

УДК 616–089.168.1–06

**ТРАДИЦИОННЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ  
ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЭНЕРГООБМЕНА  
У БОЛЬНЫХ В КРИТИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ**

Кулинич Олеся Владимировна  
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,  
Краснодар, Россия*

Дашевский Сергей Петрович  
*ГБУ РО «Ростовская областная клиническая  
больница», Ростов-на-Дону, Россия*

Статья посвящена современным проблемам диагностики энергодифицитных состояний. Установлено, что неинвазивный мониторинг функционального состояния организма методом регистрации постоянного потенциала позволяет оптимизировать проводимую интенсивную терапию и оценивать ее эффективность.

Ключевые слова: ЭНЕРГОДЕФИЦИТНЫЕ СОСТОЯНИЯ, НУТРИЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА, ПОСТОЯННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

UDC 616–089.168.1–06

**TRADITIONAL AND INNOVATIVE  
APPROACHES TO STUDY OF ENERGY  
EXCHANGE IN PATIENTS WITH CRITICAL  
STATE**

Kulinich Olesya Vladimirovna  
*SBIHC «Krai clinic hospital Nr 2», Krasnodar,  
Russia*

Dashevskiy Sergey Petrovich  
*SBIHC RA «Rostov area clinic hospital»,  
Rostov-on-Don, Russia*

This article presented the update problems of malnutrition condition diagnostics. It was established that the non-invasive monitoring of organism functional status by recording the direct current potential allowed to optimize the ongoing intensive therapy and to evaluate its efficacy.

Key words: MALNUTRITION, NUTRITION SUPPORT, CONSTANT CURRENT POTENTIAL

Наименее изученной частью комплекса универсальных патофизиологических сдвигов, характеризующих критическое состояние, остается метаболическая составляющая, хотя наиболее часто в литературе упоминается о таких особенностях обмена веществ при системной воспалительной реакции, как гиперметаболизм, неадекватное потребление энергосубстратов и пластического материала, белковый катаболизм, резистентность к экзогенному введению обычных (натуральных) питательных веществ – макро- и микронутриентов [1, 2]. Адекватная нутриционная поддержка является важным компонентом для больных в критических состояниях, поскольку она играет значительную роль в процессах заживления ран, в поддержании функции иммунной системы, предупреждении катаболизма скелетных мышц и, возможно, снижении бактериальной транслокации из просвета кишечника [3]. Наряду с этим, ранняя адекватная современная нутриционная поддержка, представленная различными сочетаниями методик парентерального и энтерального питания, является на настоящем этапе развития медицины наиболее эффективным методом коррекции расстройств белкового и энергетического обмена.

По данным института питания РАМН, большое число поступающих в стационары больных имеют существенные нарушения пищевого статуса, проявляющиеся истощением – у 20 %, нарушениями липидного обмена – у 50 %. До 90 % пациентов имеют признаки гипо- и авитаминоза, у более 50 % обнаруживаются изменения иммунного статуса, а это, в свою очередь, увеличивает риск развития септических и инфекционных осложнений, сроки пребывания в стационаре, повышает летальность и снижает экономическую эффективность проводимой терапии.

Коррекция расстройств энергетики организма (устранение энергодефицита) является обязательным компонентом в лечении большинства патологических процессов, позволяющим избежать

ухудшения состояния пациента (развитие СПОН и других грозных осложнений) и, соответственно, сократить время пребывания в стационаре. Это обуславливает потребность в доступной, быстрой и высокоинформативной диагностике.

Несмотря на очевидную важность для здоровья пациентов состояния энергетики организма, должный диагностический контроль его показателей, а также их коррекция не отлажены в диагностических и лечебных учреждениях. Кроме того, необходимо учитывать временную организацию систем энергетического обмена [4].

На сегодняшний день для оценки энергетической недостаточности используются многочисленные биохимические тесты. Однако такие факторы, как трудоемкость, большие временные затраты, необходимость в специальных лабораторных условиях, инструментарии и реактивах, высокие требования к забору и хранению крови, а также определения показателей гемодинамики и низкая воспроизводимость исследований обуславливают непригодность использования этих способов в целях экспресс-диагностики.

В настоящее время нутриционная поддержка (НП) во всех своих проявлениях – энтеральном, парентеральном, фармакологическом питании – является обязательной составляющей лечебного процесса, позволяющей с помощью относительно физиологичных воздействий корригировать сложнейшие метаболические расстройства и поддерживать в течение длительного времени жизнедеятельность реанимационного больного [5, 6, 7]. Раннее начало нутриционной поддержки (24–36 ч) признано более эффективным, чем с 3–4 суток интенсивной терапии. Особенно это касается протоколов раннего и позднего начала энтерального питания [3, 8]. Эффективность нутриционной поддержки у реанимационных больных доказана уменьшением частоты госпитальной инфекции, длительности системной воспалительной реакции, продолжительности ИВЛ, расхода

препаратов и компонентов крови, длительности пребывания больного в ОРИТ [9]. В рандомизированном контролируемом проспективном исследовании R.H. Bartlett (1992) было показано, что у тех хирургических реанимационных больных, которые ежедневно недополучали энергосубстраты, суммарный их дефицит за десять суток составил 10000 ккал [10]. В данной группе была отмечена высокая летальность (75 % против 26 % в группе с положительным энергобалансом), достоверно более высокая длительность искусственной вентиляции легких и койко-дней в отделении интенсивной терапии. Непосредственно при сепсисе биоэнергетическая недостаточность развивается вследствие сложных метаболических изменений, обусловленных медиаторами и гормонами.

