

REFERENCES

- Krilov D., Balarin M., Kosovi M., Gamulin O., Brnjac-Kraljevi J. FT-IR spectroscopy of lipoproteins – A comparative study. *Spectrochimica. Acta. Part A.* 2009; 701–6.
- Motoyama M. Structure and Phase Characterization of Triacylglycerols by Raman Spectroscopy. *Bull NARO. Inst. Livest. Grassl. Sci.* 2012; 12: 19–68.
- HongFei M.A., Yong Z., AnPei Y.E. Single-cell discrimination based on optical tweezers raman spectroscopy. *Chinese. Sci. Bull.* 2013; 58(21): 2594–600.
- Ting H.J., Stice J.P., Schaff U.Y. et al. Triglyceride-rich lipoproteins prime aortic endothelium for an enhanced inflammatory response to tumor necrosis factor- α . *Circ. Res.* 2007; 100: 381–90.
- Rinia H.A., Burger K., Bonn M., Muller M. Quantitative label-free imaging of lipid composition and packing of individual cellular lipid droplets using multiplex CARS microscopy. *Biophys. J.* 2008; 95: 4908–14.
- Weng Y.M., Weng R.H., Tzeng C.Y., Chen W. Structural analyses of triacylglycerols and edible oils by near-infrared Fourier-transform Raman spectroscopy. *Appl. Spectrosc.* 2003; 57(4): 413–8.
- Plourde M., Sergiel J.P., Chardigny J.M. et al. Absorption and metabolism of conjugated alpha-linolenic acid given as free fatty acids or triacylglycerols in rats. *Nutr. Metab.* 2006; 3: 8–14.
- Lisizin D.M., Razumovskiy S.D., Ticshehin M.A., Titov V.N. Kinetic parameters of individual ozone oxidation of fatty acids. *Bulleten' eksperimental'noy biologii i meditsini.* 2004; 138(11): 517–9. (in Russian)
- Titov V.N., Lisizin D.M. The content of alcohols and glycerol cholesterol in blood plasma is dependent on the number of double bonds in the fatty acid pool lipoprotein lipids. *Bulleten' eksperimental'noy biologii i meditsini.* 2006; 142(11): 521–5. (in Russian)
- Sun C., Alkhoury K., Wang Y.I. et al. IRF-1 and miRNA126 modulate VCAM-1 expression in response to a high-fat meal. *Circ. Res.* 2012; 111: 1054–64.
- Chan J.W., Motton D., Rutledge J.C., Keim N.L., Huser T. Raman spectroscopic analysis of biochemical changes in individual triglyceride-rich lipoproteins in the pre- and postprandial state. *Anal. Chem.* 2005; 77(18): 5870–6.
- da Silva E., Bresson S., Rousseau D. Characterization of the three major polymorphic forms and liquid state of tristearin by Raman spectroscopy. *Chem. Physics. Lipids.* 2009; 157: 113–9.
- Mossoba M., Azizian H., Kramer J. Application of Infrared spectroscopy to the rapid determination of total saturated, *trans*, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids. 2012; Available at: <http://lipidlibrary.aocs.org/topics/IR-trans/index.htm>
- Cabassi G., Povolo M., Pelizzola V., Monti L., Genorini E., Contarini G. Development of a near infrared method for the quantification of the main classes of fatty acids obtained from raw milk by solvent-free extraction. *J. Near. Infrared. Spectrosc.* 2013; 21(5): 395–403.
- Richli M., Scheeder V. Comparison of sample presentation and analysis modes for the prediction of the fatty acid composition of individual pig carcasses. In: *Proceedings of 16th International Conference on Near Infrared Spectroscopy.* la Grande-Motte, France. 2013; 6: 97–100.
- Wold S., Sjostrom M., Eriksson L. PLS-regression: a basic tool of chemometrics. *Chem. Intelligent. Laboratory. Systems.* 2001; 58(7): 109–30.
- Kalinin A., Krashennnikov V., Sadovskiy S., Yurova E. Determining the composition of proteins in milk using a portable near infrared spectrometer. *J. Near. Infrared. Spectrosc.* 2013; 21(5): 409–16.
- Kalinin A., Tarabukin I., Yurova E. Determination of the milk fat in fat-oil mixture using portable NIR spectrometer. In: *Proceedings of 16th International Conference on Near Infrared Spectroscopy.* la Grande-Motte, France. 2013; 3: 38 – 45.
- Kalinin A., Krlvtun V., Krashennnikov V., Sadovskiy S., Denisovich H., and Yurova H. "Calibration models for multi-component quantitative analyses of dairy with the use of two different types of portable near infrared spectrometer". *J. of Near Infrared Spectr.* 2008; 16: 343–48.
- Westad F., Schmidt A., Kermit M. Incorporating chemical band-assignment in near infrared spectroscopy regression models. *J. Near. Infrared. Spectrosc.* 2008; 16(3): 265–73.
- Klimenko L.Yu., Petunin G.P. Analysis of approaches to determine the specificity / selectivity during the validation of analytical methods in forensic toxicological analysis. *Ukrainskiy medichniy al'manah.* 2013; 16(1): 71–4. (in Russian)
- Guidance for Industry: Bioanalytical Method Validation, U.S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration (FDA), Washington, DC: U.S. Government Printing Office. 2001.
- Titov V.N. The high content of palmitic acid in fatty food – the main reason for the increase of LDL cholesterol. *Atheroscleroz i dislipidemii.* 2012; 3: 48–57. (in Russian)

