МЕДИЦИНА НЕВІДКЛАДНИХ СТАНІВ®

УДК 616-001-039.74 DOI: https://doi.org/10.22141/2224-0586.17.3.2021.234798

Ніконов В.В.[1], Лизогуб К.І.[1], Лизогуб М.В.[2]
[1]Харківська медична академія післядипломної освіти МОЗ України, м. Харків, Україна
[2]ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

Інфузійно-трансфузійна терапія: основні аспекти

Резюме. *Правильний вибір стратегії і тактики інфузійної терапії — неодмінна складова успішного ведення пацієнтів у критичному стані. Інфузійна терапія є одним з основних методів підтримки життєво важливих функцій пацієнтів у періопераційному періоді. У практичній діяльності лікаря виникають обґрунтовані сумніви щодо доцільності й безпечності застосування різних розчинів для інфузійної терапії. І те і інше — основоположні принципи проведення інфузійної терапії, і зміни, що відбулися, звичайно ж, потребують осмислення з позицій доказової медицини. Використання збалансованих розчинів кристалоїдів є безпечним, дає клінічний ефект, їх застосування передбачене рекомендаціями British Consensus Guidelines on Intravenous FluidTherapy for Adult Surgical Patients.*

Ключові слова: *інфузійно-трансфузійна терапія; збалансовані розчини кристалоїдів; Плазмовен; гідроксіетилкрохмаль*

Інфузійно-трансфузійна терапія (ІТТ) залишається однією з найбільш широко обговорюваних і актуальних тем. Квінтесенція сучасних практичних рекомендацій з проблем інфузійної терапії, мабуть, міститься у двох міжнародних посібниках British Consensus Guidelines on Intravenous Fluid Therapy for Adult Surgical Patients, розроблених членами BAPEN Medical — a Core Group of BAPEN, the Association for Clinical Biochemistry, the Association of Surgeons of Great Britain and Ireland, the Society of Academic and Research Surgery, the Renal Association and the Intensive Care Society у 2011 р. [1]. Основна мета інфузійної терапії — підтримувати або відновлювати ефективний об'єм циркулюючої крові (ОЦК). Підтримка ефективного об'єму циркулюючої крові й тиску є ключовим компонентом забезпечення адекватної перфузії органів, з уникненням ризиків, пов'язаних з гіпо- або гіперперфузією тканин. Щодо періопераційної інфузійної терапії можна зробити неминучі висновки: як гіпер-, так і гіпогідратація — це неприпустимо, і наші припущення щодо вихідного волемічного статусу пацієнтів можуть бути неправильними [2]. Інфузійно-трансфузійна терапія широко використовується лікарями-анестезіологами в періопераційному періоді, у відділенні інтенсивної терапії, а також на догоспітальному етапі. На сьогодні методи управління інтраопераційним об'ємом внутрішньовенних інфузій, що виходять з узагальнюючих формул, заснованих на масі тіла в одиницю часу й модифікованих залежно від передбачуваної величини хірургічної травми [3], не підтримуються відомими фізіологічними принципами. Численні дослідження показали, що інфузійну терапію необхідно проводити під гемодинамічним моніторингом, що зменшує ускладнення в післяопераційному періоді [4]. Потреба у внутрішньовенній інфузії виникає тоді, коли інші методи поповнення дефіциту рідини (*per os* або через зонд) стають неможливими. Це стосується інтраопераційного періоду й ситуації неможливості ентерального прийому рідини (наприклад, у пацієнтів із шоком або на початкових етапах післяопераційного періоду після великих операцій на органах черевної порожнини) або станів, що супроводжуються нудотою, блюванням або діареєю. Фізіологічний стан пацієнта в цілому й гемодинамічна стабільність зокрема визначають потребу в підтримці серцево-судинної системи, включно з інфузійною терапією і використанням вазоактивних препаратів (вазопресорів, вазодилататорів) та інотропів. Конкретні гемодинамічні цілі включають підтримку адекватного обсягу крові й перфузій-