Нарушения питания имеют четкую связь со снижением как клеточного, так и гуморального иммунитета, что приводит к повышению чувствительности к инфекциям [11]. Результаты многочисленных исследований показали, что адекватное питание необходимо для поддержания нормальной функции иммунной системы, что позволяет снизить как число осложнений, так и летальность [12].

На сегодняшний день хорошо изучены и освящены общие положения нутриционной поддержки и некоторые частные вопросы (показания и противопоказания к питанию больных, мониторинг проводимого питания, способы доставки нутриентов) [3, 8, 13–16]. Однако остается много спорных моментов, например, касающихся основ нутриционной поддержки (сколько и каких нутриентов необходимо больному в данную фазу течения болезни). Кроме того, прежде чем принимать решение о необходимости и объеме нутриционной поддержки, необходимо оценить степень белково-энергетической недостаточности. Энергетическая недостаточность (гипоэргоз) – исход практически любого патологического процесса, в том числе дошедшего до критического уровня, когда возникает полиорганная недостаточность, связанная с истощением энергетических

ресурсов клетки и предельной формой тканевой гипоксии [17]. Поэтому решение проблемы критических состояний (СПОН и др.) должно рассматриваться с позиций энергодефицитных состояний. Понятие гипоэргоза (энергетической недостаточности организма) включает несоответствие между потребностью организма (ткани, органа, клетки) в энергии и тем ограниченным количеством макроэргов (АТФ), которое может в данный момент использоваться для поддержания структурной целостности и функциональной активности ткани или органа.

Гипоэргоз подразделяется на гиперметаболический, гипоксический, энзиматический и субстратный. По мнению авторов, энергодефицит (гипоэргоз) может возникать вследствие: отставания ресинтеза АТФ от возрастания общего метаболизма (гиперметаболический гипоэргоз), несоответствия доставки кислорода его потреблению (гипоксический гипоэргоз), ингибирования клеточных ферментов (ферментативный гипоэргоз), недостаточного количества субстратов окисления в клетке (субстратный гипоэргоз) [17, 18].

Однако оценка фактических потребностей организма в нутриентах и энергии с помощью антропометрических, клинико-лабораторных, а также стандартных расчетных методик не дает желаемой индивидуализации проводимой нутриционной поддержки с учетом состояния энергообмена и уровня метаболизма.

В свою очередь, методика непрямой калориметрии, позволяющая более точно определять фактические потребности организма в основных нутриентах, из-за своей дороговизны (потребность в наличии соответствующего оборудования) и сложности, не нашла широкого применения. Тем более что она имеет ряд ограничений для больных в критическом состоянии: фракция кислорода во вдыхаемой смеси – не более 60 %, отсутствие потерь газовой смеси из дыхательного контура,

стабильные параметры вентиляции и увлажнения газовой смеси, стабильные уровни мочевины и бикарбоната сыворотки крови.

По данным литературы, наиболее широко, используются расчетные уравнения Харриса – Бенедикта, Клейбера, Ли, Айртона – Джонса. Однако в данных уравнениях следует учитывать возможные существенные отклонения (от 70 до 140 %) от показателей метаболического мониторинга [14–16]. Наиболее часто в клинической практике используют эмпирический подход в определении потребности в энергии: 20–25 ккал/кг в сутки – при невыраженном стрессе; 25–30 ккал/кг в сутки при стрессе средней тяжести (политравме, ЧМТ, тяжелом сепсисе); 35–40 ккал/кг в сутки при тяжелом стрессе (тяжелой ожоговой травме) [19]. При этом важное для эффективного синтеза эндогенного белка метаболическое соотношение небелковые калории / общий азот варьирует в диапазоне 1 г азота к 110–130 килокалориям. Углеводы не должны вводиться в дозе более 6 г/кг/сут., иначе могут развиваться спонтанная гипергликемия и активизироваться процессы катаболизма скелетной мускулатуры. Суточная нагрузка липидами составляет 0,5–1 г/кг/сут. [20]. Потребность в белковых субстратах – 1,5 г/кг/сут. При проведении нутриционной поддержки также необходим метаболический мониторинг, включающий: расчет показателя основного обмена, оценку суточных потерь азота с мочевыми и немочевыми потерями, истинного потребления кислорода, степени гиперкатаболизма, истинной потребности в энергии [21]. Согласно вышеизложенному, мы полагаем, что существующие в настоящий момент методы определения энергопотребности либо сложны в исполнении, либо недостоверны, а методы мониторинга качества нутриционной поддержки не позволяют в режиме реального времени отслеживать изменения в нутритивном статусе пациента. Мы считаем, что именно сложностями расчетов и мониторинга объясняется отсутствие преемственности между хирургами и реаниматологами (что повышает частоту повторных

поступлений ранее переведенных в хирургическое отделение больных в отделение интенсивной терапии) и системного подхода к нутриционной поддержке.

