

КОМПАРАТИВНЫЙ АНАЛИЗ КИНЕТИКИ ЭЛЕКТРОЛИТНОГО СОСТАВА КРОВИ БОЛЬНЫХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗНОПЛАНОВОГО ПЕРИОПЕРАЦИОННОГО ЖИДКОСТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE KINETICS OF THE ELECTROLYTE COMPOSITION OF THE BLOOD OF PATIENTS DURING IMPLEMENTATION OF DIVERSE PERIOPERATIVE FLUID SUPPLY

Гирш А.О. Girsh A.O.
Евсеев А.В. Evseev A.V.
Степанов С.С. Stepanov S.S.
Коржук М.С. Korzhuk M.S.
Черненко С.В. Chernenko S.V.
Чумаков П.А. Chumakov P.A.
Стуканов М.М. Stukanov M.M.
Клементьев А.В. Klementyev A.V.

РФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России,
БУЗОО «Клинический медико-хирургический центр
Министерства здравоохранения Омской области»,
г. Омск, Россия

Omsk State Medical University,
Clinical Medical-Surgical Center,
Omsk, Russia

Цель – компаративный анализ кинетики электролитного состава крови больных при реализации разнопланового периоперационного жидкостного обеспечения и его инспирация на показатели гемостаза для лоцирования наилучшей модели волемической коррекции.

Материалы и методы. В проспективное рандомизированное клиническое изыскание было включено 80 пациентов, распределенных на группы I и II. В группе I (40 человек) периоперационное жидкостное обеспечение осуществлялась раствором Рингера, а в группе II (40 человек) – стерофундином изотоническим. Определяли экспоненты ионного состава и свертывающей системы крови, с последующим их статистическим матированием.

Результаты. Реализованное периоперационное жидкостное введение у пациентов группы I, по сравнению с больными группы II, не только влекло за собой подлинное снижение магния, активированного частичного тромбопластинового времени и международного нормализованного отношения, но и содействовало устойчивому увеличению хлора, кальция ионизированного и фибриногена. У пациентов группы I, в отличие от больных группы II, корреляционный анализ зафиксировал аподиктическую ассоциацию ионизированного кальция и активированного частичного тромбопластинового времени.

Выводы: Использование в схеме периоперационного жидкостного обеспечения раствора Рингера вызывает у пациентов увеличение содержания в плазме Cl^- , инициирующего развитие метаболического ацидоза, который, в свою очередь, обуславливает снижение Mg^{2+} и повышение Ca^{2+} в крови, являющихся ответственными за возрастание гемостатического потенциала крови. Применение стерофундина изотонического в периоперационной волемической коррекции не оказывает значимой порицательной инициации на экс-

Objective – a comparative analysis of the kinetics of the electrolyte composition of the blood of patients, when implementing a diverse perioperative fluid supply, and its inspiration for hemostasis indicators for locating the best model of volemic correction.

Materials and methods. A prospective randomized clinical examination included 80 patients assigned to groups I and II. In the group I (40 people), perioperative fluid provision was performed with Ringer's solution, and in the group II (40 people) – with sterofundin isotonic. Exponents of ionic composition and blood coagulation system were determined, followed by their statistical matting.

Results. The implemented perioperative fluid administration in patients of the group I, compared with patients of the group II, entailed not only a genuine decrease in magnesium, activated partial thromboplastin time and international normalized ratio, but also contributed to a steady increase in chlorine, calcium ionized and fibrinogen. The correlation analysis recorded an apodictic association of ionized calcium and activated partial thromboplastin time in the group I.

Conclusion. The use of the Ringer solution in the perioperative fluid supply scheme causes an increase in the plasma content of Cl^- , which initiates the development of metabolic acidosis, which, in turn, causes a decrease in Mg^{2+} and an increase in Ca^{2+} in the blood, which is responsible for increasing the hemostatic potential of blood. Use of isotonic sterofundine in perioperative volemic correction does not have significant negative initiation on exponents of hemostasis, electrolyte and acid-alkaline blood composition.

Для цитирования: Гирш А.О., Евсеев А.В., Степанов С.С., Коржук М.С., Черненко С.В., Чумаков П.А., Стуканов М.М., Клементьев А.В. КОМПАРАТИВНЫЙ АНАЛИЗ КИНЕТИКИ ЭЛЕКТРОЛИТНОГО СОСТАВА КРОВИ БОЛЬНЫХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗНОПЛАНОВОГО ПЕРИОПЕРАЦИОННОГО ЖИДКОСТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2021. № 4, С. 38-45.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/365>

DOI: 10.24412/1819-1495-2021-4-38-45

поненты гемостаза, электролитного и кислотно-щелочного состава крови.

Ключевые слова: электролитный состав крови; гемостаз; статистический анализ.

Key words: electrolyte blood composition; hemostasis; statistical analysis.

