

Биоимпедансометрия в комплексе предоперационного обследования в детской гематологии (обзор литературы)

А. В. Курлыкин, А. Н. Константинова, В. А. Якименко, Ю. Г. Овсянников

Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева, г. Москва

Цель обзора: оценка возможности использования медицинских технологий, основанных на применении биоимпеданса, для определения вероятных периоперационных рисков у пациентов с заболеваниями крови.

Основные положения. Диагностические методики на основе импеданса позволяют неинвазивно мониторировать гемодинамику, оценивать и оптимизировать респираторную поддержку у пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом. Количественный анализ состава тела используют в терапии нутритивных расстройств. Мониторинг водных секторов организма актуален в анестезиологии и при проведении почечно-заместительной терапии. Импедансометрия помогает выявить больных с высоким риском осложнений при трансплантации гемопоэтических стволовых клеток.

Заключение. Использование метода биоимпедансометрии при предоперационном обследовании детей с гематологическими заболеваниями позволит существенно снизить риски анестезиологического пособия и повысить безопасность лечебных и диагностических манипуляций.

Ключевые слова: биоимпедансометрия, анализ состава тела, реография, электромиография, анестезия, инфузионная терапия, дети.

Bioimpedance Analysis as Part of Pre-Surgery Examination in Pediatric Hematology: Literature Review

A. V. Kurlykin, A. N. Konstantinova, V. A. Yakimenko, Yu. G. Ovsyannikov

Dmitry Rogachyov Federal Scientific and Clinical Center for Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Moscow

Objective of the Review: To evaluate the possibility of using medical techniques based on bioimpedance measurements to assess the potential perioperative risks in patients with hematological disorders.

Key Points: Diagnostic techniques based on bioimpedance measurements are noninvasive tools that help monitor hemodynamics and also assess and optimize respiratory support in patients with acute respiratory-distress syndrome. A quantitative body-composition analysis is used in the treatment of nutritional disorders. Monitoring body-water compartments is useful in providing anesthesia and renal-replacement therapy. Bioimpedance measurements help identify patients who are at high risk of complications associated with hematopoietic stem-cell transplantation.

Conclusion: In children with hematological disorders, bioimpedance measurements, taken as part of a preoperative examination, will help significantly reduce anesthesia-related risks and increase the safety of therapeutic and diagnostic procedures.

Keywords: bioimpedance measurements, body-composition analysis, rheography, electromyography, anesthesia, infusion therapy, children.

Первичный диагностический поиск при дифференциальной диагностике заболевания направлен на выявление отклонений различных параметров от референсных значений. В настоящее время для определения интенсивности патологического процесса используют большое число лабораторных и инструментальных методов. К сожалению, выявление конкретного заболевания и определение степени его тяжести не всегда сопровождаются комплексной оценкой организма больного.

Цель обзора: совершенствование предоперационного обследования состояния больного на основе анализа количественных изменений в органах и тканях.

Использование количественных моделей состава тела позволяет систематизировать уровень и степень морфологических изменений. Последнее приобретает особое значение в анестезиологическом обеспечении детей с гематологическими заболеваниями. В зависимости от целей исследований принято рассматривать двухкомпонентную (жировая масса тела + безжировая масса тела), трехкомпонентную (жировая масса тела + общая вода организма + сухая масса

тела без жира), четырех- и многокомпонентные модели состава тела. В клинической практике наиболее распространена многокомпонентная модель, учитывающая уровни организации биологической системы: от химического элемента до организма в целом (табл.).

Диагностические методики оценки элементного состава тела связаны с измерением концентраций химических элементов в образцах биологических жидкостей и тканей [11]. В зависимости от поставленной задачи эталонными методами оценки содержания различных компонентов состава тела на молекулярном уровне могут служить гидростатическая денситометрия, методы разведения, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия; возможно также сочетание методов [6].