© «Медицина невідкладних станів» / «Emergency Medicine» («Medicina neotložnyh sostoânij»), 2021
© Видавець Заславський О.Ю. / Publisher Zaslavsky O.Yu., 2021

Для кореспонденції: Ніконов Вадим Володимирович, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри медицини невідкладних станів та медицини катастроф, Харківська медична академія післядипломної освіти, вул. Амосова, 58, м. Харків, 61176, Україна; e-mail: nikonov.vad@gmail.com
For correspondence: Vadym Nikonov, MD, Professor, Head of the Department of emergency medicine and medicine of disasters, Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Amosova st., 58, Kharkiv, 61176, Ukraine; e-mail: nikonov.vad@gmail.com

ного тиску для підтримки серцевого викиду, тканинного кровотоку й адекватної доставки кисню. Ресусцитація зазвичай є першою лінією гемодинамічної підтримки, тому що зниження ефективного об'єму циркулюючої крові найчастіше супроводжує хірургічну травму. Однак рідинна терапія лише побічно впливає на серцеву й судинну функції. Оптимізація доставки кисню і забезпечення видалення метаболічних продуктів потребує комбінації індивідуалізованої інфузійної терапії. Інфузійна терапія безпосередньо збільшує обсяг судинного русла, згодом зазвичай покращує глобальну й регіональну перфузію, підвищує артеріальний тиск, якщо є реакція на переднавантаження, а також доставку кисню й оксигенацію тканин. Однак ці зміни значною мірою залежать від початкового стану серцево-судинної системи [5]. З цієї причини не рекомендується імперативне призначення розчинів або використання вазопресорів без попереднього розуміння серцево-судинного резерву пацієнта. З огляду на ці фізіологічні принципи оптимізація гемодинаміки вимагає, щоб анестезіолог розглянув три конкретних методи лікування для кожного пацієнта:

1) інфузія для корекції дефіциту об'єму циркулюючої крові й доставки кисню;

2) вазопресори й вазодилататори для корекції артеріального тиску й судинного тонусу;

3) інотропна підтримка, коли серцевий викид залишається недостатнім, незважаючи на оптимізацію об'єму [2].