Одной из задач планового перооперационного жидкостного обеспечения является сохранение нормального электролитного состава сосудистого и внесосудистого секторов [1]. Решение этой задачи возможно только при использовании полиионных кристаллоидных растворов [2, 3]. Однако на сегодняшний день не имеется доказательств о преимуществе какого-либо полиионного кристаллоидного раствора, используемого в программе планового перооперационного жидкостного обеспечения. Нерешенной проблемой является и то, что до сих пор достоверно не определен кристаллоидный раствор, который при использовании в программе перооперационной жидкостной поддержки у больных при плановых хирургических вмешательствах не порождает порицательных сдвигов исходно не компенсированного электролитного состава плазмы крови. Открытым остается вопрос и о направленности инспирации электролитного состава крови на показатели плазменного гемостаза у больных при гетерогенном перооперационном жидкостном обеспечении.

В этой связи **целью настоящего исследования** был компаративный анализ кинетики электролитного состава крови больных при реализации разнопланового перооперационного жидкостного обеспечения и его инспирации на показатели гемостаза для лоцирования наилучшей модели волемической коррекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клиническое изыскание, носившее характер открытого проспективного когортного рандомизированного (методом конвертов) было включено 80 пациентов (средний возраст 66,6 (53; 79) года), которым проводилось плановое оперативное лечение для тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. Критериями включения в исследование были: 1) госпитализация в лечебное учреждение в пла-

новом порядке; 2) возраст пациентов от 40 до 80 лет; 3) коксартроз с болевым синдромом, не купируемый консервативной терапией, в анамнезе болезни, приводящий к функциональной недостаточности 3-й степени; 4) наличие абсолютных показаний к оперативному лечению; 5) отсутствие показаний к предоперационной волемической коррекции; 6) анестезиологический риск не более III класса по шкале американского общества анестезиологов (ASA). Условиями исключения из изыскания были: 1) анестезиологический риск не более класса III по шкале ASA, 2) лечение гормональными препаратами; 3) онкологические заболевания; 4) хроническая гипергликемия; 5) наличие противопоказаний для проведения спинально-эпидуральной анестезии; 6) несуществование данных для введения компонентов крови в перооперационном периоде.

Все пациенты были распределены на две группы в зависимости от проводимой схемы перооперационного жидкостного обеспечения, которая в группе I (40 человек) осуществлялась раствором Рингера, а в группе II (40 человек) — стерофундином изотоническим. Масса тела пациентов группы I была 88 (45; 100) кг, II — 85 (53; 100) кг. У всех наблюдаемых пациентов имелась сопутствующая хроническая патология, поэтому анестезиологический риск соответствовал классу II и III по шкале ASA. До оперативного лечения всем пациентам осуществляли антибиотикопрофилактику цефалоспоридами первого поколения в дозе 1,5 (1; 2) грамма однократно.

До операции жидкостное обеспечение пациентам группы I и II не проводилось. Объем (9 мл/кг/час) интраоперационного волемического обеспечения рассчитывался на основании данных, рекомендованных для оперативных вмешательств большого объема [1]. В этой связи объем интраоперационного волемического обеспечения в группе I составил 1445 (1400; 1500) мл, а в

группе II — 1439 (1300; 1500) мл. Волемическое обеспечение у всех пациентов происходило через катетер вазофикс церто («В. Braun», Германия) диаметром 16 или 18 G, установленный в периферической вене в операционной, непосредственно перед выполнением спинально-эпидуральной анестезии, которая выполнялась с помощью набора эпокан («В. Braun», Германия). В качестве анестетика использовали раствор ропивакаина («Fresenius Kabi», Германия) в дозе 13,8 (10; 17,5) мг. После введения анестетика в спинномозговой канал высота сенсорной блокады достигала 10-12 грудных позвонков. Ее выраженность оценивали с помощью теста «pin prick» и холодной пробы. У всех пациентов отмечалось отсутствие каких-либо ощущений при покалывании кожи иглой и на том же уровне пропадала чувствительность к холоду. Моторная блокада у всех пациентов соответствовала 3 баллам по шкале Bromage. Выраженность боли в течение всего периода наблюдения у пациентов группы I и II составляла не более 2 баллов по вербальной рейтинговой шкале, а по визуальной аналоговой шкале констатировалось ее полное отсутствие. Время операции, которая осуществлялась после начала анестезии, составило в группе I 65,3 (55; 90) минуты, а группы II — 64,7 (57; 89) минуты. Общий объем интраоперационной кровопотери у пациентов группы I компилировал в объеме 520 (450; 650) мл, а группы II — 530 (450; 670) мл.