Received 18.05.15

©КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2015

УДК 616.34-002.1-022-06:616.151.11-053.2-07

Кригер Е.А.¹, Самодова О.В.¹, Гулакова Н.Н.², Аруев А.Б.², Крылова И.А.¹, Титова Л.В.¹

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ТИПА ДЕГИДРАТАЦИИ У ДЕТЕЙ, ГОСПИТАЛИЗИРОВАННЫХ ПО ПОВОДУ ОСТРОЙ КИШЕЧНОЙ ИНФЕКЦИИ

¹ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава РФ, 163000, г. Архангельск, Россия;²ГБУЗ АО «Архангельская детская клиническая больница им. П.Г. Выжлецова», г. Архангельск, Россия

Ежегодно в мире 800 тыс. случаев кишечных инфекций у детей заканчиваются летальным исходом вследствие дегидратации. Разные типы дегидратации требуют дифференцированного подхода к коррекции. Рутинное определение осмолярности плазмы крови при эксикозе у детей повсеместно не проводится ввиду отсутствия возможности аппаратного измерения. Необходим поиск методов, позволяющих косвенно определять типы дегидратации у детей, госпитализированных по поводу острой кишечной инфекции, для проведения рациональной терапии водно-электролитных нарушений. Обследованы 32 пациента с кишечными инфекциями, сопровождавшимися признаками эксикоза II–III степени. Определение осмолярности крови проводили аппаратным методом с использованием газоанализатора ABL 800 Flex (Radiometer, Дания) и пятью расчетными методами по результатам биохимического анализа крови. Различия в точности измерения осмолярности плазмы аппаратным и расчетными методами были сопоставлены с использованием графического метода Бланда – Алтмана. Установлено, что наиболее точной является формула: $2 \cdot [Na^+]_{sp} + [глюкоза]_{sp}$ (в ммоль/л), при использовании которой были получены результаты, сопоставимые со значениями, определенными аппаратным способом.

Ключевые слова: кишечные инфекции; типы дегидратации; осмолярность; дети.

Для цитирования: Клиническая лабораторная диагностика. 2015;60(10): 20–24.

Для корреспонденции: Кригер Екатерина Анатольевна, kate-krieger@mail.ruFor correspondence: Krieger E.A., kate-krieger@mail.ru

Krieger E.A.¹, Samodova O.V.¹, Gulakova N.N.², Aruiev A.B.², Krylova I.A.¹, Titova L.V.¹

THE MODES OF EVALUATION OF TYPE OF DEHYDRATION IN CHILDREN HOSPITALIZED BECAUSE OF ACUTE INTESTINAL INFECTION

¹ The Northern state medical university of Minzdrav of Russia, 163000 Arkhangelsk, Russia; ² The P.G. Vjletsov Arkhangelskaia childrens clinical hospital, Arkhangelsk, Russia

Every year about 800 000 cases of intestinal infections end in lethal outcome due to dehydration. The different types of dehydration acquire differential approach to correction. Everywhere there is no application of routine detection of osmolarity of blood plasma under exicosis in children in view of absence of possibility of instrumental measurement. The search of techniques is needed to make it possible to indirectly detect types of dehydration in children hospitalized because of acute intestinal infection with purpose to apply rationale therapy of water-electrolyte disorders. The sampling of 32 patients with intestinal infections accompanied with signs of exicosis degree I-III was examined. The detection of osmolarity of blood was implemented by instrumental technique using gas analyzer ABL 800 Flex (Radiometer, Denmark) and five estimate techniques according to results of biochemical analysis of blood. The differences in precision of measurement of osmolarity of blood plasma by instrumental and estimate techniques were compared using Bland-Altman graphic technique. It is established that formula: $2x[Na+kp] + [glucosekp]$ (mmol/l) is the most precise. Its application provided results comparable with values detected by instrumental mode.

