

Оценка инфузионной терапии путем применения импедансометрии в периоперационный период у детей. Современный взгляд.

Агзамходжаев Т.С., Расулова Х.А., Шорахмедов Ш.А., Ортиқбоев Ж.О.

Ташкентский педиатрический институт, Узбекистан.

Аннотация

В статье изложен современный взгляд на инфузионную терапию периоперационного периода основанный на биоимпедансометрии при анестезиологическом обеспечении у детей. Проведен анализ исследований и указаны более уязвимые части изучаемой тематики. Поставлена тактика работа для дальнейшего более глубокого изучения.

Ключевые слова: биоимпедансный анализ, анестезиология, инфузионная терапия, детский возраст.

Введение. Инфузионная терапия у детей при анестезиологическом обеспечении является сложной задачей, так как их состояние гидратации трудно оценить. Широко используются маркеры, такие как инвазивный, полученные внутрисосудистые давления признаны иметь серьезные недостатки в качестве меры гидратации и они не дают никакой информации о внесосудистом или внутриклеточном состоянии жидкости. Многие методы инвазивные что делает их не применимым в детской практике. Современная медицина требует неинвазивных но при этом точных методов.

Основная часть. Во всей мировой медицины в данный момент одной из важных проблем является инфузионная терапия. К началу XXI века в Европе и США были сформулированы основные положения мультидисциплинарного метода ускоренного восстановления хирургических больных после плановых операций. В англоязычной литературе появилась новая концепция обозначающаяся двумя терминами: «быстрый путь в хирургии» (Fast-Track Surgery — FTS) и «ускоренное восстановление после хирургических операций» (Enhanced Recovery After Surgery — ERAS). В этих протоколах отдельное внимание уделяется инфузионной терапии и голоданию периоперационного периода. Следует подчеркнуть, что голодание перед операцией начиная с полуночи прочно вошло в клиническую практику. Такой подход обосновывался риском задержки пищи и воды в желудке с последующим возникновением регургитации и аспирации во время вводного наркоза. Побочные эффекты такого ограничения очевидны: возможность развития гиповолемии, истощение запасов гликогена и гипогликемия,

метаболический стресс что и привело возникновению выше указанных протоколов в мировую практику и более детального изучению данной проблематики.

М. С. Brady и соавт. (2010) опубликовали метаанализ 22 рандомизированных исследований, посвященных предоперационному голоданию. Результаты позволили сделать вывод, что прекращение приема жидкостей, включая соки, воду, чай и кофе, за 2 часа до операции не увеличивает частоту аспирационных осложнений при плановых хирургических вмешательствах в сравнении с пациентами, голодавшими с полуночи до операции. Кроме того, не выявлено различий по количеству желудочного содержимого и его pH [41.]. Эта точка зрения была подтверждена и в последующих публикациях [42]. Европейское общество анестезиологов рекомендует прием прозрачных жидкостей за 2 часа до вводного наркоза, а также 6-часовой отказ от приема твердой пищи [43].

Особенно в детской практике где гиповолемия и гипогликемия может привести более грозным осложнениям нежели у взрослых пациентах, по нашему мнению требует тщательного исследования. Особое внимание мы уделили проблеме адекватности и эффективности инфузионной терапии в периоперационном периоде у детей. Так как эта задача на наш взгляд остается достаточно актуальной и в настоящее время, что обусловлено как анатомо-физиологическими особенностями детского организма, так и особенностями хирургического вмешательства. Инфузионная терапия во время анестезии у детей остается предметом дискуссий на протяжении последних десятилетий [3,4] Ошибки в периоперационном введении жидкости у детей могут привести к серьезным осложнениям и даже к летальному исходу [5]. Точный мониторинг баланса жидкости у пациентов после операции является сложной задачей

Наиболее распространённым методом определения состава тела человека и его постоянного периоперационного мониторинга на сегодняшний день является биоимпедансный анализ. Практическое применение биоимпедансного анализа в анестезиологии и реаниматологии началось в 1960-х году с работами французского анестезиолога А. Томассета с целью оценки состава тела человека, водных секторов организма, а затем и для изучения других компонентов состава тела [7].