После окончания операции все пациенты поступали в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), где им экстраполировали жидкостное возмещение и начинали антикоагулянтное лечение. Обезболивание осуществляли с помощью продленного эпидурального введения раствора ропивакаина («Fresenius Kabi», Германия) посредством шприцевого насоса Space («В. Braun», Германия) со скоростью 4 (2; 6) мл/час в соче-

тании с внутримышечным введением ненаркотических анальгетиков. Объем жидкостного обеспечения в ОРИТ, который определялся на основании показателей центральной гемодинамики и лабораторных данных, у пациентов в группе I составил 1850 (1500; 2000) мл, а в группе II – 1900 (1500, 2500) мл. Диурез за время пребывания в ОРИТ в группе I составил 1400 (1300; 1500) мл, во II – 1450 (1300; 1600) мл. Общий объем постоперационной кровопотери в группе I составил 200 (150; 300) мл, во II – 250 (200; 350) мл. Длительность лечения пациентов группы I в ОРИТ составила 16,3 (14; 18) часа, во II – 16,2 (14; 18) часа, после чего пациенты были переведены в профильное ортопедическое отделение, где была продолжена симптоматическая терапия, а также назначено сочетанное (внутривенное и пероральное) потребление жидкости.

Объем внутривенного жидкостного обеспечения на вторые сутки постоперационного периода у пациентов группы I составил 1400 (1000; 2000) мл, а группы II – 1500 (1000, 2000) мл. В это же время диурез у пациентов группы I – 1200 (1000; 1300) мл, а во II – 1250 (1100; 1300) мл.

Начиная с третьих суток послеоперационного периода всем пациентам прекращена волеическая коррекция и назначено только пероральное потребление жидкости. Фотометром Stat Fax 3300 («Awareness Technology», США) определяли содержание в плазме венозной крови калия (K^+ , ммоль/л), натрия (Na^+ , ммоль/л), хлора (Cl^- , ммоль/л), кальция ионизированного (Ca^{2+} , ммоль/л) и магния (Mg^{2+} , ммоль/л). Коагулометром Sysmex CA-560 («Sysmex», Япония) оценивали показатели коагуляционного гемостаза – активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ, сек), международное нормализованное отношение (МНО, у.е.) и фибриноген (г/л). Газоанализатором Easy Blood Gas («Medica corporation», США) определяли дефицит / избыток оснований во внеклеточной жидкости (BE_{ecf} , ммоль/л), а также дефицит / избыток основа-

ний (BE_b , ммоль/л) в венозной крови и ее pH (у.е.). Исследования проводили до начала жидкостного обеспечения и оперативного лечения, а также через 12, 24, 48 и 72 часа после операции.

Статистический анализ результатов исследования проведен с использованием программы Statistica 8.0 (StatSoft, USA). Предварительная оценка основных статистик для определения методов проверки статистических гипотез проводилась с помощью критериев Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка. Так как для сравниваемых вариационных рядов не соблюдалось правило нормального распределения значений и не было равенства их дисперсий, то использовали методы ранговой (непараметрической) статистики. Для парного сравнения пациентов изучаемых групп использовались критерии Манна–Уитни (независимые выборки) и Вилкоксона (зависимые выборки). Соответственно множественное сравнение (более двух) осуществляли с помощью модификаций дисперсионного анализа для ранговой статистики (ANOVA Краскела–Уоллеса и Фридмана). Связи между независимыми переменными выявляли с помощью парного корреляционного анализа по Спирмену (непараметрический метод). В иллюстрирующих графиках основные статистики были представлены в виде медианы (Me, показатель центральной тенденции), как нижний и верхний квартили (LQ ; UQ , показатели разброса). Во всех случаях нулевая гипотеза отвергалась, а альтернативная принималась при уровне статистической значимости $p < 0,05$. В нашем исследовании мощность была на уровне около 0,8, что достаточно для оценки полученных количественных результатов [4].

Исследование проводилось с разрешения локального биоэтического комитета БУЗОО Клинический медико-хирургический центр, а также всех его участников (на основании добровольного информированного согласия) и соответствовало этическим стандартам, разработанным на основе Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы

проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Материализованный у больных групп I и II до начала операции и жидкостного обеспечения сравнительный анализ не идентифицировал фактичность дифференсов между экспонентами электролитного (рис. 1) и кислотно-щелочного (рис. 2a-2c) составов, а также гемостаза (рис. 2d-2f), что, в свою очередь, констатировало аутентичность когорт, участвующих в исследовании. Однако реализуемое у пациентов групп I и II периоперационное жидкостное обеспечение обуславливало, по итогам межгруппового сравнительного анализа, разнонаправленную кинетику Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} и практически однонаправленную K^+ и Na^+ (рис. 1a и 1c). В частности, парное сравнение с данными до начала жидкостного обеспечения и оперативного лечения и множественное сравнение между сроками в каждой группе раскрыли истинные перемены у пациентов I и II групп по содержанию Na^+ в плазме крови (рис. 1a). Также у пациентов группы II, по сравнению с группой I, в двух исследовательских точках фиксировалась заслуживающая доверия разница по содержанию Na^+ в плазме крови (рис. 1a). В свою очередь, множественное сравнение между сроками в каждой группе, в отличие от межгруппового и парного сравнений, обнаружило у пациентов групп I и II заслуживающее доверия снижение K^+ в плазме (рис. 1c), что, в свою очередь, было, вероятно, связано с эксклюзивностью послеоперационного процесса у больных после перенесенных обширных и травматичных хирургических вмешательств [5].