Key words: *intestinal infections; types of dehydration; osmolarity; children*

Citation: *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika. 2015; 60 (11): 20–24. (in Russ.)*

Введение. Острые кишечные инфекции (ОКИ) занимают одну из лидирующих позиций среди заболеваний детского возраста как по частоте, так и по смертности. Ежегодно ОКИ болеет 1,7 млрд детей в мире, порядка 800 тыс. случаев заканчиваются летальным исходом [1]. Большинство неблагоприятных исходов происходит вследствие обезвоживания, вызванного ОКИ [2].

Факторами, способствующими развитию дегидратации в детском возрасте, являются высокая потребность в воде, физиологическая напряженность обменных процессов, несовершенство адаптивных механизмов, физиологическая незрелость органов и систем [1].

Патогенетические механизмы формирования клинических проявлений ОКИ различаются в зависимости от этиологии заболевания и факторов патогенности возбудителей. При ОКИ разной этиологии возможно формирование различных типов диареи – осмотического, секреторного, инвазивного или смешанного. Осмотический тип диареи развивается при вирусных ОКИ вследствие пенетрации и репликации возбудителей в эпителиальных клетках тонкой кишки. В результате происходит разрушение, десквамация эпителия, замещение его незрелыми и функционально неполноценными эпителиальными клетками, что приводит к развитию дисахаридазной (главным образом лактазной) недостаточности. Негидролизованые дисахариды энтероциты не всасывают. Они накапливаются в просвете кишечника и, обладая высокой осмотической активностью, притягивают воду из сосудистого русла, обуславливая диарейный синдром [3, 4].

Секреторный тип диареи возникает в результате воздействия токсинов на мембрану энтероцитов, приводящего к активации фермента аденилатциклазы, повышению активности K^+ , Na^+ -зависимой АТФазы и нарушению работы K^+ , Na^+ -насоса, что сопровождается усилением секреции ионов и воды в просвет кишечника и нарушением их реабсорбции. Секреторный тип диареи характерен для энтеропатогенного эшерихоза, холеры и т. д. [3, 4].

Инвазивный тип диареи характеризуется развитием воспаления и деструкции эпителия кишечника вследствие повреждения колоноцитов в результате адгезии, колонизации и инвазии возбудителями ОКИ. Данный тип диареи характерен для шигеллеза, энтероинвазивного эшерихиоза и т. д. [3, 4].

Определение типа диареи может указывать на возможный этиологический фактор, а также позволяет дифференцированно подходить к терапевтической тактике [5, 6].

Возникновение секреторного или осмотического типа диареи может привести к развитию синдрома дегидратации по гипотоническому, изотоническому или гипертоническому типу вследствие нарушения водно-электролитного баланса [7].

Изотонический тип дегидратации развивается при соразмерной потере воды и солей. В клинической картине наблюдаются вялость, сонливость, сухость кожи и слизистых,