Періопераційна оцінка змін об'єму крові складна, вона вимагає оцінки декількох клінічних і фізіологічних подій, що супроводжують серйозну операцію. Стандартні пристрої гемодинамічного моніторингу не можуть виявити приховану гіповолемію [6], що часто виникає під час операції і сприяє недостатній перфузії тканин і розвитку післяопераційних ускладнень. Тахікардія вважається класичною ознакою гіповолемії, але оцінка внутрішньосудинного об'єму на підставі даних про частоту серцевих скорочень не має достатньої чутливості й специфічності [7]. Періопераційна гіповолемія шкідлива для функції органів, тому що нормальні адаптивні механізми викликають звуження периферичних судин для підтримки кровотоку до серця й мозку, спричиняючи ішемію інших органів і хірургічних тканин. Хірургічні пацієнти мають кілька факторів, що сприяють зниженню ефективного об'єму циркулюючої крові, включно з передопераційним голодуванням, очисними клізмами (інколи — гіпертонічними), анестетиками й вентиляцією з позитивним тиском. Пацієнти, які перебувають під впливом анестезії, часто мають функціональний дефіцит внутрішньосудинного об'єму [8]. З іншого боку, великі обсяги внутрішньовенної рідини можуть викликати ускладнення через утворення набряку тканин. Надмірне введення рідини може порушити легеневу, серцеву, шлунково-кишкову й ниркову функцію, сприяючи розвитку післяопераційних ускладнень, призводячи до більш тривалого одужання [9, 10]. У періопераційному періоді чутливість до проведеної інфузійної терапії найбільш ефективно оцінюється за допомогою динамічних гемодинамічних індексів. Вони повинні бути виміряні в єдиній формі до і одразу ж після початку ІТТ [11]. У даний час використовуються динамічні індекси, що відображають зміни систолічного тиску, пульсового тиску, ударного об'єму й плетизмографічної форми хвилі. Клінічна корисність динамічних параметрів обмежена багатьма поєднаними факторами, які повинні чітко розуміти клініцисти, що використовують їх [12]. Статичні параметри (наприклад, діастолічний діаметр правого або лівого шлуночка), отримані за допомогою черезстравохідної ехокардіографії, не використовуються для прогнозування реакції на об'єм [13]. Хоча динамічні індекси дуже добре підходять для прогнозування реакції на об'єм, може знадобитися вимірювання змін серцевого викиду (ΔCO) або ударного об'єму (ΔSV), щоб гарантувати ефективність і якість проведення ІТТ [14]. Динамічні індекси можуть використовуватися для прогнозування того, коли можна призначити інфузійну терапію і коли її слід припинити. Інфузійну терапію слід припинити, коли пацієнт досягає тієї точки на своїй кривій Франка — Старлінга, після якої подальша об'ємна терапія не збільшує ударний об'єм серця (динамічний індекс < 10 %, ΔSV або ΔCO < 10 %). Неодноразово було показано, що динамічні індекси точно відображають чутливість до рідини й роблять це краще, ніж зазвичай використовувані статичні гемодинамічні парамери. Ці параметри були перевірені й використовуються для керування інфузійною терапією в різних хірургічних пацієнтів, у тому числі у хворих, які перенесли велику абдомінальну [15], нейрохірургічну [16], судинну операцію. Були проведені численні дослідження з оцінки ризиків і переваг конкретних типів рідин і розробки альтернативних рішень щодо відновлення ефективного обсягу кровообігу й покращання мікроциркуляторного кровотоку.

Кінцевими цільовими точками інфузійної терапії у хірургічних хворих є: досягнення ОЦК, відновлення тканинної перфузії, забезпечення адекватного транспорту кисню. У даний час, як вже було сказано, існує кілька генеральних стратегій або режимів інфузійної терапії. Метою ліберальної стратегії є підтримка адекватного ОЦК для забезпечення системного транспорту кисню й відновлення перфузії тканин, що досягається введенням великих обсягів інфузійних середовищ (переважно незбалансованих кристалоїдів). Ця стратегія передбачає агресивне заповнення дефіциту ОЦК, вона заснована на переконанні в тому, що видільна система може компенсувати будь-який надлишок об'єму рідини, а введення будь-якого обсягу інфузійних середовищ є безпечним на відміну від застосування вазопресорів. Використання ліберальної стратегії в хірургії супроводжується переміщенням рідини із судинного сектора. Прямі й непрямі вимірювання ОЦК показали переміщення від 3 до 6 л рідини в інтерстиціальний простір за періопераційний період. На сьогодні ліберальний метод застосовується обмежено. Мета рестриктивної стратегії інфузійної терапії — забезпечення стабільної системної гемодинаміки шляхом швидкого відновлення ОЦК з уникненням надмірного накопичення рідини в інтерстиціальному просторі. Надзвичайно уважно слід ставитись до пацієнтів групи високого ризику. Для оптимізації гемодинаміки й волемічного статусу в таких пацієнтів доцільно використовувати Goal-directed fluid therapy. При цьому інфузійна терапія повинна бути спрямована на досягнення максимального ударного

об'єму при шоку. Застосування інфузійних протоколів, заснованих на обмеженні обсягів інфузійних середовищ, при великих хірургічних втручаннях дозволило: знизити частоту періопераційних ускладнень (кардіопульмональних подій, післяопераційного парезу кишечника), уникнути проведення замісної ниркової терапії, скоротити час загального загоєння післяопераційних ран, у тому числі анастомозів, знизити терміни перебування хворих у відділеннях інтенсивної терапії і стаціонарі, зменшити післяопераційну й госпітальну летальність (Nisanevich V. et al., 2005). Вибір стратегії інфузійної терапії визначається ризиками пацієнта й обсягом хірургічного втручання. При високих ризиках і великих абдомінальних операціях необхідна цілеспрямована або рестриктивна інфузійна терапія. Для заміщення крововтрати при гіповолемії для запобігання розвитку ятрогенних ускладнень у сучасній світовій практиці рекомендується застосовувати плазмаадаптовані збалансовані розчини.