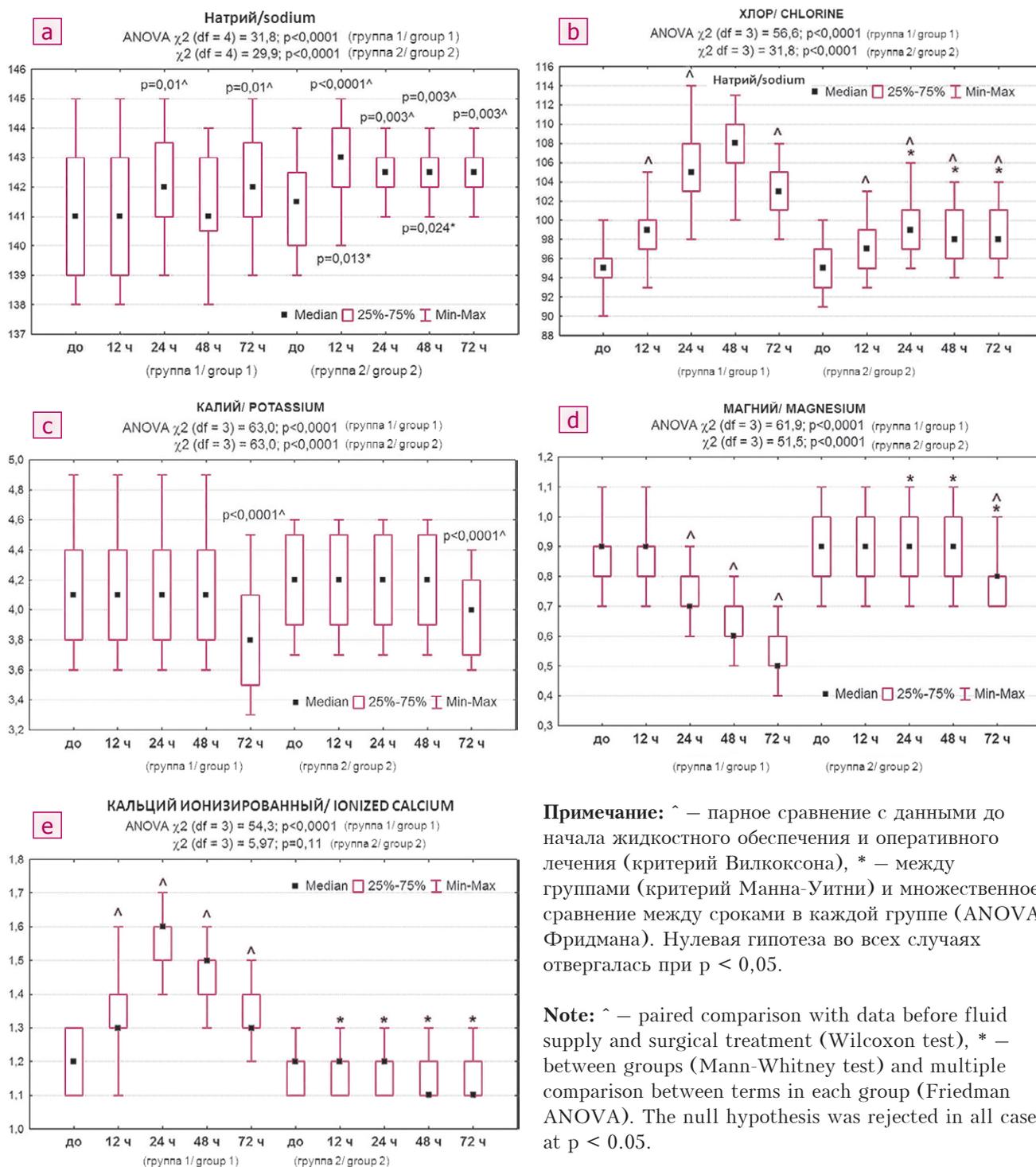
Также через 12 часов у пациентов группы I, в отличие от группы II, констатировали устойчивое увеличение содержание Cl^- (рис. 1b), которое было, вероятно, обусловлено введением в сосудистое русло пациентов раствора, имеющего ауг-

Рисунок 1

Показатели электролитного состава венозной крови пациентов группы I и II: содержание натрия (а), хлора (b), калия (с), магния (d), кальция ионизированного (е)

Figure 1

Indicators of the electrolyte composition of the venous blood of patients of groups I and II: content of sodium (a), chlorine (b), potassium (c), magnesium (d), ionized calcium (e)



Примечание: ^ – парное сравнение с данными до начала жидкостного обеспечения и оперативного лечения (критерий Вилкоксона), * – между группами (критерий Манна-Уитни) и множественное сравнение между сроками в каждой группе (ANOVA Фридмана). Нулевая гипотеза во всех случаях отвергалась при $p < 0,05$.