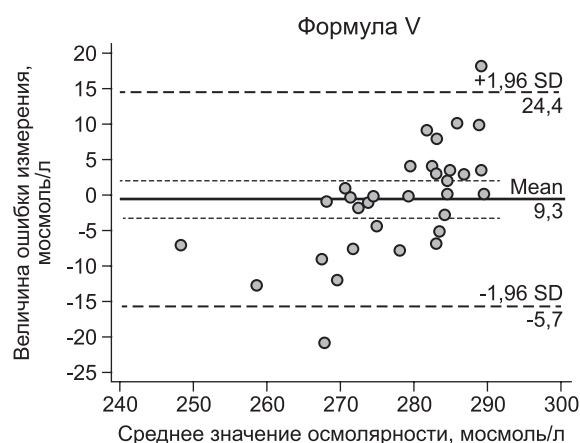
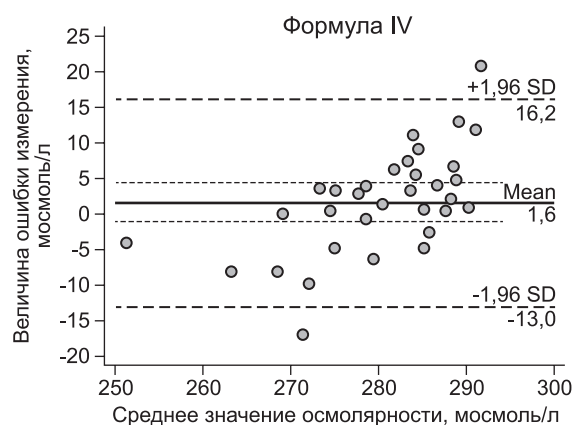
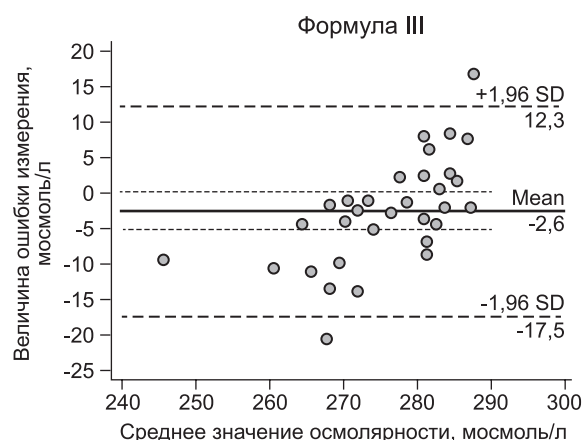
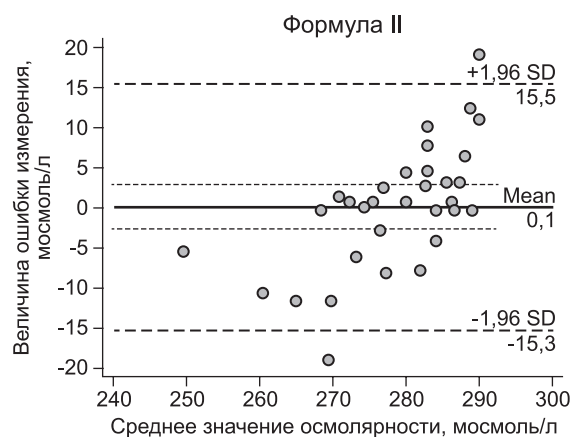
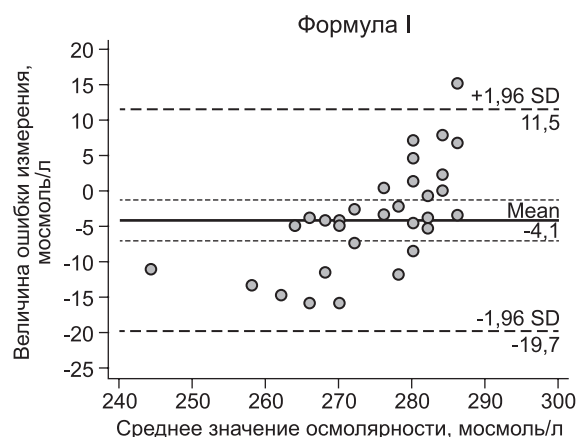
снижение эластичности кожи и тургора тканей [3, 4]. Этот тип обезвоживания наиболее часто отмечается при вирусных ОКИ у детей [7].

Гипотонический тип дегидратации возникает в случае преимущественной потери электролитов, когда рвота преобладает над диареей, что ведет к перемещению жидкости из сосудистого русла в клетки (внутриклеточная гипергидратация). В клинической картине преобладают гемодинамические нарушения вследствие снижения объема циркулирующей крови. Жажда выражена умеренно. Кожа бледная с цианотичным оттенком, влажная на ощупь, конечности холодные. Тургор тканей снижен. У детей грудного возраста отмечается западение большого родничка. Наблюдается гипорефлексия или арефлексия, мышечная гипотония. Артериальное давление снижено [3, 4, 7].

Гипертонический тип дегидратации развивается при преимущественной потере воды со стулом при секреторной, осмотической диарее. Гипернатриемия (>150 ммоль/л), возникающая при данном типе дегидратации, приводит к повышению осмотического давления внеклеточной жидкости, что сопровождается переходом воды по градиенту концентрации из клеток во внеклеточное пространство. В результате возникает внутриклеточное обезвоживание, которое клинически проявляется выраженной жаждой, плачем без слез. Кожа сухая, теплая, большой родничок у детей грудного возраста не западает вследствие компенсаторного увеличения объема ликвора. Артериальное давление в норме или повышено. При выраженных нарушениях водно-электролитного обмена возникают неврологические расстройства: возбуждение, клонико-тонические судороги, гиперрефлексия. Диурез сохранен или незначительно снижен [3, 4, 7].