Объективная оценка клеточного строения тела позволяет выявить активную клеточную массу (выполняющую основную метаболическую работу), внеклеточную массу тела (выполняет опорную и транспортную функции), содержание жировой ткани и другие параметры [7]. В специальной литературе метод определения естественной радиоактивности

Константинова Анна Николаевна — врач анестезиолог-реаниматолог ФГБУ «ФНКЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева». 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, д. 1. E-mail: www.mirovka88@mail.ru

Курлыкин Андрей Владимирович — врач анестезиолог-реаниматолог ФГБУ «ФНКЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева». 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, д. 1. E-mail: akurlyckin@yandex.ru

Овсянников Юрий Геннадьевич — врач анестезиолог-реаниматолог ФГБУ «ФНКЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева». 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, д. 1. E-mail: yury.ovsyannikov@fcho-moscow.ru

Якименко Владислав Андреевич — врач анестезиолог-реаниматолог ФГБУ «ФНКЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева». 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, д. 1. E-mail: Keen2000@mail.ru

Пятиуровневая многокомпонентная модель состава тела [7]

Уровень организации	Компоненты
Элементный	O, C, H, N, Ca, P, S, K, Na, Mg
Молекулярный	вода, липиды (триглицериды, фосфолипиды), безжировая масса, белки, углеводы, минеральные вещества...
Клеточный	клетки, адипоциты, внеклеточная жидкость, клеточная жидкость, клеточная масса тела, внеклеточные твердые вещества...
Тканевой	скелетные мышцы, жировая ткань (подкожная, внутренняя)...
Организм в целом	голова, шея, туловище, конечности

всего тела указывают в качестве эталона для оценки содержания внутриклеточной жидкости. Внеклеточная масса содержит около 2% общего калия и состоит из внеклеточной жидкости и внеклеточных твердых веществ. Основными при оценке массы внеклеточной жидкости являются методы разведения бромидов и хлорида натрия [8].

Эталонными методами определения состава тела на тканевом уровне признаны КТ и МРТ, позволяющие получить объемную реконструкцию тела человека. Массу тканей и внутренних органов вычисляют на основе значений их объема.

Для характеристики организма в целом используют антропометрию, подводное взвешивание, волюминометрию, метод воздушной плевтизографии и фотонное сканирование [6, 4, 8]. Однако не все перечисленные методы применимы в рутинной педиатрической практике, тем более у детей с гематологическими заболеваниями.

В биологии измерение электропроводности используют для характеристики физических свойств тканей и изучения изменений, связанных с функционированием тканей и организма в целом. Структура биологической ткани неоднородна, и значительная часть тока проходит по межклеточным пространствам. Размеры клеток разных тканей неодинаковы, кроме того, сечение межклеточных пространств также различно и подвержено изменениям (отекам, набуханию, повреждению мембран). Изучение поляризационных свойств тканей как характеристик их структурно-функциональных особенностей составляет суть широко распространенного метода биоимпедансометрии. Биоимпедансный анализ позволяет оценивать объем внутри- и внеклеточной жидкости, жировую, безжировую, клеточную и мышечную массу тела и некоторые другие параметры [3, 5, 7, 8].

В зарубежных публикациях начало практического применения биоимпедансометрии для определения состава тела человека принято связывать с работами французского анестезиолога Аугуста Луи Томассета [41]. Он первым использовал данные биоимпедансного анализа для изучения динамики общей и внеклеточной жидкости, а также предложил рассчитывать объем этих жидкостей пропорционально отношению квадрата длины тела пациента к импедансу между тыльными сторонами кисти и диагонально расположенной стопы на частотах 1000 кГц и 5 кГц.

Электрический импеданс Z биологических тканей имеет два компонента: активное (R) и реактивное (X_c) сопротивление, — которые связаны соотношением:

$$Z^2 = R^2 + X_c^2.$$

Субстратом активного сопротивления являются биологические жидкости (вне- и внутриклеточная), обладающие ионным механизмом проводимости. Субстратом реактивного

сопротивления выступают клеточные мембраны. Для оценки количества общей воды организма, безжировой и скелетно-мышечной массы тела используют значения активного сопротивления на частоте 50 кГц, а внеклеточной жидкости — на частоте 5 кГц. По величине реактивной составляющей импеданса рассчитывают значения основного обмена и активной клеточной массы [6, 8].

Биоимпедансометрия привлекает неинвазивностью, точностью, мобильностью, возможностью использования в режиме мониторинга, а также низкой стоимостью. Эти характеристики позволяют рассматривать метод в качестве дополнительного направления обследования ребенка с гематологическим заболеванием.

Медицинские технологии, основанные на измерении электрического импеданса тканей пациента

1. Реография (bioimpedance cardiology) — метод исследования сердечной деятельности, основанный на измерении изменений полного электрического сопротивления (импеданса) грудной клетки, связанных с динамикой кровенаполнения сердца и крупных сосудов в течение сердечного цикла. Реографию применяют для изучения гемодинамики в малом круге кровообращения и фазового анализа сердечного цикла.