Фізіологічно збалансований розчин повинен (за Zander R., 2006) містити всі електроліти у відповідних плазмі концентраціях, адекватну кількість донаторів резервної лужності (бікарбонат або його попередники), бути ізотонічним. Такий збалансований розчин автоматично коригує будь-який електролітний дисбаланс у всьому позаклітинному секторі організму пацієнта. Перевантаження об'ємом, натрієм і хлоридом вважається в даний час провідною причиною збільшення летальності й подовження термінів госпіталізації [17]. У США щорічно понад 8000 пацієнтів гинуть від набряку легенів, причиною якого, шляхом виключення всіх інших чинників, визнається перевантаження об'ємом [18]. Доведено, що в пацієнтів усього лише з першою стадією ниркового пошкодження періопераційне перевантаження об'ємом призводить до двократного збільшення летальності. Британські рекомендації було піддано оновленню, Pharmacovigilance Risk Assessment Committee of European Medicines Agency (PRAC EMA) висловився проти використання гідроксіетилкрохмалю (ГЕК) в опікових пацієнтів, хворих на сепсис, і пацієнтів, які перебувають у критичному стані, залишивши, по суті, єдине показання до застосування обговорюваного класу лікарських препаратів — «гіповолемія внаслідок гострої масивної крововтрати» [19]. Німецьке товариство з вивчення сепсису (DSG) прокоментувало положення таким чином: «неможливо схвалити цю рекомендацію»; «відсутні дані, які могли б підтвердити безпеку застосування колоїдів для плода, вагітних і годуючих матерів, тому застосування колоїдів в обговорюваної категорії має бути обмежене тільки екстреною ситуацією (клас рекомендації А)». Для ІТТ у палатах інтенсивної терапії слід використовувати збалансовані розчини кристалоїдів [20]. Після аналізу наявних доказів 14 червня 2013 року Комітет з оцінки ризиків фармаконагляду (PRAC) Європейського агентства з лікарських засобів (EMA) дійшов висновку, що застосування розчинів ГЕК необхідно різко обмежити. FDA США рекомендувало не застосовувати продукти ГЕК у пацієнтів у критичному стані або пацієнтів, які мають ниркову дисфункцію [21]. Можливі механізми гострого пошкодження нирок і порушення коагуляції (обидва можуть призвести до летального кінця) можна пояснити таким чином: кілька досліджень *in vitro* показали, що розчини ГЕК негативно впливають на життєздатність клітин проксимальних відділів канальців людини, що може прискорити пошкодження нирок. Точний механізм цієї токсичності залишається невідомим. Встановлено, що розчини ГЕК можуть змінювати коагуляцію, негативно діючи на фактор фон Віллебранда й агрегацію тромбоцитів, що негативно впливає на утворення згустку [22]. Також було висловлено припущення, що після введення препаратів ГЕК відбувається зниження рівнів фактора VIII і пролонгування активованого часткового тромбопластинового часу, і всі ці чинники в сукупності роблять свій внесок у порушення параметрів гемостазу [23], так що тільки 13 % клініцистів у США використовують колоїдну терапію для лікування гіповолемії [24].