Один из исследователей (М. Tsukamoto., et al. (2017)), в своих работах посвящённых интраоперационному введению жидкости в педиатрической практике с использованием анализа биоэлектрического импеданса во время хирургической стоматологии указал что инфузионная терапия имеет важное значение для достижения оптимальных результатов в послеоперационном периоде [8,9,10]. В последнее время, ограничение жидкости было

рекомендовано что бы уменьшить осложнения после крупных хирургических вмешательств, но оставалось неизвестным в малоинвазивной хирургии [8-10].

Другие исследования тоже показали что предоперационное пероральный прием прозрачных жидкостей может быть безопасным до 2 ч до операции, а легкие закуски можно употреблять до 6 ч до операции [11, 12]. Однако обычное время голодания часто больше, чем ожидалось 6-10 ч [11]. Особенно, педиатрические пациенты могут быть более уязвимы к обезвоживанию, потому что они имеют относительно большой порции общей воды тела (TBW) массы тела по сравнению со взрослыми. [13]

Э.Итоби и.д из Великобритании, в своем исследовании изучали влияние отека на восстановление после крупных абдоминальных операций и потенциальной ценности многочастотных измерений биоимпеданса. По их мнению генерализованный отек часто наблюдается у пациентов с острыми хирургическими осложнениями, которые находятся в критическом состоянии и требует интенсивного поддерживающего лечения после операции [14]. Повешенная смертность пациентов наблюдалось при патологическом накоплении жидкости в периоперационном периоде [15,16]. Генерализованный отек может возникать также у палатных хирургических пациентов, у которых нет признаков критического заболевания[17]. Тенденция к накоплению жидкости хорошо известна, это физиологический ответ на хирургическое повреждение, но механизмы приводящие к генерализованному отеку не полностью изучены, распространенность генерализованного отека после рутинных крупных операции не установлены [18,19]. Но есть неподтвержденные доказательства того, что это может быть связано с плохим клиническим исходом и, все это не подвергалось научной оценке [17].

Matthäus Ernstbrunner и др. в своем исследовании «Биоимпедансная спектроскопия для оценки статуса больных до и после общей анестезии», изучали послеоперационное распределение жидкости. Все пациенты, подвергающиеся анестезии и хирургическому вмешательству обычно получают внутривенную инфузионную терапию во время операции для коррекции анестезии и хирургии, связанных с гемодинамическими нарушениями. Сроки, количество и конкретный тип его введения, тем не менее, остаются спорными [20]. Исходя из предположения о предоперационной дегидратации и значительного количества внутривенной жидкости по-прежнему является распространенной клинической практикой, хотя положительное периоперационное баланс жидкости с послеоперационным увеличением веса жидкости на основе связано с основными осложнениями [21- 25].

Материалы и методы.

Нами проведен анализ современной литературы по инфузионной терапии периоперационного периода где методом исследования явилось биоимпедансометрия. Исходя из этих данных в основу своей методологии взяли биоимпедансный анализ состава тела который основан на различиях удельного электрического сопротивления биологических тканей ввиду разного содержания в них жидкости и электролитов. Анализ позволяет на основе измеренных значений электрического сопротивления (импеданса) тела человека и антропометрических данных оценить состояние белкового, жирового и водного обменов, интенсивность метаболических процессов, соотнести их с интервалами нормальных значений признаков, оценить резервные возможности организма и риски заболеваний [2, 10]. В настоящее время в литературе имеется довольно много сообщений [6,30] о возможности применения биоимпедансных измерений тела при его зондировании токами различной частоты для контроля за состоянием водного баланса. Фундаментальные исследования по математическому моделированию биоимпедансных измерений с использованием высокоразрешающих трёхмерных геометрических моделей тела человека позволили визуализировать области чувствительности измерений и подтвердили значимость метода для оценки изменений состава тела и баланса жидкостей [4].