Центральный объем кровообращения и ударный объем легко измерить и интерпретировать. В ситуациях, связанных с угрозой отека легких, эти показатели позволяют оценить текущее состояние крови и скорость развития опасных тенденций в изменении типа кровообращения [8, 31]. Патологические изменения в системе кровотока неизбежно сопровождаются гемодинамической компенсацией с возможностью развития как гипердинамического, так и гиподинамического типа кровотока. Результаты ранее проведенных исследований позволяют целенаправленно корректировать АД и гемодинамический статус при гипертонической болезни, выявляя индивидуальные гемодинамические модуляторы [32, 44].

Сочетание реографии с другими методами эффективно при оценке риска неблагоприятных исходов в ургентной кардиологии и онкологической практике, а также при критических ситуациях, обусловленных развитием травматического шока [2, 17, 20, 43]. Метод обеспечивает непрерывный и неинвазивный мониторинг сердечного выброса, не зависящий от личности оператора [32].

2. Импедансная томография (electrical impedance tomography) — техника визуализации пространственного распределения электрических свойств биологической ткани посредством неинвазивного электрического зондирования. Вследствие низкого пространственного разрешения по качеству изображений срезов тела импедансная томография

уступает КТ. Преимущества метода: неинвазивность, отсутствие ионизирующего излучения и возможность оценивать поляризационные свойства легочной ткани в режиме мониторинга. Импедансная томография позволила оценить соотношение вентиляции/перфузия у пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом [22, 40] и оптимизировать параметры вентиляции легких [28, 30].

3. Анализ состава тела (*body composition analyses*). Суточные колебания массы тела, ката- или анаболическая направленность обусловлены мышечной деятельностью, калорийностью и качеством пищи, а также индивидуальными особенностями водно-солевого обмена [5, 10, 26]. Оценка нутритивного статуса является наиболее популярной областью применения биоимпедансных исследований. Примерно 80% биоимпедансных приборов используют диетологи, а также косметологи и другие специалисты в сложившейся индустрии коррекции фигуры и массы тела [8].

Биоимпедансные анализаторы состава тела позволяют количественно оценить содержание жировой, тощей, активной клеточной массы в организме, а также внутриклеточной, внеклеточной, интерстициальной и общей жидкости организма с возможностью определения этих параметров отдельно по регионам — в туловище и в каждой конечности.

Активное использование методики помогает в оценке физического развития детей и подростков, а также в подготовке профессиональных спортсменов [29, 33, 34, 37].

В настоящее время ожирение признано одним из самых распространенных хронических заболеваний: по данным ВОЗ, к началу XXI века избыточную массу имели около 30% населения [1]. Отсутствие диетологического контроля и коррекции образа жизни постепенно приводит к развитию метаболического синдрома, манифестации сахарного диабета II типа и сердечно-сосудистым заболеваниям. Методика позволяет выявить скрытые формы ожирения: увеличение жировой массы тела с одновременным снижением безжировой массы без существенных изменений общей массы тела, вследствие чего значение ИМТ при повышенной и даже высокой процентной доле жировой массы остается в пределах половозрастной нормы [9]. При хирургическом лечении ожирения с помощью биоимпеданса определяют эффективность оперативных вмешательств [24, 36, 42].

Сочетание биоимпедансометрии и объемных измерений конечностей применяют для оценки периферического сосудистого кровотока с целью выявления и ранней терапии скрытой ишемии нижних конечностей [23].

4. Биоимпедансная спектроскопия (*bioimpedance spectrometry*) — неинвазивный способ оценки характеристик поверхностных тканей (на глубину до сантиметра, не только на наружных поверхностях, но и в полостях, в трубчатых органах) по ряду измеренных на различных частотах величин импеданса. Как правило, используют небольшие

локальные датчики-электроды, конструкция которых специфична для каждой области исследования.

Как показал анализ опубликованных данных, применение метода обеспечивает мониторинг водных секторов организма при анестезиологическом пособии [27], помогает оптимизировать диализную тактику и прогнозировать летальность у больных с хронической почечной недостаточностью [34, 35]. Возможность выявления локальных изменений в верхних конечностях позволила использовать биоимпедансную спектроскопию для диагностики и терапевтического контроля вторичной лимфедемы: в страдающей руке отмечено повышение содержания жировой ткани, не связанное с общим ожирением [25, 38].