Не варто використовувати й ізотонічний розчин NaCl з метою поповнення обсягу в періопераційному періоді. Дане положення також повністю стосується лікування в палатах інтенсивної терапії (клас рекомендації А) [20]. «Фізіологічний» розчин — це 0,9% розчин натрію хлориду. Він не є фізіологічним, тому що містить тільки іони Na^+ і Cl^-, що не відповідає електролітному складу плазми, не містить донаторів резервної лужності, концентрація іонів Cl^- у ньому перевищує фізіологічну концентрацію в плазмі. Використання великих обсягів розчину NaCl загрожує розвитком гіперхлоремічного метаболічного ацидозу, що може призвести до зменшення швидкості клубочкової фільтрації, сечовипускання й системної вазодилатації. 100 % експертів (рідкісний випадок) підтримали заборону на використання фізіологічного розчину. Гіпернатріємія і гіперхлоремія — стани, які важко піддаються лікуванню навіть з використанням замісної ниркової терапії [25]. British consensus guidelines on intravenous fluid therapy for adult surgical patients (GIFTASUP), присвячений інфузійній терапії у хірургічних хворих, зазначив: «...унаслідок ризику розвитку гіперхлоремічного ацидозу при заміщенні втрат рідини або проведенні масивної інфузійної терапії кристалоїдами необхідно використовувати збалансовані розчини, за винятком випадків гіпохлоремії, наприклад, при блюванні або назогастральному дренуванні» [26].

При тяжкому шоку відстрочення відновлення об'єму інфузійної терапії є неприпустимим. Інфузійна ресусцитація при шоку знижує смертність, якщо здійснюється протягом години після потрапляння пацієнта в пункт невідкладної допомоги [27].

На ринку України представлений збалансований кристалоїдний розчин Плазмовен. Цей лікарський засіб є ізотонічним розчином електролітів, у якому концентрації електролітів відповідають їх плазмовим концентраціям. Він застосовується для корекції втрат зовнішньоклітинної рідини (тобто втрати води й електролітів у пропорційній кількості). Метою введення розчину є відновлення й підтримання нормальних осмотичних умов у зовнішньоклітинному й внутрішньоклітинному просторі. Аніонний склад лікарського засобу являє собою збалансовану комбінацію хлоридів, ацетатів і малатів, що запобігає виникненню метаболічного ацидозу [28].

Плазмовен найбільш фізіологічно відповідає складу плазми крові й міжклітинної рідини, препарат збалансований за складом електролітів, що важливо при проведенні інфузійної терапії в пацієнтів у критичному стані [29]. Також до переваг лікарського засобу Плазмовен слід віднести те, що він містить як буферні основи ацетат і малат, які мають низку суттєвих переваг порівняно з іншими аніонами, а саме:

— витрати кисню (O_2) для утворення бікарбонату нижчі при використанні малату (1,5 моль/моль) та ацетату (2 моль/моль), якщо порівняти з лактатом (3 моль/моль). Метаболізм ацетату викликає утворення лише однієї молекули CO_2 на дві молекули O_2 [30];

— ацетат заміщує жири як окиснювальне паливо без впливу на окиснення глюкози. Він є джерелом енергії, що становить 209 ккал/моль. Ацетат і малат метаболізуються у м'язах, у той час як лактат — переважно в печінці. Метаболізм ацетату не змінюється у хворих на цукровий діабет, як не змінюється у таких хворих і рівень глюкози й інсуліну. Цей показник не має відмінностей у людей різних вікових груп. Олужнювальний ефект ацетату проявляється дуже швидко, і порівняно з лактатом ацетат метаболізується значно швидше. Олужнювальний ефект малату значно повільніший, ніж ацетату, що робить саме комбінацію «ацетат + малат» найбільш доцільною для застосування у хворих з тяжким перебігом коронавірусної інфекції, що характеризується метаболічним ацидозом і гіпоксією; важливими є і швидкий, і відстрочений ефекти щодо нормалізації pH крові у цієї категорії пацієнтів.