Данные БИА ВСМ позволяют дать комплексную оценку состояния волемического и пищевого статуса, а наличие компьютерного обеспечения – отслеживать результаты изменения в динамике. Прибор ориентирован на применение в клинической практике, выходные протоколы методики содержат оценки следующих параметров:

- волемического статуса – объем общей жидкости тела (ОЖТ), объем внеклеточной жидкости (ВЖ), объем внутриклеточной жидкости (ВКЖ), процент недостатка или избытка внеклеточной жидкости, соотношение ВЖ/ВКЖ, уровень гипоили гипергидратации (л);
- пищевого статуса – тощая масса (ТМ), жировая масса (ЖМ), клеточная масса (КМ), индекс тощей массы (ИТМ), индекс жировой массы (ИЖМ), индекс массы тела (ИМТ) [44].

Цель Э.Итоби и.д из Великобритании состояла в том, чтобы получить лучшее понимание процессы, которые приводят к послеоперационному отеку с помощью многочастотный биоимпедансный анализ (BIA) для мониторинга перераспределение общей воды в организме (TBW) после крупных абдоминальных операциях.

Обсуждение

Исследования М. Tsukamoto., et al. (2017) пациенты были от 2 до 12 лет, ASA риск I, предоперационного голодания, пероральный прием легкой пищи допустим до полуночи, и прозрачная жидкость до 6:00 утра. Пациенты, которые были запланированы для индукции анестезии, начиная с 8:15 (первым случаем на операционный день) не получали предоперационную нагрузку жидкости. Ни один из пациентов не были премедикации. Пациентам вводили кристаллоидную нагрузку в 10 мл/кг/ч от индукции анестезии до начала хирургической процедуры, и от 1 до 3 мл/кг/ч во время операции [8]. Их исследования показала что изменение жидкости приводит к снижению внутриклеточной воды с использованием ВИА во время общей анестезии. Введение жидкости обеспечивает коррекцию существующий дефицит жидкости и для компенсации периоперационные сдвиги жидкости между внутриклеточной и внеклеточной. И в малотравматичной хирургии, нет никакого беспокойства о потере жидкости и сдвига жидкости, которая может быть связана с высокотравматичной операцией.[35,36] В данном исследовании остается неясным мнение о высокотравматичных операциях, что указано автором. Кроме того нет конкретных цифр о количестве инфузионной нагрузки. Если только общее мнение о том что, малотравматичные операции не требуют более детальной коррекции инфузионной терапии. Еще автор указал что не у всех пациентов время голодание составляло 2-3 часа, во многих случаях оно превышало[8]. А так же в данном исследовании потеря внеклеточной воды произошло и внутриклеточная вода снизилась из-за предоперационного голодания и низкой инфузионной терапии во время общей анестезии, хотя гемодинамические изменения были стабильны и послеоперационном периоде не было каких-либо осложнений[8,34]. Все данные взяты из исследования 16 пациентов, что по нашему мнению не может нести рекомендательный характер данного метода с целью коррекции инфузионной терапии периоперационного периода.

В исследование Э.Итоби и.д было включено 38 пациентов среди из них не было никаких различий в соотношении полов, оценка риска Американского общества анестезиологов [13] между пациентами, измерения биоимпедансного анализа проводилось на дни 1, 3 и 5 после операции. включенных в исследование, но 20 пациентов которые разработали отек были старше, чем те, кто не развивался отек (среднее значение 73 (9) против 63 (14) лет; $P = 0,007$). Потребление жидкости в течение первых 5 дней после операции было одинаковым у обеих группы, но те с отеком выделяли меньше общего количества жидкости (16,9 (2,4) против 19,7 (3,5) литра; $P = 0,022$). Отек был связан с задержкой в переносе твердой пищи ($P = 0 \cdot 001$) и открытия кишечника ($P = 0 \cdot 020$), длительное пребывание в больнице (в среднем 17 (диапазон 8–59) против 9 (диапазон 4–27) дней; $P = 0,001$) и более

