and venoarterial carbon dioxide difference/arterial-venous oxygen difference ratio, but not central venous oxygen saturation, predict increase in oxygen consumption in fluid responders. *Crit Care Med.* 2013; 41; 12–20.

18. Mekontso-Dessap A, Castelain V, Anguel N, Bahloul M, Schaulvliege F, Richard C, et al. Combination of venoarterial PCO2 difference with arteriovenous O2 content difference to detect anaerobic metabolism in patients. *Intensive Care Med.* 2002; 28; 272–277.

19. Monnet X, Letierce A, Hamzaoui O, Chemla D, Anguel N, Osman D, et al. Arterial pressure allows monitoring the changes in cardiac output induced by volume expansion but not by norepinephrine. *Crit Care Med.* 2011; 39; 94–99.

20. Monnet X, Teboul JL. Transpulmonary thermodilution: advantages and limits. *Crit Care.* 2017; 21; 147

21. Vincent JL, Sakr Y, Sprung CL, Ranieri VM, Reinhart K, Gerlach H, et al. Sepsis in European intensive care units: results of the SOAP study. *Crit Care Med.* 2006; 34; 44–53.

22. Schuster DP, Stark T, Stephenson J, Royal H. Detecting lung injury in patients with pulmonary edema. *Intensive Care Med.* 2002; 28; 46–53.

23. Cordemans C, De Laet I, Van Regenmortel N, Schoonheydt K, Dits H, Huber W, et al. Fluid management in critically ill patients: the role of extravascular lung water, abdominal hypertension, capillary leak, and fluid balance. *Ann Intensive Care.* 2012; 2; 12–16.

24. Vieillard-Baron A, Matthay M, Teboul JL, Bein T, Schultz M, Magder S, et al. Experts' opinion on management of hemodynamics in ARDS patients: focus on

the effects of mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2016; 42; 39–49.

25. Chappell D, Bruegger D, Potzel J, Jacob M, Brettner F, Vogeser M, Conzen P, Becker BF, Rehm M. Hypervolemia increases release of atrial natriuretic peptide and shedding of the endothelial glycocalyx. *Crit Care.* 2014; 18(5); 538.

REFERENS

1. Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, Levy MM, Antonelli M, Ferrer R, et al. Surviving Sepsis campaign: international guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock: 2016. *Intensive Care Med.* 2017; 43; 75–77.

2. Schindler AW, Marx G. Evidence-based fluid management in the ICU. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2016; 29; 63–65.

3. Cecconi M, Hofer C, Teboul JL, Pettila V, Wilkman E, Molnar Z, Della Rocca G, Aldecoa C, Artigas A, Jog S, et al. Fluid challenges in intensive care: the FENICE study: A global inception cohort study. *Intensive Care Med.* 2015; 41(9); 34–37.

4. Aya HD, Rhodes A, Fletcher N, Grounds RM, Cecconi M. Transient stop-flow arm arterial-venous equilibrium pressure measurement: determination of precision of the technique. *J Clin Monit Comput.* 2016; 30(1); 55–61.

5. Perel P, Roberts I, Ker K. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;CD000567

6. Patel A, Laffan MA, Waheed U, Brett SJ. Randomised trials of human albumin for adults with sepsis: systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis of all-cause mortality. *BMJ.* 2014; 54–61.

7. Hartog CS, Vlasakov V, Thomas-Rueddel DO, Rueddel H, Hutagalung R, Reinhart K. Efficacy and safety of gelatin for fluid therapy in hypovolemia: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2011; 15; 46.