До недавнього часу лактат як буферна основа був одним з найбільш часто використовуваних компонентів багатьох інфузійних розчинів, зокрема розчину Рінгера лактату (розчину Хартмана). Проте на сьогодні встановлено низку недоліків використання лактату, особливо в пацієнтів з підвищеною його концентрацією в плазмі (лактатацидозом). У процесі основного обміну міокард, м'язи, мозок, слизові оболонки кишечника й еритроцити виробляють за 1 год приблизно 1 ммоль лактату на 1 кг ваги тіла, і більше половини цієї кількості метаболізується в печінці [9, 10]. Метаболічно здорові добровольці, яким болюсно вводили 330 ммоль лактату, демонстрували збільшення споживання кисню майже на 30 %. Близько 20 % лактату, який виробляється в організмі, використовується у процесі глюконеогенезу, а близько 80 % окиснюється.

Лактатацидоз — стан, зумовлений диспропорцією між збільшенням утворення лактату в тканинах і порушенням його метаболізму в печінці [31, 32]. У пацієнтів з вираженою гіпоксією організм не в змозі збільшувати витрати кисню на метаболізм лактату, введеного зовні. Тобто при лактатацидозі розчин Рінгера лактату буде лише посилювати стан уже наявного ацидозу, призводячи до дилюційного ацидозу. Крім того, застосування інфузійних розчинів з лактатом буде перешкоджати використанню його як важливого маркера гіпоксії.

Згідно з останніми настановами (наказ МОЗУ № 722 «Організація надання медичної допомоги хворим на коронавірусну хворобу (COVID-19)») рекомендовано віддавати перевагу використанню буферних/збалансованих кристалоїдних розчинів над незбалансованими (0,9% NaCl) для реанімації пацієнтів з COVID-19 і шоком. Лише в разі обмеженого доступу до буферних розчинів 0,9% NaCl залишається раціональною альтернативою [33].

Крім того, COVID-19 характеризується суттєвим зниженням рівня малатів, які, за результатами останніх досліджень, навіть пропонуються до розгляду як прогностичний маркер негативного розвитку коронавірусної інфекції [34]. Як уже відомо з останніх публікацій, у більшості пацієнтів з COVID-19 при тяжкому перебігу захворювання відзначали лактатацидоз, гіпоксію, патологічні зміни багатьох органів і систем організму [35]. Крім того, до тяжкого перебігу COVID-19 більш схильні пацієнти літнього віку, особливо ті, які мають супутню патологію, зокрема декомпенсований перебіг цукрового діабету, пацієнти з хронічними захворюваннями печінки, нирок, хронічними серцево-судинними захворюваннями тощо [36].

Застосування збалансованих кристалоїдних розчинів, прикладом яких є Плазмовен, може сприяти мінімізації загрози набряку тканин, стабілізації кислотно-лужного стану (ацетат і малат метаболізуються протягом 11,5 год), забезпечує мінімальні витрати кисню в процесі корекції метаболічного ацидозу, демонструє антигіпоксичні властивості, оскільки ацетат і малат є енергетичними субстратами циклу Кребса, має дезінтоксикаційну й антиоксидантну дію завдяки тому, що малат є субстратом орнітинового циклу сечовини (бере участь у зв'язуванні аміаку в м'язовій тканині) і збільшує біодоступність сукцинату, сприяє зниженню ступеня структурних пошкоджень органів-мішеней.

Конфлікт інтересів. Не заявлений.

Список літератури

1. Powell-Tuck J., Gosling P., Lobo D.N. et al. British Consensus Guidelines on Intravenous Fluid Therapy for Adult Surgical Patients. GIFTASUP. 2011. http://www.bapen.org.uk/pdfs/bapen_pubs/giftasup.pdf

2. Camacho Navarro L.H., Bloomstone J.A., Costa Auler J.O. Jr, Cannesson M., Rocca G.D., Gan T.J., Kinsky M., Magder S., Miller T.E., Mythen M., Perel A., Reuter D.A., Pinsky M.R., Kramer G.C. Perioperative fluid therapy: a statement from the international Fluid Optimization Group. Perioper. Med. (Lond). 2015 Apr 10. Vol. 4. Article № 3. Doi: 10.1186/s13741-015-0014-z.