Note: ^ – paired comparison with data before fluid supply and surgical treatment (Wilcoxon test), * – between groups (Mann-Whitney test) and multiple comparison between terms in each group (Friedman ANOVA). The null hypothesis was rejected in all cases at $p < 0.05$.

ментированное содержание Cl [2]. Это констатировали парный и множественный сравнительный анализы (рис. 1b). Именно эскалация Cl в плазме крови больных является ответственной за развитие порицательных метаболических из-

менений [6, 7]. Действительно, параллельно аугментации Cl в плазме (рис. 1b) у пациентов группы I, по сравнению с группой II, фиксировалось подлинное развитие метаболического ацидоза (рис. 2a-2c). Известно, что эволюция ги-

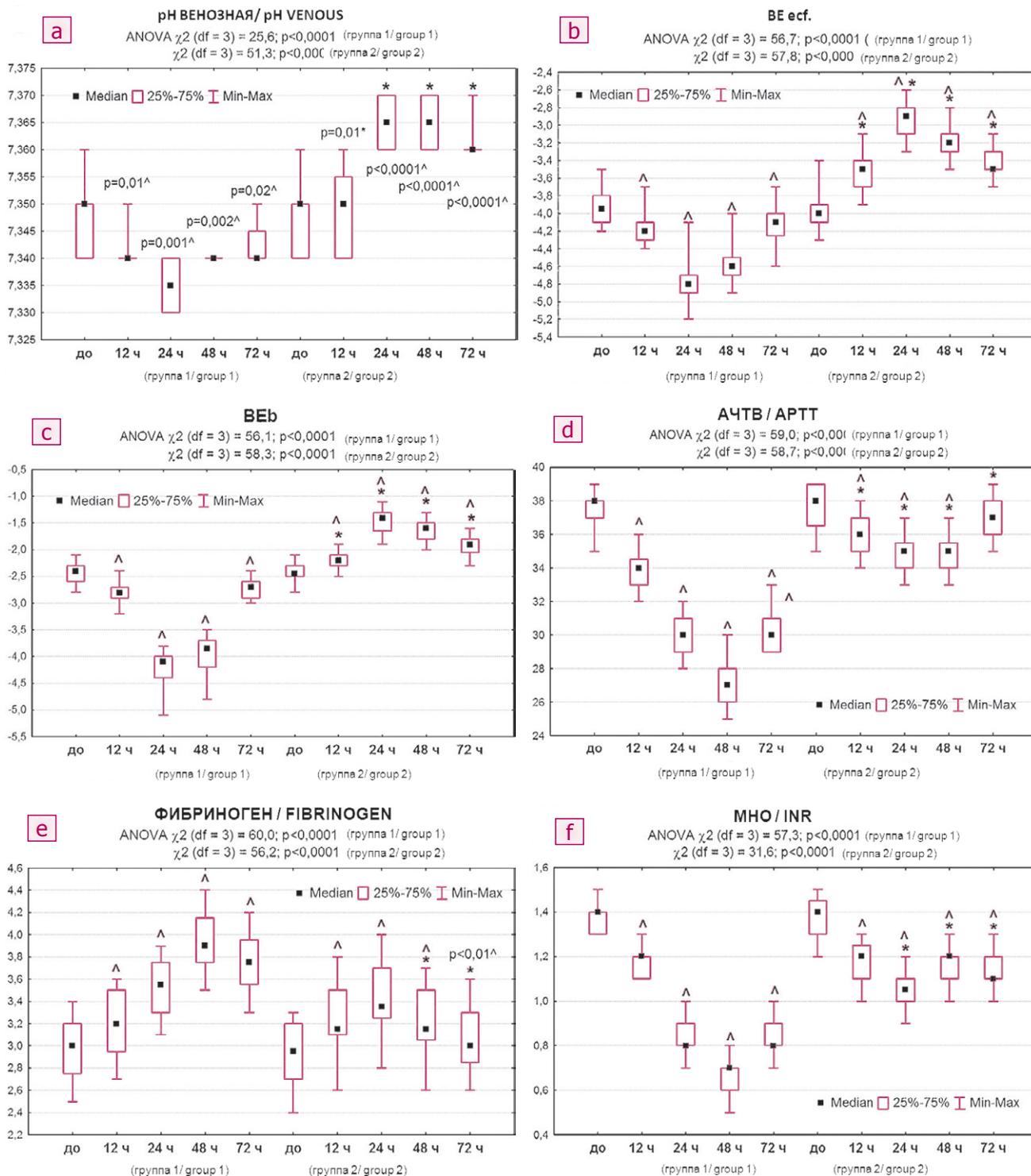
перхлоремического метаболического ацидоза прочно связана с эскалацией Cl в плазме крови больных [8-10] как следствие использования в программе инфузионной терапии несбалансированных растворов [2, 3]. Истинную апофатиче-