8. Hahn RG. Adverse effects of crystalloid and colloid fluids. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2017; 49; 3–8.
9. Mahler SA, Conrad SA, Wang H, Arnold TC. Resuscitation with balanced electrolyte solution prevents hyperchloremic metabolic acidosis in patients with diabetic ketoacidosis. *Am J Emerg Med.* 2011; 29; 67–68.
10. Neyra JA, Canepa-Escaro F, Li X, Manllo J, Adams-Huet B, Yee J, et al. Association of Hyperchloremia with Hospital Mortality in critically ill septic patients. *Crit Care Med.* 2015; 43; 38–44.
11. Koyner JL, Murray PT. Mechanical ventilation and lung-kidney interactions. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2008; 3; 62–70.
12. Uhlig C, Silva PL, Deckert S, Schmitt J, de Abreu MG. Albumin versus crystalloid solutions in patients with the acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2014; 18; 10.
13. Kimberger O, Arnberger M, Brandt S, Plock J, Sigurdsson GH, Kurz A, et al. Goal-directed colloid administration improves the microcirculation of healthy and perianastomotic colon. *Anesthesiology.* 2009; 110; 496–504.
14. Volta CA, Trentini A, Farabegoli L, Manfrinato MC, Alvisi V, Dalocchio F, et al. Effects of two different strategies of fluid administration on inflammatory mediators, plasma electrolytes and acid/base disorders in patients undergoing major abdominal surgery: a randomized double blind study. *J Inflamm.* 2013; 10; 29.
15. Ronco JJ, Fenwick JC, Wiggs BR, Phang PT, Russell JA, Tweeddale MG. Oxygen consumption is independent of increases in oxygen delivery by dobutamine in septic patients who have normal or increased plasma lactate. *Am Rev Respir Dis.* 1993; 147; 25–31.
16. Gattinoni L, Brazzi L, Pelosi P, Latini R, Tognoni G, Pesenti A, et al. A trial of goal-oriented hemodynamic therapy in critically ill patients. SvO₂ Collaborative Group. *N Engl J Med.* 1995; 333; 25–32.
17. Monnet X, Julien F, Ait-Hamou N, Lequoy M, Gosset C, Jozwiak M, et al. Lactate and venoarterial carbon dioxide difference/arterial-venous oxygen difference ratio, but not central venous oxygen saturation, predict increase in oxygen consumption in fluid responders. *Crit Care Med.* 2013; 41; 12–20.
18. Mekontso-Dessap A, Castelain V, Anguel N, Bahloul M, Schauvliege F, Richard C, et al. Combination of venoarterial PCO₂ difference with arteriovenous O₂ content difference to detect anaerobic metabolism in patients. *Intensive Care Med.* 2002; 28; 272–277.
19. Monnet X, Letierce A, Hamzaoui O, Chemla D, Anguel N, Osman D, et al. Arterial pressure allows monitoring the changes in cardiac output induced by volume expansion but not by norepinephrine. *Crit Care Med.* 2011; 39; 94–99.
20. Monnet X, Teboul JL. Transpulmonary thermodilution: advantages and limits. *Crit Care.* 2017; 21; 147
21. Vincent JL, Sakr Y, Sprung CL, Ranieri VM, Reinhart K, Gerlach H, et al. Sepsis in European intensive care units: results of the SOAP study. *Crit Care Med.* 2006; 34; 44–53.
22. Schuster DP, Stark T, Stephenson J, Royal H. Detecting lung injury in patients with pulmonary edema. *Intensive Care Med.* 2002; 28; 46–53.
23. Cordemans C, De Laet I, Van Regenmortel N, Schoonheydt K, Dits H, Huber W, et al. Fluid management in critically ill patients: the role of extravascular lung water, abdominal hypertension, capillary leak, and fluid balance. *Ann Intensive Care.* 2012; 2; 12–16.
24. Vieillard-Baron A, Matthay M, Teboul JL, Bein T, Schultz M, Magder S, et al. Experts' opinion on management of hemodynamics in ARDS patients: focus on the effects of mechanical ventilation. *Intensive Care Med.* 2016; 42; 39–49.
25. Chappell D, Bruegger D, Potzel J, Jacob M, Brettner F, Vogeser M,

Conzen P, Becker BF, Rehm M. Hypervolemia increases release of atrial natriuretic peptide and shedding of the endothelial glycocalyx. Crit Care. 2014; 18(5); 538.

Сведения об авторах:

Вугерничек Анастасия Юрьевна

- Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», г. Донецк
- студентка 3 курса лечебного факультета № 2.
- Адрес: 83087, г. Донецк, пр-т. Трудовых Резервов, д. 20, кв. 25.
- e-mail: vugernicheknastya@bk.ru
- Телефон (для связи): +7(949)3022628.

Колесников Андрей Николаевич

- Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», г. Донецк
- заведующий кафедрой анестезиологии, реаниматологии и неонатологии;
- доктор медицинских наук, профессор.
- e-mail: akolesnikov1972@gmail.com

Герастовский Александр Владимирович

- Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», г. Донецк
- ассистент кафедры анестезиологии, реаниматологии и неонатологии.
- Адрес: пр. Ильича, 16, г. Донецк, 83003.
- e-mail: alexandrdonetsk2018@gmail.com
- Телефон: +7(949)3012922