3. Kaye A.D., Riopelle J.M. Intravascular fluid and electrolyte physiology. Miller's Anesthesia. 7th ed. Missouri: Churchill Livingstone, 2009. P. 1705-37.

4. Hamilton M.A., Cecconi M., Rhodes A. A systematic review and meta-analysis on the use of preemptive hemodynamic intervention to improve postoperative outcomes in moderate and high-risk surgical patients. Anesth. Analg. 2011. 112. 1392-402.

5. Chawla L.S., Ince C., Chappell D., Gan T.J., Kellum J.A., Mythen M. et al. Vascular content, tone, integrity, and haemodynamics for guiding fluid therapy: a conceptual approach. Br. J. Anaesth. 2014. 113. 748-55.

6. Junghans T., Neuss H., Strohauer M., Raue W., Haase O., Schink T. et al. Hypovolemia after traditional preoperative care in patients undergoing colonic surgery is underrepresented in conventional hemodynamic monitoring. Int. J. Colorectal. Dis. 2006. 21. 693-7.

7. Holte K., Kehlet H. Fluid therapy and surgical outcomes in elective surgery: a need for reassessment of fast-track surgery. J. Am. Coll. Surg. 2006. 202. 971-89.

8. Bundgaard-Nielsen M., Jorgensen C.C., Secher N.H., Kehlet H. Functional intravascular volume deficit in patients before surgery. Acta Anaesthesiol. Scand. 2010. 54. 464-9.

9. Nessim C., Sidéris L., Turcotte S., Vafiadis P., Lapostole A.C., Simard S. et al. The effect of fluid overload in the presence of an epidural on the strength of colonic anastomoses. J. Surg. Res. 2013. 183. 567-73.

10. Kulemann B., Timme S., Seifert G., Holzner P.A., Glatz T., Sick O. et al. Intraoperative crystalloid overload leads to substantial inflammatory infiltration of intestinal anastomoses — a histomorphological analysis. Surgery. 2013. 154. 596-603.

11. Auler J.O. Jr, Galas F., Hajjar L., Santos L., Carvalho T., Michard F. Online monitoring of pulse pressure variation to guide fluid therapy after cardiac surgery. Anesth. Analg. 2008. 106. 1201-6.

12. de Waal E.E., Rex S., Kruitwagen C.L., Kalkman C.J., Buhre W.F. Dynamic preload indicators fail to predict fluid responsiveness in open-chest conditions. Crit. Care Med. 2009. 37. 510-5.

13. Marik P.E., Cavallazzi R., Vasu T., Hirani A. Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a systematic review of the literature. Crit. Care Med. 2009. 37. 2642-7.

14. Kehlet H., Bundgaard-Nielsen M. Goal-directed perioperative fluid management. Anesthesiology. 2009. 110. 453-5.

15. Hood J.A., Wilson R.J.T. Pleth variability index to predict fluid responsiveness in colorectal surgery. Anesth. Analg. 2011. 113. 1058-63.

16. Deflandre E., Bonhomme V., Hans P. Delta down compared with delta pulse pressure as an indicator of volaemia during intracranial surgery. Br. J. Anaesth. 2007. 100. 245-50.

17. Lobo D.N., Macafee D.A., Allison S.P. How perioperative fluid balance influences postoperative outcomes. Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol. 2006. Vol. 20. P. 439-455.

18. Wang N., Jiang L., Zhu B. et al. Fluid balance and mortality in critically ill patients with acute kidney injury: a multicenter prospective epidemiological study. Crit. Care. 2015. Vol. 19. P. 371-384.

19. Hydroxyethyl-starch solutions (HES) no longer to be used in patients with sepsis or burn injuries or in critically ill patients. EMA. 2013. 809470.

20. Marx G., Schindler A.W., Mosch C. et al. Intravascular volume therapy in adults. Eur. J. Anaesthesiol. 2016. Vol. 33. P. 1-34.