послеоперационные осложнения (13 из 20 против четырех из 18 пациентов; $p = 0,011$). Предоперационное соотношение импеданс всего тела при 200 кГц и импеданс при 5 кГц был выше у тех, кто впоследствии развивал отек ($0,81 (0,03)$ против $0,78 (0,02)$; $P = 0,015$). Балансовые расчеты жидкости в данном исследовании показали, что некоторые пациенты способны накапливать большие объемы в послеоперационном периоде без развития клинических очевидных отеков. Такая жидкость может накопиться в частях тела, которые не являются легко доступными клинически. Задержка жидкости в пределах желудочно-кишечного тракта следующего основной абдоминальной хирургии была обусловлена комбинацией альбумина секвестрации и пониженной перистальтики с потенциально неблагоприятными последствиями [14,15]. Наиболее важная клиническая находка этого исследования состоит в том, что наличие отеков связано с более медленным послеоперационным восстановлением. У больных с отеком было значимо больше осложнений, более медленное восстановление функции кишечника и длительного пребывания в стационаре. По нашим данным исследование имеет ряд недостатков. Во-первых, размер выборки был мал, что означает, что риск статистической ошибки типа II была высокой. Во-вторых, хотя было полное согласие между наблюдателями в диагностике отека, признается, что обнаружение отека может зависеть от таких факторов, как эластичность кожи и соответствие интерстициальной ткани, которые, как известно, зависят от возраста.

Matthäus Ernstbrunner и.д в своем исследовании у 71 женщины в возрасте 45 ± 15 лет с массой тела 67 ± 13 кг и продолжительностью анестезии 154 ± 68 мин предоперационная перегрузка жидкостью увеличилась с $20,7 \pm 1,1$ л до $0,1 \pm 1,0$ л, что соответствует $25,1 \pm 7,5\%$ и $0,8 \pm 6,7\%$ от нормального внеклеточного объема, соответственно (оба $p < 0,001$), после того, как пациенты получили $1,9 \pm 0,9$ л внутривенно кристаллоидной жидкости. Периоперационная экскреция с мочой составляла $0,4 \pm 0,3$ л. Увеличение внеклеточного объема сопровождалось увеличением общего объема жидкости организма, тогда как внутриклеточный объем увеличивался незначительно и не достигал статистической значимости ($p = 0,15$). Чистый периоперационный баланс жидкости (введенный объем жидкости минус экскреция с мочой) был достоверно связан с изменением внеклеточного объема ($r^2 = 0,65$), но не был связан с изменением внутриклеточного объема ($r^2 = 0,01$). Обычное интраоперационное введение жидкости приводит к значительному, и клинически значимое увеличение внеклеточного отсека. Измерения БИС дали правдоподобные результаты и могут стать полезными для руководства во время операции инфузионной терапия в будущих исследованиях [39]. Результаты указывают на полноценное применение метода в периоперационный период у взрослых. Но при этом нет анализа в

педиатрической практики. Что позволяет нам более глубоко изучать в педиатрической анестезиологии.

Заключение

1. В настоящий момент не вызывает сомнений востребованность протоколов по инфузионному введению пациентов в периоперационный период. Что улучшило бы быстрое восстановление пациентов в послеоперационный период с медицинской и экономической точки зрения данной проблемы.

2. Биоимпедансный мониторинг позволяет постоянный контроль жидкостей организма и моментальную коррекцию при необходимости во весь периоперационный период. В дальнейшем на основании полученных данных можно разработать инфузионную терапию периоперационного периода у детей. В практическую медицину можно предоставить данные об инфузионном введении детей при анестезиологическом обеспечении в хирургической практике.