Разные типы дегидратации требуют различных патогенетически обоснованных подходов к коррекции водно-электролитных нарушений [5, 6]. Для лабораторной диагностики типа дегидратации используется показатель осмолярности плазмы крови. Осмолярность плазмы определяют как сумму осмолярностей отдельных растворенных осмотически активных веществ в 1 л плазмы и выражают в миллиосмолях на литр (мосмоль/л). Осмолярность плазмы определяют с помощью осмометров, принцип работы которых заключается в измерении понижения температуры замерзания раствора относительно температуры замерзания чистого растворителя. Состоянию осмоосмии соответствует диапазон значений осмолярности 275–295 мосмоль/л [1].

Главными компонентами плазмы, обеспечивающими осмотическое давление, являются осмотически активные ионы ($[Na^+]$, $[K^+]$, $[Cl^-]$, $[HCO_3^-]$) и молекулы (глюкоза, мочевины, белки). Осмолярность плазмы может быть рассчитана, если известны концентрации растворенных веществ [8]. Простейшая формула $2 \cdot [Na^+]$ учитывает только концентрацию основного осмотически активного компонента плазмы – ионов



Сопоставление результатов определения осмолярности плазмы лабораторным и расчетным методами (анализ Бланда–Альтмана).

Сплошной линией обозначена средняя величина различий значений осмолярности крови, определенных расчетным и лабораторным методами; пунктирными линиями обозначены границы доверительных интервалов для средней величины различий. Среднее значение осмолярности плазмы определялось для каждого пациента отдельно как среднее арифметическое значений, полученных аппаратным и расчетным методами. Mean – средняя величина ошибки измерения, SD – стандартное отклонение.

натрия [9]. Более сложные варианты расчета учитывают концентрацию глюкозы, мочевины, ионов калия. Наиболее полная формула включает в расчет также концентрацию общего белка [10]. Расчетные значения осмолярности плазмы ниже 275 мосмоль/л соответствуют гипотоническому, 275–295 мосмоль/л – изотоническому и выше 295 мосмоль/л – гипертоническому типу дегидратации [1].

Исследованию типов дегидратации при ОКИ у детей и способам их коррекции посвящены немногочисленные зарубежные и единичные российские исследования [3–6]. Рутинное определение уровня осмолярности плазмы крови при эксикозе у детей повсеместно не проводится ввиду отсутствия возможности аппаратного измерения. В то же время разные типы дегидратации требуют дифференцированного подхода к их коррекции [1]. Необходим поиск методов, удобных для применения в повседневной практике и позволяющих косвенно определять типы дегидратации у детей с эксикозом.

Цель исследования: оценить осмолярность плазмы и ти-

пы дегидратации у детей с синдромом эксикоза на фоне ОКИ разными расчетными (косвенными) способами и сравнить полученные данные с результатами, полученными лабораторным (аппаратным) методом.

Материалы и методы. Осмолярность плазмы крови определяли у 32 пациентов, госпитализированных по поводу ОКИ, с признаками эксикоза II–III степени. Для определения степени эксикоза использовали критерии ВОЗ [1]. В первые сутки госпитализации производили забор венозной крови у пациентов.

Осмолярность плазмы у всех детей, включенных в выборку, определяли лабораторным (аппаратным) методом с помощью газоанализатора ABL 800 Flex (Radiometer, Дания) и расчетными (косвенными) методами с использованием результатов биохимического анализа крови по следующим формулам, которые наиболее часто применяют в клинической практике [9, 10]:

осмолярность плазмы крови (в мосмоль/л) = $2 \cdot [\text{Na}^+]$ (в ммоль/л);

Таблица 1

Типы дегидратации в зависимости от клинических проявлений кишечной инфекции, n = 32

Тип дегидратации	Преобладающий синдром						Итого	
	рвота, n = 19		диарея, n = 9		рвота/диарея, n = 4			
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Гипотонический	9	90,0	1	10,0	0	0,0	10	100,0
Изотонический	10	45,4	8	36,4	4	18,2	22	100,0
Гипертонический	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	100,0

осмолярность плазмы крови (в мосмоль/л) = $2 \cdot [Na^+] + [глюкоза]$, где все показатели выражены в ммоль/л;
 осмолярность плазмы крови (в мосмоль/л) = $2 \cdot [Na^+] + 0,5 \cdot [мочевина]$, где все показатели выражены в ммоль/л;
 осмолярность плазмы крови (в мосмоль/л) = $2 \cdot [Na^+] + 0,5 \cdot [мочевина] + [глюкоза]$, где все показатели выражены в ммоль/л;
 осмолярность плазмы крови (в мосмоль/л) = $2 \cdot ([Na^+] + [K^+]) + 0,5 \cdot [мочевина] + [глюкоза]$, где все показатели выражены в ммоль/л.