Рисунок 2

Показатели гемостаза и кислотно-щелочного состава венозной крови пациентов группы I и II: фибриноген (а), АЧТВ (b), BE ecf. (c), BEb (d), МНО (e), pH (f)

Figure 2

Indicators of hemostasis and acid-base composition of venous blood in patients of groups I and II: fibrinogen (a), APTT (b), BE ecf. (c), BEb (d), INR (e), pH (f)



Примечание: ^ – парное сравнение с данными до начала жидкостного обеспечения и оперативного лечения (критерий Вилкоксона), * – между группами (критерий Манна-Уитни) и множественное сравнение между сроками в каждой группе (ANOVAФридмана). Нулевая гипотеза во всех случаях отвергалась при $p < 0,05$.

Note: ^ – paired comparison with data before fluid supply and surgical treatment (Wilcoxon test), * – between groups (Mann-Whitney test) and multiple comparison between terms in each group (Friedman ANOVA). The null hypothesis was rejected in all cases at $p < 0.05$.

скую кинетику рН (v), ВЕ еcf. и ВЕb у больных группы I, по отношению к идентичным показателям пациентов группы II, фиксировал и межгрупповой сравнительный анализ (рис. 2а-2с). Аподиктичность отношений повышенного содержания Cl⁻ и гиперхлоремического метаболического ацидоза у больных группы I констатировал и корреляционный анализ, который зафиксировал существование устойчивых отношений между Cl⁻ и ВЕ еcf. ($r = -0,54$ через 12 часов после операции; $r = -0,38$ через 24 часа после операции; $r = -0,36$ через 48 часов после операции; $r = -0,35$ через 72 часа после операции). Синхронно у пациентов группы I констатировались аподиктические связи между рН (v) и ВЕb ($r = 0,33$ через 24 часа после операции; $r = 0,35$ через 48 часов после операции; $r = 0,42$ через 72 часа после операции), что, в свою очередь, свидетельствовало о тесной ассоциации Cl⁻ с экспонентами кислотно-щелочного состояния и их симультанной кинетике.

Немаловажным было то, что у пациентов группы I, по сравнению с группой II, уже через 24 часа протоколировалось устойчивое снижение содержания Mg²⁺ в плазме крови (рис. 1d). Отрицательную динамику содержания Mg²⁺ в плазме крови у пациентов группы I подтверждали и данные парного и множественного сравнений (рис. 1d). Снижение содержания Mg²⁺ в плазме крови у пациентов группы I, вероятно, было связано как с особенностью течения раннего послеоперационного периода при обширных и травматичных хирургических вмешательствах [5], так и отсутствием содержания данного электролита в составе раствора Рингера [3]. Более того, снижение содержания магния в плазме крови происходит при снижении ее рН и возникновении метаболического ацидоза [11]. Это подтверждали лоцированные и заслуживающие доверия ассоциации у пациентов I группы между Mg²⁺ и ВЕb ($r = 0,3$ через 12 часов после операции; $r = 0,42$ через 48 часов после операции), Mg²⁺ и рН (v) ($r = 0,37$ через 24 часа после операции). Поразительную кинетику квинтэссенции Mg²⁺ в плазме крови у па-

циентов группы I подтверждали и данные парного и множественного сравнений (рис. 1d). Кроме того, между концентрациями в плазме крови Mg²⁺ и Ca²⁺ существует устойчивый контекст [11], имеющий симплексный механизм, который заключается в том, что при снижении содержания одного иона происходит повышение другого [12]. Эту фактичность у пациентов I группы удостоверяли лоцированные подлинные отношения между Mg²⁺ и Ca²⁺ ($r = -0,38$ через 72 часа после операции).