Литература

1. Александрович Ю.С., Гордеев В.И., Пшениснов К.В. Интраоперационная инфузионная терапия у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2013. №3. С. 58–65.
2. Гордеев В.В. Практикум по инфузионной терапии в педиатрической реанимации. – СПб: Элби-СПб, 2011. – 112 с.
3. Adi-Ionut Ciumanghel, Ioana Grigoras, Dimitrie Siriopol, Mihaela Blaj, Daniel-Mihai Rusu. Bio-electrical impedance analysis for perioperative fluid evaluation in open major abdominal surgery. J Clin Monit Comput. 2020; 34(3): 421–432.
4. Robert Sumpelmann, Christiane E. Beck, Katja Nickel. Systemic and regional cerebral perfusion in small infants undergoing minor lower abdominal surgery under awake caudal anaesthesia: An observational study [European Journal of Anaesthesiology](#) · January 2020
5. Hanaki N , Ишикав М , Нисиок М , Касиваги У , Miki H , Miyake H , Таширо С . Анализ биоэлектрического импеданса для оценки изменений в водных отделах организма после операции на пищеварительной системе. Hepatogastroenterology. 2006 сентябрь-октябрь; 53 (71): 723-9.
6. Василевский Ю.В., Данилов А. А., Николаев Д.В., Руднев С.Г., Саламатова В.Ю, Смирнов А.В. Конечно- элементный анализ задач биоимпедансной диагностики // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2012. Т.52, №4. С.733- 745.
7. Руднев С.Г., Соболева Н.П., Стерликов С.А. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. М., 2014. 493 с.
8. M. Tsukamoto, J. Hirokawa, T. Yokoyama Intraoperative fluid management in pediatric patients using bioelectrical impedance analysis during oral surgery Pediatric Anesthesia and Critical Care Journal 2017;5(2):81-85.
9. 9.Bennett J, McDonald T, Lieblich S, Piecuch J, Perioperative rehydration in ambulatory anesthesia for dentoalveolar surgery. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1999;88:279-284.
10. Voldby AW, Brandstrup B, J Intensive Care, Fluid therapy in the perioperative setting-a clinical review, 2016;4:27.
11. Chappell D, Jacob M, Hofmann-Kiefer K, Conzen P, Rehm M, A rational approach to perioperative fluid management, Anesthesiology. 2008;109:723-740.
12. Ljungqvist O, Søreide E, Preoperative fasting, Br J Surg, 2003;90:400-406.
13. Splinter WM, Schreiner MS, Preoperative fasting in children, Anesth Analg, 1999;89:80-89.
14. Lobo DN, Bjarnason K, Field J, Rowlands BJ, Allison SP. Changes in weight, fluid balance and serum albumin in patients referred for nutritional support. Clin Nutr 1999; 18:197–201.

15. Arieff AI. Fatal postoperative pulmonary edema: pathogenesis and literature review. *Chest* 1999; 115: 1371–1377.
16. Lowell JA, Schifferdecker C, Driscoll DF, Benotti PN, Bistrian BR. Postoperative fluid overload: not a benign problem. *Crit Care Med* 1990; 18: 728–733.
17. Itobi1, M. Stroud and M Elia. Impact of oedema on recovery after major abdominal surgery and potential value of multifrequency bioimpedance measurements *British Journal of Surgery* 2006; 93: 354–361.
18. Moore FD. *Metabolic Care of the Surgical Patient*. W. B. Saunders: Philadelphia, 1959.
19. Moore FD, Brennan MF. Surgical injury: body composition, protein metabolism and neuro-endocrinology. In *Manual of Surgical Nutrition*, Ballinger W, Collin J (eds). W. B. Saunders: Philadelphia, 1975; 169–202.
20. Doherty M, Buggy DJ (2012) Intraoperative fluids: how much is too much? *Br J Anaesth* 109: 69–79
21. Brandstrup B, Tonnesen H, Beier-Holgersen R, Hjortso E, Ording H, et al. (2003) Effects of intravenous fluid restriction on postoperative complications: comparison of two perioperative fluid regimens: a randomized assessor-blinded multicenter trial. *Ann Surg* 238: 641–648.
22. Lobo DN, Bostock KA, Neal KR, Perkins AC, Rowlands BJ, et al. (2002) Effect of salt and water balance on recovery of gastrointestinal function after elective colonic resection: a randomised controlled trial. *Lancet* 359: 1812–1818.
23. Lang K, Boldt J, Suttner S, Haisch G (2001) Colloids versus crystalloids and tissue oxygen tension in patients undergoing major abdominal surgery. *Anesth Analg* 93: 405–409, 403rd contents page.
24. Lowell JA, Schifferdecker C, Driscoll DF, Benotti PN, Bistrian BR (1990) Postoperative fluid overload: not a benign problem. *Crit Care Med* 18: 728–733.
25. Moller AM, Pedersen T, Svendsen PE, Engquist A (2002) Perioperative risk factors in elective pneumonectomy: the impact of excess fluid balance. *Eur J Anaesthesiol* 19: 57–62.
26. Holte K, Kehlet H (2006) Fluid therapy and surgical outcomes in elective surgery: a need for reassessment in fast-track surgery. *J Am Coll Surg* 202: 971–989.
27. Sinclair S, James S, Singer M (1997) Intraoperative intravascular volume optimisation and length of hospital stay after repair of proximal femoral fracture: randomised controlled trial. *BMJ* 315: 909–912.
28. Frumento RJ B-GE (2003) Newman MF. *Perioperative organ protection*. Baltimore: Lipincott Williams and Wilkins. 1–27.