При осмолярности от 275 до 295 мосмоль/л диагностировался изотонический тип дегидратации, менее 275 мосмоль/л – гипотонический, более 295 мосмоль/л – гипертонический.

При представлении результатов качественные признаки выражены в абсолютных числах с указанием частот (в %). Анализ качественных признаков проводили с использованием теста χ^2 Пирсона. Параметрические данные представлены как среднее арифметическое значение \pm стандартное отклонение ($M \pm SD$), непараметрические – как медиана (1-й и 3-й квартили) – Me ($Q_1; Q_3$). Сравнение количественных данных проводили с использованием критерия Стьюдента для непарных выборок. Сопоставление результатов определения осмолярности плазмы лабораторным и расчетными методами проводили с использованием графического метода Бланда – Альтмана, который позволяет определить величину различий в точности измерения (см. рисунок). По оси X откладывали средние значения осмолярности, определенные для каждого пациента как среднее арифметическое значений, полученных аппаратным и расчетным методами. Каждому среднему значению осмолярности, отложенному по оси X, соответствовала величина ошибки измерения, отложенная по оси Y. Величина ошибки измерения равнялась разности значений осмолярности, определенных расчетным и лабораторным методами у

каждого пациента. Сплошной горизонтальной линией на графике обозначалась средняя величина различий значений осмолярности плазмы (M), определенных расчетным и лабораторным методами; пунктирными линиями обозначались границы доверительных интервалов (SD) для средней величины различий. При интерпретации результатов оценивался разброс значений различий в измерениях для всех значений осмолярности. В случае, когда все значения различий находились в пределах $M \pm 1,96SD$, величина различий измерения не признавалась статистически значимой. Следует также отметить, что метод Бланда – Альтмана подразумевает клиническую интерпретацию. Если величина различий измерений приводила к разногласиям в толковании результатов, определяющих терапевтическую тактику, различия признавались клинически значимыми.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ SPSS версия 17.0 (SPSS Inc, Chicago, Il) и MedCalc.

Результаты и обсуждение. Возраст обследованных пациентов варьировал от 7 мес до 6 лет. Большинство (87,5%) детей были старше года. Медиана возраста пациентов составила 1 год 6 мес (1 год 2 мес; 2 года 4 мес). Вирусная этиология ОКИ (ротавирус, норовирус, астровирус) установлена в 90,6% случаев, бактериальная (сальмонеллез, гастроэнтерическая форма, энтеропатогенный эшерихиоз) – в 9,4%. У 59,4% пациентов ведущим симптомом ОКИ была рвота, у 28,1% – диарея, у 12,5% оба симптома были выражены в равной степени. Тяжесть состояния детей изучаемой группы при поступлении в стационар была обусловлена симптомами эксикоза, который характеризовался сухостью кожи и слизистых, снижением эластичности кожи и тургора мягких тканей, редукцией диуреза. У двух детей наблюдались признаки нарушения микроциркуляции: мраморность кожи, похолодание конечностей, симптом «белого пятна» более четырех секунд.

У 31,2% детей изучаемой группы аппаратным методом был диагностирован гипотонический тип дегидратации, у 68,8% – изотонический. Гипертонический тип дегидратации не регистрировался (табл. 1, 2).

У 90% пациентов с гипотоническим типом дегидратации в клинической картине заболевания преобладала рвота, у 10% – диарея (табл. 1). Среднее значение осмолярности плазмы при гипотоническом типе дегидратации составило 271,6 мосмоль/л. У 45,4% пациентов с изотоническим типом дегидратации ведущим симптомом была рвота, у 36,4% – диарея, у 18,2% рвота и диарея были выражены в равной степени. Среднее значение осмолярности плазмы при изотоническом

Таблица 2

Осмолярность плазмы пациентов, госпитализированных по поводу кишечной инфекции с признаками эксикоза II-III степени, определенная расчетным и лабораторным (аппаратным) методами, n = 32

Тип дегидратации	Лабораторный метод, мосмоль/л	Расчетный метод, мосмоль/л				
		I	II	III	IV	V
Гипотонический	10 (31,3)	14 (43,8)	10 (31,3)	14 (43,8)	9 (28,1)	2 (6,2)
Изотонический (275-295 мосмоль/л)	22 (68,8)	18 (56,2)	22 (68,8)	18 (56,2)	23 (71,9)	24 (75,0)
Гипертонический	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	6
Сопоставление результатов						18,8
Средняя величина ошибки измерения осмолярности, мосмоль/л	-	-4,1	0,1	-2,6	1,6	9,3
Максимальная величина возможного завышения результатов, мосмоль/л	-	11,5	15,5	12,3	16,2	24,4
Максимальная величина возможного занижения результатов, мосмоль/л	-	19,7	15,3	17,5	13,0	5,7
Удельный вес ошибочных результатов, %	-	12,5	0	12,5	3,1	25,0

Примечание. Me – медиана, в скобках процент.