Экспериментальным путем установлена возможность применения биоимпедансометрии для дифференциации здоровой и опухолевой ткани [9]. Оценка импеданса желудка, пораженного злокачественной опухолью, продемонстрировала статистически значимое отличие пораженных тканей от здоровых [12], что определило целесообразность использования данных биоимпедансометрии во время рассечения, определения границ поражения и удаления пораженных тканей. При развитии доброкачественных или злокачественных опухолей в молочной и щитовидной железах удалось выявить статистически значимые изменения показателей [3]. Как самостоятельный метод диагностики рака метод электроимпедансной томографии в настоящее время не применяют, но он пригоден при скрининговом обследовании с целью выявления онкозаболеваний молочных желез [21].

Практическое применение методики у гематологов больных, нуждающихся в трансплантации стволовых клеток, не только позволило оптимизировать диетологическое сопровождение, но и выявило дополнительные критерии, определяющие высокий риск осложнений в раннем посттрансплантационном периоде и риск гипопункции трансплантата [13–16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогнозирование риска развития гиповолемии — одна из значимых задач реанимационно-анестезиологического сопровождения [32, 39], столь же актуальная при обеспечении малоинвазивных манипуляций [2, 17].

В сравнении со «взрослой» медициной, лечебно-диагностический процесс в детской онкологии и гематологии предполагает значительно большее участие анестезиолога [18, 19].

Каждое из перечисленных направлений практического применения биоимпедансометрии специализировано для той или иной области клинической медицины. По нашему мнению, очевидна и перспективность использования метода в анестезиологическом предоперационном обследовании детей с гематологическими заболеваниями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянов А. П. Ожирение у детей и подростков: клинико-метаболические особенности, лечение, прогноз и профилактика осложненной. Дис. ... докт. мед. наук. Саратов, 2009. С. 5.
2. Александров М. И., Спиридонова Е. А., Переходов С. Н., Бобринская И. Г. и др. Неинвазивная оценка гемодинамического статуса в комплексе предоперационного обследования больных колоректальным раком // *Общая реаниматология*. 2014. Т. X. № 3. С. 40–51.
3. Белик Д. В. Импедансная электрохирургия (аппараты и особенности применения). Новосибирск: Наука, 2000. С. 67–68.
4. Бондаренко Н. И., Каплан М. А. Изучение состава тела здорового человека посредством определения клеточной и внеклеточной массы по калию-40 методом радио-

метрии всего тела // *Вопр. антропологии*. 1978. Вып. 59. С. 48–57.

5. Горн М. М., Хейтц У. И., Сверинген П. Л. при участии Вебер К. С. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс (краткое руководство) / Пер. с англ. СПб. — М.: Невский диалект — БИНОМ, 1999. 320 с.
6. Мартиросов Э. Г., Николаев Д. В., Руднев С. Г. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука, 2006. С. 36–37.
7. Николаев Д. В., Смирнов А. В., Бобринская И. Г., Руднев С. Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука, 2009. С. 23–29, 36, 37.
8. Николаев Д. В., Смирнов А. В., Тарнакин А. Г., Гвоздиков Е. А. Применение биоимпедансных технологий в медицинской практи-