Действительно, у пациентов группы I в течение всего периода наблюдения, по сравнению с больными группы II, фиксировалось подлинное увеличение в плазме крови Ca²⁺ (рис. 1е), которое было связано как с уменьшением содержания Mg²⁺ в плазме крови [11], так и с развитием метаболического ацидоза [13]. Именно снижение рН крови индуцирует увеличение содержания в ней Ca²⁺ [14, 15]. Об этом свидетельствовали и обнаруженные у пациентов группы I истинные контексты между Ca²⁺ и рН (v) ($r = -0,44$ через 24 часа; $r = -0,3$ через 72 часа). Устойчивую возрастающую динамику содержания Ca²⁺ в плазме больных группы I в течение всего периода наблюдения также подтверждали результаты парного и множественного сравнений (рис. 1е). Немаловажным было то, что в группе I синхронно повышению содержания Ca²⁺ (рис. 1е) констатировалось заслуживающее доверия, по данным парного и множественного сравнений, снижение АЧТВ (рис. 2d). Более того, кинетика АЧТВ пациентов группы I была подлинной в отношении аналогичного показателя пациентов группы II (рис. 2d). Увеличение гемостатического потенциала крови у пациентов группы I было, вероятно, связано с возрастанием содержания в плазме Ca²⁺, который как свертывающий фактор участвует в механизмах первичного и вторичного компонентов системы гемостаза, а также во всех фазах свертывания крови [16]. Об этом свидетельствовали и заслуживающие доверия ассоциации между Ca²⁺ и АЧТВ ($r = -0,39$ через 12 часов после операции; $r = -0,39$, через 24 часа после

операции; $r = -0,33$ через 48 часов после операции; $r = -0,35$ через 72 часа после операции).

Также у пациентов группы I в течение всего периода наблюдения, по данным парного и множественного сравнительного анализа, идентифицировалось подлинное увеличение содержания фибриногена (рис. 2е) и снижение МНО (рис. 2f) в плазме крови. Кроме того, у пациентов группы I через 48 и 72 часа протоколировалась устойчивая разница по содержанию фибриногена (рис. 2е) и МНО (рис. 2f), в сравнении с идентичными данными группы II. Несомненно, что увеличение активности свертывающей системы крови было связано с повышенной концентрацией в плазме Ca²⁺, участвующего во всех фазах свертывания крови [16]. Это констатировал и корреляционный анализ, который зафиксировал заслуживающие доверия ассоциации между Ca²⁺ и МНО ($r = -0,33$ через 48 часов после операции; $r = -0,35$ через 72 часа после операции). Кроме того, зафиксированный подлинный контекст между МНО и фибриногеном ($r = 0,33$ через 48 часов после операции; $r = 0,36$ через 72 часа после операции) свидетельствовал о непосредственных взаимоотношениях экспонентов гемостаза между собой. Именно искусственно созданная вследствие операционного стресса [5] и применения раствора Рингера активация гемостатического потенциала крови может увеличивать вероятность возникновения у пациентов послеоперационных тромбоземболических осложнений, влияющих на исходы.

ВЫВОДЫ:

1. Использование в схеме периоперационного жидкостного обеспечения раствора Рингера вызывает у пациентов увеличение содержания в плазме Cl⁻, инициирующего развитие метаболического ацидоза, который, в свою очередь, обуславливает снижение Mg²⁺ и повышение Ca²⁺ в крови, являющихся ответственными за возрастание гемостатического потенциала крови.
2. Применение стерофундина изотонического в периоперационной волемической коррекции не