29. Lyons FM, Meeran K (1997) The physiology of the endocrine system. *Int Anesthesiol Clin* 35: 1–21.
30. Yu C.M., Wang L., Chau E. et al. Intrathoracic impedance monitoring in patients with heart failure: correlation with fluid status and feasibility of early warning preceding hospitalization // *Circulation*. 2005 Aug 9; 112 (6): 841—8. Epub 2005 Aug 1.
31. Иванов Г.Г., Котлярова Л.В., Грибанов А.Н., Дворников В.Е. Оценка водных секторов организма методом биоимпедансной спектроскопии и зависимость от пола, возраста и антропометрических данных // Восьмая научно-практическая конференция. Главный клинический госпиталь МВД России. — М., 2006. — С. 95—106.
32. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека // 2006. — М.: Наука. — С. 102—128.
33. А.А. Павлович, М.С. Озерова, М.А. Панина, С.Н. Кислая, В.Е. Дворников, Г.Г. Иванов Анализ нарушений баланса водных секторов Организма при остром инфаркте миокарда методом биоимпедансометрии Вестник РУДН, серия Медицина, 2008, № 1 57-64.
34. Bennett J, McDonald T, Lieblich S, Piecuch J, Perioperative rehydration in ambulatory anesthesia for dentoalveolar surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1999;88:279-284.
35. Boland MR, Noorani A, Varty K, Coffey JC, Agha R, Walsh SR, Perioperative fluid restriction in major abdominal surgery: systematic review and metaanalysis of randomized, clinical trials, *World J Surg*, 2013;37:1193-202.
- 36.36. Chappell D, Jacob M, Hofmann-Kiefer K, Conzen P, Rehm M, A rational approach to perioperative fluid management, *Anesthesiology*. 2008;109:723-740.
37. Hoyer RC, Bennett SH, Geelhoed GW, Gorschboth C. Fluid volume and albumin kinetics occurring with major surgery. *JAMA* 1972; 222: 1255–1261.
38. Moss G. The role of albumin in nutritional support. *J Am Coll Nutr* 1988; 7: 441–442.
39. Ernstbrunner M, Kostner L, Kimberger O, Wabel P, Saemann M, et al. (2014) Bioimpedance Spectroscopy for Assessment of Volume Status in Patients before and after General Anaesthesia. 1-8.
40. Сара Л. Джонс, Аико Танака, Гленн М. Иствуд и.д. Биоэлектрический векторный анализ импеданса больных в критическом состоянии: проспективное, clinician- ослепило исследование *Critical Care* (2015) 19: 290.
41. Brady M. C., Kinn S., Stuart P., Ness V. Preoperative fasting for adults to prevent perioperative complications (Review). The Cochrane Collaboration. US, New Jersey, John Wiley & Sons, 2010. 157 p.

42. Brady M. C., Kinn S., Stuart P., Ness V. Preoperative fasting for adults to prevent perioperative complications (Review). The Cochrane Collaboration. US, New Jersey, John Wiley & Sons, 2010. 157 p.
43. Brady M. C., Kinn S., Stuart P., Ness V. Preoperative fasting for adults to prevent perioperative complications (Review). The Cochrane Collaboration. US, New Jersey, John Wiley & Sons, 2010. 157 p.
44. Л.Н. Рахматуллина, К.Я. Гуревич. Применение биоимпедансного монитора состава тела в клинической практике у диализных больных. Нефрология. 2013. Том 17. №4.