- ке. // IV Науч.-практ. конф. «Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы». Москва, 23 марта 2002 г. М., 2002. С. 198–204.
9. Панченков Д. Н., Леонов С. Д., Родин А. В. Разработка алгоритма биоимпедансного анализа новообразований на модели перевиваемой опухоли РС-1 в эксперименте // *Вестн. эксперим. и клин. хирургии*. 2013. Т. VI. № 3. С. 288–291.
 10. Петухов А. Б. Биоимпедансометрический спектральный анализ: возможности и перспективы использования метода в практической диетологии // *Вопр. питания*. 2004. Т. 73. № 2. С. 34–37.
 11. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: Оникс 21 век, 2004. 216 с.
 12. Хачатрян А. П., Чернова Л. Н., Торнуев Ю. В. Новый экспресс-метод ранней диагностики рака желудка при гастроскопии // *Сиб. журн. гастроэнтерологии и гепатологии*. 1997. Т. 1. № 5. С. 255.
 13. Цейтлин Г. Я., Ващура А. Ю., Коновалова М. В., Балашов Д. Н. и др. Значение биоимпедансного анализа и антропометрии для прогнозирования осложнений у детей с онкологическими и неонкологическими заболеваниями после трансплантации гемопоэтических стволовых клеток // *Онкогематология*. 2013. № 3. С. 48–54.
 14. Цейтлин Г. Я., Ващура А. Ю., Коновалова М. В., Скоробозатова Е. В. и др. Нутритивный статус и тканевый состав тела у детей после трансплантации гемопоэтических стволовых клеток // *Онкогематология*. 2011. № 4. С. 27–33.
 15. Цейтлин Г. Я., Коновалова М. В., Анисимова А. В., Ващура А. Ю. и др. Сравнительное биоимпедансное исследование состава тела детей с различными формами онкологических заболеваний в состоянии ремиссии // *Онкогематология*. 2013. Т. 8. № 3. С. 48–54.
 16. Цейтлин Г. Я., Румянцев А. Г., Ващура А. Ю., Коновалова М. В. и др. Нутритивный статус и состояние основного обмена у детей после трансплантации гемопоэтических стволовых клеток // *Дет. онкология*. 2012. № 3. С. 13–14.
 17. Чернозубенко А. В., Спиридонова Е. А., Шаршов Ф. Г., Румянцев С. А. и др. Оценка влияния межгоспитальной транспортировки на гемодинамический статус у детей с тяжелой травмой // *Медицина критических состояний*. 2013. № 5–6. С. 45–48.
 18. Щукин В. В., Спиридонова Е. А., Лазарев В. В., Харькин А. В. и др. Анестезиологическое обеспечение малоинвазивных вмешательств в детской онкогематологии: протокол предоперационной подготовки больного // *Онкогематология*. 2013. № 3. С. 22–26.
 19. Щукин В. В., Харькин А. В., Спиридонова Е. А., Лазарев В. В. и др. Анестезиологическое обеспечение малоинвазивных вмешательств в детской онкогематологии: возможности и ограничения ингаляционной и внутривенной анестезии // *Онкогематология*. 2013. № 4. С. 32–36.
 20. Ablonskytė-Dūdonienė R., Bakšytė G., Čeponienė I., Kriščiukaitis A. et al. Impedance cardiography and heart rate variability for long-term cardiovascular outcome prediction after myocardial infarction // *Medicina (Kaunas)*. 2012. Vol. 48. N 7. P. 350–358.
 21. Akhtari-Zavare M., Latiff L. A. Electrical impedance tomography as a primary screening technique for breast cancer detection // *Asian Pac. J. Cancer Prev*. 2015. Vol. 16. N 14. P. 5595–5597.
 22. Baumgardner J. E., Hedenstierna G. Ventilation/perfusion distributions revisited // *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2016. Vol. 29. N 1. P. 2–7.
 23. Breen P. P., Gargiulo G. D. Hemodynamic monitor for rapid, cost-effective assessment of peripheral vascular function // *Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. 2014. P. 4795–4798.
 24. Dubnov-Raz G., Inge T. H., Ben-Ami M., Pienik R. et al. Body composition changes in adolescents after laparoscopic sleeve gastrectomy // *Surg. Obes. Relat. Dis*. 2016. Vol. 12. N 2. P. 322–329.
 25. Dylke E. S., Ward L. C., Meerkink J. D., Nery L. et al. Tissue composition changes and secondary lymphedema // *Lymphat. Res. Biol*. 2013. Vol. 11. N 4. P. 211–218.
 26. Elia M. Measurement of total body water in patients with short-bowel syndrome // *Nutrition*. 2001. Vol. 17. N 5. P. 424–425.
 27. Ernstbrunner M., Kostner L., Kimberger O., Wabel P. et al. Bioimpedance spectroscopy for assessment of volume status in patients before and after general anaesthesia // *PLoS One*. 2014. Vol. 9. N 10. P. e111139.