оказывает значимой порицательной инициации на экспоненты гемостаза, электролитного и кислотно-щелочного состав крови.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Kozek-Langenecker SA, Ahmed AB, Afshari A, Albaladejo P, Aldecoa C, Barauskas G, et al. Management of severe perioperative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology: First update 2016. *Eur J Anaesthesiol.* 2017; 34(6): 332-395. doi: 10.1097/EJA.0000000000000630.
2. Likhvantsev VV. Infusion therapy in the perioperative period. *Herald of Anesthesiology and Critical Care Medicine.* 2016; (5): 21-24. Russian (Лихванцев В.В. Инфузионная терапия в периоперационном периоде //Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2016. № 5. С. 21-24.)
3. Kirov MYu, Gorobets ES, Bobovnik SV, Zabolotskikh IB, Kokhno VN, Lebedinsky KM et al. Principles of perioperative infusion therapy in adult patients. *Anesthesiology and Critical Care Medicine.* 2018; 6: 82-103. Russian (Киров М.Ю., Горобец Е.С., Бобовник С.В., Заболотских И.Б., Кохно В.Н., Лебединский К.М. и др. Принципы периоперационной инфузионной терапии взрослых пациентов //Анестезиология и реаниматология. 2018. № 6. С. 82-103.)
4. Borovikov VP. A popular introduction to modern data analysis in the STATISTICA system. Moscow: Goryachaya Liniya – Telecom, 2013. 228 p. Russian (Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. Москва: Горячая линия – Телеком, 2013. 288 с.)
5. Boyarintsev VV, Evseev MA. Metabolism and nutritional support of a surgical patient. St. Petersburg, 2017. 198 p. Russian (Бояринцев В.В., Евсеев М.А. Метаболизм и нутритивная поддержка хирургического пациента. Санкт-Петербург, 2017. 198 с.)
6. Krajewski ML, Raghunathan K, Paluszkiwicz SM, Schermer CR, Shaw AD. 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.
7. Semler MW, Rice TW, Saline is not the first choice for crystalloid resuscitation fluids. *Crit Care Med.* 2016; 44(56): 1541-1544.
8. Semler MW, Self WH, Wanderer JP, Ehrenfeld JM, Wang L, Byrne DW. Balanced Crystalloids versus Saline in Critically Ill Adults. *N Engl J Med.* 2018; 378(9): 829-839. doi: 10.1056/NEJMoa1711584.
9. Semler MW, Noto MJ, Stollings J, et al. The SALT Investigators and the Pragmatic Critical Care Research Group. Effect of saline versus balanced crystalloids on major adverse kidney events in the medical intensive care unit: the SALT randomized trial [abstract]. *Am J Respir Crit Care Med.* 2016; 193(48): 42-90.
10. Albert RK, Chloride-restrictive fluid administration and incidence of acute kidney injury. *Jama.* 2015; 309(12): 542-545.
11. Clinical laboratory diagnostics: national guidelines. Edited by Dolgov VV. Vol. 1. Moscow: GEOTAR-MEDIA, 2012, 214 p. Russian (Клиническая лабораторная диагностика: национальное руководство /под ред.: Долгова В.В. Том I. Москва: ГЕОТАР-МЕДИА, 2012, 214 с.)
12. Litvitskiy PF. Disorders of acid-base state. *Issues of Modern Pediatrics.* 2011; 10(2): 28-39. Russian (Литвицкий П.Ф. Нарушения кислотно-основного состояния //Вопросы современной педиатрии. 2011. Т. 10, № 2. С. 28-39.)
13. Owens LM, Fralix TA, Murphy E, Cascio WE, Gettes LS. Correlation of ischemia-induced extracellular and intracellular ion changes to cell-to-cell electrical uncoupling in isolated blood-perfused rabbit hearts. Experimental Working Group. *Circulation.* 1996; 94(1): 10-13. doi: 10.1161/01.cir.94.1.10.
14. Oberleithner H, Greger R, Lang F, The effect of respiratory and metabolic acid-base changes on ionized calcium concentration: in vivo and in vitro experiments in man and rat. *Eur J Clin Invest.* 1982; 12(6): 451-455.
15. Yao H, Haddad GG. Calcium and pH homeostasis in neurons during hypoxia and ischemia. *Cell Calcium.* 2004; 36(3-4): 247-255.
16. Practical coagulation: a practical guide. Edited by Vorobyev AI. Moscow. Practical Medicine, 2012. 196 p. Russian (Практическая коагулология: практическое руководство /под ред. Воробьева А.И. Москва: Практическая медицина, 2012. 196 с.)

Сведения об авторах:

Гирш А.О., д.м.н., доцент кафедры общей хирургии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Евсеев А.В., врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, БУЗОО «Клинический медико-хирургический центр Министерства здравоохранения Омской области», г. Омск, Россия.

Степанов С.С., д.м.н., профессор кафедры гистологии и цитологии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Коржук М.С., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей хирургии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Черненко С.В., к.м.н., доцент кафедры общей хирургии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Чумаков П.А., к.м.н., доцент кафедры общей хирургии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Стуканов М.М., д.м.н., главный врач, БУЗОО «ССМП», г. Омск, Россия.

Information about authors:

Girsh A.O., MD, PhD, associate professor at department of general surgery, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Evseev A.V., anesthesiologist-resuscitator, department of anesthesiology and resuscitation, Clinical Medical-Surgical Center of the Ministry of Health of Omsk region, Omsk, Russia.

Stepanov S.S., MD, PhD, professor at department of histology and cytology, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Korzhuk M.S., MD, PhD, professor, chief of general surgery department, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Chernenko S.V., candidate of medical sciences, associate professor at department of general surgery, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Chumakov P.A., candidate of medical sciences, associate professor at department of general surgery, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Stukanov M.M., MD, PhD, chief physician, Emergency Medical Care Station, Omsk, Russia.

Клементьев А.В., к.м.н., доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Адрес для переписки:

Гирш А.О., ул. Красный путь, 135, корп. 1, кв. 139, г. Омск, Россия, 644033

Тел: +7 (3812) 998-508; +7 (923) 681-40-60

E-mail: agirsh@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 30.08.2021

Рецензирование пройдено: 24.09.2021

Подписано в печать: 01.12.2021

Klementyev A.V., candidate of medical sciences, associate professor at department of anesthesiology and reanimatology, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Address for correspondence:

Girsh A.O., Krasny Put St., 135, building 1, app. 139, Omsk, Russia, 644033

Tel: +7 (3812) 998-508; +7 (923) 681-40-60

E-mail: agirsh@mail.ru

Received: 30.08.2021

Review completed: 24.09.2021

Passed for printing: 01.12.2021