типе дегидратации составило 281,6 мосмоль/л. Частота регистрации гипотонического типа дегидратации у пациентов с преобладанием в клинической картине рвоты и при ОКИ с преобладанием диареи статистически значимо не различалась, $\chi^2_{(1)} = 2,1, p = 0,15$.

Различий в точности измерения осмолярности плазмы аппаратным и расчетными методами были сопоставлены с использованием графического метода Бланда–Альтмана. Расчет по формуле II, которая учитывает только концентрацию натрия и глюкозы, позволил получить значения осмолярности сопоставимые со значениями, определенными аппаратным способом. Величина различий в значениях в среднем составила 0,1 мосмоль/л. При расчете по формуле I, учитывающей только концентрацию ионов натрия, и формуле III, учитывающей концентрацию ионов натрия и мочевины, происходило занижение значений осмолярности в сравнении со значениями, определенными аппаратным методом, что привело к гипердиагностике гипотонического типа дегидратации у четырех пациентов (табл. 2). Занижение уровня осмолярности плазмы по результатам расчета чаще происходило у пациентов, среднее значение осмолярности плазмы которых было ниже 280 мосмоль/л, у прочих уровень осмолярности плазмы, определенный расчетным способом, был выше, чем определенный аппаратным способом (см. табл. 2). При использовании формулы IV, учитывающей концентрацию ионов натрия, мочевины и глюкозы, значения осмолярности были выше в среднем на 1,6 мосмоль/л, чем результаты, полученные аппаратным методом, что привело к гиподиагностике гипотонического типа дегидратации у одного пациента. Значения, полученные по формуле V, которая отличается от формулы IV наличием в числовом выражении концентрации ионов калия, значительно отличались от результатов, определенных аппаратом, удельный вес ошибочных результатов составил 25% (см. табл. 2).

При сравнении различных способов подсчета осмолярности плазмы с помощью графического метода Бланда–Альтмана нам удалось установить, что наиболее точной формулой для расчета осмолярности плазмы оказалась формула, которая учитывает только концентрацию натрия и глюкозы: $2 \cdot [\text{Na}^+] + \text{глюкоза}$, что объяснимо с точки зрения биохимии. Осмотическая активность биологической жидкости определяется преимущественно диссоциированными электролитами, из которых порядка половины осмотически активных частиц представлено ионами натрия, который в основном и определяет осмолярность плазмы. Однако наиболее точной формулой оказалась числовое выражение, составленное с учетом концентрации не только ионов натрия, но и глюкозы в плазме. Согласно данным литературы на долю глюкозы и мочевины приходится около 10 мОсм/л (из них на глюкозу 5,5 мОсм/л, а на мочевину 4,5 мОсм/л) [11]. По результатам нашего исследования средняя концентрация глюкозы в плазме обследованных пациентов составила $4,2 \pm 1$ ммоль/л и была в среднем на 1,1 ммоль/л выше, чем концентрация мочевины ($3,0 \pm 1,6$ ммоль/л; $t = -3,45, df = 62, p = 0,001$). В целом глюкоза и мочевина слабо влияют на осмолярность плазмы, кроме того, мочевина легко проникает через клеточные мембраны, и ее внутриклеточная концентрация примерно соответствует внеклеточной. Осмотически активными веществами плазмы являются только те, которые содержатся во внеклеточном пространстве, концентрация же мочевины во внеклеточном пространстве чрезвычайно мала [12]. Таким образом, мочевина считается «неэффективным осмолем», мало влияющим на осмолярность, что и было подтверждено при сопоставлении расчетных (косвенных) результатов и данных, полученных лабораторным (аппаратным) способом определения осмолярности при использовании графического метода Бланда–Альтмана.

Заключение. У детей с синдромом эксикоза на фоне острой кишечной инфекции преобладал изотонический тип дегидратации. Частота регистрации гипотонического типа дегидратации у пациентов с преобладанием в клинической картине рвоты или диареи статистически значимо не различалась.