21. Food and Drug Administration. 2013. FDA Safety Communication: Boxed Warning on Increased Mortality and Severe Renal Injury, and Additional Warning on Risk of Bleeding, for Use of Hydroxyethyl Starch Solutions in Some Settings.

22. Neuhaus W., Schick M.A., Bruno R.R. The effects of colloid solutions on renal proximal tubular cells in vitro. Anesth. Analg. 2012. 114. 371-374.

23. Reitsma S., Slaaf DW, Vink H., van Zandvoort MA, oude Egbrink MG The endothelial glycocalyx: composition, functions, and visualization. Pflugers Arch. 2007. 454. 345-359.

24. Finfer S., Liu B., Taylor C., Bellomo R., Billot L., Cook D. et al. Resuscitation fluid use in critically ill adults: an international cross-sectional study in 391 intensive care units. Crit. Care. 2010. 14. R185.

25. 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. P. 821-829.

26. British consensus guidelines on intravenous fluid therapy for adult surgical patients (GIFTASUP). Cassandra's view. Anaesthesia. 2009. 64. P. 235-238. doi: 10.1111/j.1365-2044.2009.05886_1.x.

27. Carcillo J.A., Tasker R.C. Fluid resuscitation of hypovolemic shock: acute medicine's great triumph for children. Intensive Care Med. 2006 Jul. 32(7). 958-61. doi: 10.1007/s00134-006-0189-3.

28. https://compendium.com.ua/dec/355741/

29. Alhazzani W. et al. Surviving Sepsis Campaign: guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Published: 28 March 2020.

30. Scott C., Kemp R. Direct and indirect calorimetry of lactate oxidation: Implications for whole-body energy expenditure. Journal of Sports Sciences. 2005. 23(1). 15-9.

31. Jeppesen J.B. et al. Lactate metabolism in chronic liver disease. Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation. 2013. 73(4). P. 293-299.

32. Levraut J., Ciebiera J.P., Chave S. et al. Mild Hyperlactatemia in Stable Septic Patients Is Due to Impaired Lactate Clearance Rather Than Overproduction. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 1998. 157(4). 1021-1026.

33. Голубовська О.А., Дубров С.О. та ін. Стандарти медичної допомоги «Коронавірусна хвороба (COVID-19)». Наказ МОЗ України від 28.03.2020 № 722 «Організація надання медичної допомоги хворим на коронавірусну хворобу (COVID-19)».

34. Di W., Ting Sh., Xiaobo Y. et al. Plasma Metabolomic and Lipidomic Alterations Associated with COVID-19. MedRviX. 21.04.2020.

35. Chen N., Zhou M., Dong X. et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. The Lancet. 2020. 395(10223). 507-13.

36. CDC, 2020. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). People who are at higher risk. Page last reviewed: March 22, 2020. Accessible from: https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/specific-groups/people-at-higher-risk.html. Last assessed: 24.03.2020.

Отримано/Received 09.02.2021
Рецензовано/Revised 23.02.2021
Прийнято до друку/Accepted 26.02.2021

V.V. Nikonov[1], K.I. Lyzohub[1], M.V. Lyzohub[2]
[1]Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education of the Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
[2]State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

Infusion and transfusion therapy: main aspects

Abstract. The adequate choice of strategy for infusion therapy is an essential component of successful management of critically ill patients. Infusion therapy is one of the main methods of maintaining vital functions of patients in the perioperative period. In the practice of a doctor, there are reasonable doubts about the feasibility and safety of various solutions for infusion therapy. Both are fundamental principles of infusion therapy, and the changes that have taken place, of course, need to be understood from the standpoint of evidence-based medicine. Balanced crystalloid solutions were safe and clinically effective, their use is provided by the British Consensus Guidelines on Intravenous Fluid Therapy for Adult Surgical Patients.

Keywords: infusion-transfusion therapy; balanced crystalloid solutions; Plasmoven; hydroxyethyl starch