 28. Gong B., Krueger-Ziolek S., Moeller K., Schullcke B. et al. Electrical impedance tomography: functional lung imaging on its way to clinical practice? // *Expert Rev. Respir. Med*. 2015. Vol. 9. N 6. P. 721–737.
 29. Gutiérrez R., Aldea L., Cavia Mdel M., Alonso-Torre S. R. Relation between the body composition and the sports practice in teenager // *Nutr. Hosp*. 2015. Vol. 32. N 1. P. 336–345.
 30. Hsu C. F., Cheng J. S., Lin W. C., Ko Y. F. et al. Electrical impedance tomography monitoring in acute respiratory distress syndrome patients with mechanical ventilation during prolonged positive end-expiratory pressure adjustments // *J. Formos. Med. Assoc*. 2016. Vol. 115. N 3. P. 195–202.
 31. Jakovljević D. G., Trenell M. I., MacGowan G. A. Bioimpedance and bioreactance methods for monitoring cardiac output // *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol*. 2014. Vol. 28. N 4. P. 381–394.
 32. Lorne E., Mahjoub Y., Diouf M., Slegheem J. et al. Accuracy of impedance cardiography for evaluating trends in cardiac output: a comparison with oesophageal Doppler // *Br. J. Anaesth*. 2014. Vol. 113. N 4. P. 596–602.
 33. Matias C. N., Monteiro C. P., Santos D. A., Martins F. et al. Magnesium and phase angle: a prognostic tool for monitoring cellular integrity in judo athletes // *Magnesian Res*. 2015. Vol. 28. N 3. P. 92–98.
 34. Matias C. N., Santos D. A., Júdice P. B., Magalhães J. P. et al. Estimation of total body water and extracellular water with bioimpedance in athletes: A need for athlete-specific prediction models // *Clin. Nutr*. 2016. Vol. 35. N 2. P. 468–474.
 35. Montgomery L. D., Gerth W. A., Montgomery R. W., Lew S. Q. et al. Monitoring intracellular, interstitial, and intravascular volume changes during fluid management procedures // *Med. Biol. Eng. Comput*. 2013. Vol. 51. N 10. P. 1167–1175.
 36. Ngho C. L., So J. B., Tiong H. Y., Shabbir A. et al. Effect of weight loss after bariatric surgery on kidney function in a multiethnic Asian population // *Surg. Obes. Relat. Dis*. 2015. pii: S1550-7289(15)00288-9.
 37. Rodríguez Valero F. J., Gualteros J. A., Torres J. A., Umbarila Espinosa L. M. et al. Association between muscular fitness and physical health status among children and adolescents from bogotá, Colombia // *Nutr. Hosp*. 2015. Vol. 32. N 4. P. 1559–1566.
 38. Shah C., Vicini F., Beitsch P., Laidley A. et al. The use of bioimpedance spectroscopy to monitor therapeutic intervention in patients treated for breast cancer related lymphedema // *Lymphology*. 2013. Vol. 46. N 4. P. 184–192.
 39. Spiridonova E., Roumiantsev S., Sharshov F., Prometnoy D. et al. The reaction of blood circulation system on severe mechanical inguinal hernias in childhood // *Shock*. 2013. Vol. 40. N 1. P. 30.
 40. Stankiewicz-Rudnicki M., Gaszyński T., Gaszyński W. Assessment of regional ventilation in acute respiratory distress syndrome by electrical impedance tomography // *Anaesthesiol. Intensive Ther*. 2015. Vol. 47. N 1. P. 77–81.
 41. Thomasset A. Bioelectric properties of tissue. Impedance measurement in clinical medicine. Significance of curves obtained // *Lyon Med*. 1962. Vol. 94. P. 107–118.
 42. Vahidi H., Talebpour A., Tabatabaie O., Talebpour M. Changes in the body composition after laparoscopic gastric plication: a short-term prospective case series // *Surg. Obes. Relat. Dis*. 2015. pii: S1550-7289(15)00811-4.
 43. Valle R., Aspromonte N. Use of brain natriuretic Peptide and bioimpedance to guide therapy in heart failure patients // *Contrib. Nephrol*. 2010. Vol. 164. P. 209–216.
 44. Viigimaa M., Talvik A., Wojciechowska W., Kawecka-Jaszcz K. et al. Identification of the hemodynamic modulators and hemodynamic status in uncontrolled hypertensive patients // *Blood Press*. 2013. Vol. 22. N 6. P. 362–370. 

Библиографическая ссылка:

Курлыкян А. В., Константинова А. Н., Якименко В. А., Овсянников Ю. Г. Биоимпедансометрия в комплексе предоперационного обследования в детской гематологии (обзор литературы) // *Доктор.Ру. Гематология*. 2016. № 5 (122). С. 36–39.