Сравнение пяти способов расчета осмолярности плазмы у детей с синдромом эксикоза на фоне кишечной инфекции показало, что наиболее точной была формула $2 \cdot [\text{Na}^+] + \text{глюкоза}$, в которой все показатели выражены в ммоль/л, при ее использовании расчетные показатели осмолярности были сопоставимы с параметрами, определенными аппаратным способом. Данный расчетный метод позволяет косвенно определить тип дегидратации для проведения эффективной коррекции водно-электролитных нарушений.

ЛИТЕРАТУРА

1. WHO: *The treatment of diarrhoea: a manual for physicians and other senior health workers*. 4th rev. Geneva: World Health Organization; 2005.
2. Thapar N. Diarrhoea in children: an interface between developing and developed countries. *The Lancet*. 2004; 363 (9409): 641–53.
3. Учайкин В.Ф., Молочный В.П. *Инфекционные токсикозы у детей*. М.: ПАМН; 2002.
4. Finberg L. Dehydration in infancy and childhood. *Pediatr. Rev.* 2002; 23: 277–82.
5. Цимбалова Е.Г., Тепаев Р.Ф. Терапия диареи и дегидратации у детей *Педиатрическая фармакология*. 2011; 8: 23–9.
6. Canavan A., Arant B.S. Jr. Diagnosis and management of dehydration in children. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 2009; 80: 692–6.
7. Горелов А.В., Плоскирева А.А., Усенко Д.В. Современные подходы к патогенетической терапии острых кишечных инфекций у детей. *Инфекционные болезни*. 2013; 1: 87–90.
8. Worthley L.I., Guerin M., Pain R.W. For calculating osmolality, the simplest formula is the best. *Anaesth. Intensive. Care.* 1987; 15: 199–202.
9. Winters R.W. *Disorders of electrolyte and acid-base metabolisms*. Pediatrics. 14th edn. New York: Appleton-Century-Crofts; 1968.
10. Weisberg H.F. *Osmolality*. American Society of Clinical Pathologists, Chicago III, Clinical Chemistry Check Sample CC-71; 1971.
11. Sweeney T.E., Beuchat C.A. Limitations of methods of osmometry: measuring the osmolality of biological fluids. *Am. J. Physiol.* 1993; 264: 469–80.
12. Мальшев В.Д. *Кислотно-основное состояние и водно-электролитный баланс в интенсивной терапии: Учебное пособие*. М.: ОАО «Издательство «Медицина»»; 2005.

Поступила 16.03.15

REFERENCES

1. WHO: *The treatment of diarrhoea: a manual for physicians and other senior health workers*. 4th rev. Geneva: World Health Organization; 2005.
2. Thapar N. Diarrhoea in children: an interface between developing and developed countries. *The Lancet*. 2004; 363 (9409): 641–53.
3. Uchaykin V.F., Molochny V.P. *Infectious toxicosis children*. Moscow: RAMN; 2002. (in Russian)
4. Finberg L. Dehydration in infancy and childhood. *Pediatr. Rev.* 2002; 23: 277–82.
5. Tsymbalova E.G., Tepaev R. F. therapy of diarrhea and dehydration in children. *Pediatric pharmacology*. 2011; 8: 23–9. (in Russian)
6. Canavan A., Arant B.S. Jr. Diagnosis and management of dehydration in children. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 2009; 80: 692–6.
7. Gorelov A.V., Ploskireva A.A., Usenko D.V. Modern approaches to pathogenetic therapy of acute diarrhea in children. *Infectious diseases*. 2013; 1: 87–90. (in Russian)
8. Worthley L.I., Guerin M., Pain R.W. For calculating osmolality, the simplest formula is the best. *Anaesth. Intensive. Care.* 1987; 15: 199–202.
9. Winters R.W. *Disorders of electrolyte and acid-base metabolisms*. Pediatrics. 14th edn. New York: Appleton-Century-Crofts; 1968.
10. Weisberg H.F. *Osmolality*. American Society of Clinical Pathologists, Chicago III, Clinical Chemistry Check Sample CC-71; 1971.
11. Sweeney T.E., Beuchat C.A. Limitations of methods of osmometry: measuring the osmolality of biological fluids. *Am. J. Physiol.* 1993; 264: 469–80.
12. Malyshev V.D. *Acid-base and electrolyte balance in critically ill patients: the manual*. Moscow: Medicina; 2005. (in Russian)

Received 16.03.15