Доказана детерминирующая роль сверхмедленных биопотенциалов в формировании адаптивных и компенсаторных реакций при стресс-воздействии в норме и патологии, включая критические состояния, что убедительно продемонстрировано в ряде прикладных исследований [22–30]. Неинвазивный мониторинг функционального состояния организма методом регистрации постоянного потенциала позволяет оптимизировать проводимую интенсивную терапию, а осуществление контроля его функционального состояния метаболизма (минимум 1–2 раза в сутки) позволяет оценить эффективность проводимой терапии и своевременно изменить тактику лечения [25, 33]. В ранее проведенных исследованиях корреляционные связи подтверждают наличие тесной сопряженности СМБП с метаболическими процессами, а также с нарушениями системы гемостаза [25, 26, 27, 31, 32]. Это позволяет с помощью мониторинга динамично, неинвазивно оценивать состояние энергообмена и тип энергодефицита, способствовать экономному расходованию препаратов и/или компонентов аллогенной крови и, в конечном итоге, ускорять выздоровление [25, 26, 27, 34].

Развитие технологий нутритивной поддержки в последние годы, с одной стороны, способствует активному внедрению методов энтерального и парентерального питания в клиническую практику интенсивной терапии, с другой – формирует новый взгляд как на возможности энтеральной и парентеральной поддержки, так и на коррекцию сложных метаболических расстройств при синдроме системной воспалительной реакции (ССВР). В представленной статье мы выделили основные традиционные способы оценки фактических потребностей организма в нутриентах с помощью антропометрических, клинико-лабораторных и стандартных расчетных

методик таких, как уравнения Харриса – Бенедикта, Клейбера, Ли, Айртона – Джонса. Однако данный подход не обеспечивает желаемую индивидуализацию проводимой нутриционной поддержки. Поэтому необходимо стремиться воплощать инновационные принципы, в частности метод регистрации постоянного потенциала и непрямой калориметрии, в практику клинического питания, что в настоящее время является важнейшей задачей отечественной медицины критических состояний, без решения которой дальнейший прогресс в этой области невозможен.



### Список литературы

1. *Карли Ф.* Метаболический ответ на острый стресс // Освежающий курс лекций по анестезиологии и реаниматологии: сб. науч. тр. – Архангельск, 1996. – С. 31–33.
2. *Cerra F.* Applied nutrition in ICU patients: a consensus statement of the American College of Chest Physicians // *Chest*. – 2004. – Vol. 111. – P. 769–778.
3. ESPEN/ESPGHAN Guidelines on parenteral nutrition // *Clinical Nutrition*. – 2006; 25: 177–360.
4. *Комаров Ф.И., Рапопорт С.И.* Хронобиология и хрономедицина. – М.: Триада-Х, 2000. – 488 с.
5. *Heyland D.K.* Total parenteral nutrition in the critically ill patient: a meta-analysis / D. K. Heyland, S. MacDonald, L. Keefe // *JAMA*. – 1998. – Vol. 280. – P. 2013–2019.
6. Современная нутритивная поддержка в хирургии и интенсивной терапии. Стандартные алгоритмы и протоколы: Руководство для врачей / И.Н. Лейдерман, А.Л. Левит, Д.А. Левит и др. – Екатеринбург, 2004. – С. 37.
7. *Лейдерман И.Н.* Динамический метаболический мониторинг как основа проведения нутритивной поддержки при острой церебральной недостаточности сосудистого генеза / И.Н. Лейдерман, Н.Ш. Гаджиева, В.С. Громов // *Анестезиология и реаниматология*. – 2008. – № 2. – С. 79–81 . ISSN 0201–7563
8. *Nitenberg G.* Nutritional support in sepsis: still skeptical? / G. Nitenberg // *Current opinion in Critical Care*. – 2000. – Vol. 6. – P. 253–266.
9. *Шестопалов А.Е., Попова Т.С., Лейдерман И.Н.* Нутритивная терапия при критических состояниях: Интенсивная терапия. Национальное руководство. – М.: "Гэотар-Медиа", 2009. Т. 1, глава 2, раздел 2.7. – С. 201–229.
10. *Bartlett R.H.* Measurement of metabolism in multiple organ failure / R.H. Bartlett, R.E. Dechert, J.R. Mault // *Surgery*. – 1992. – 92:771–779.
11. *Chandra R.K.* Effect of Lactobacillus on the incidence and severity of acute rotavirus diarrhoea in infants. A prospective placebo-controlled double-blind study // *Nutrition research*. – 2002. – V. 22, № 1. – P. 65–69.
12. *Hulsewe K.W.E.* Nutritional Depletion and Dietary Manipulation; Effects on the Immune Response / K.W.E. Hulsewe, A.S. Bernadette, van Acker et al. // *World J. Surg*. – 1999. – V. 23. – № 6. – P. 536–544.
13. *Anderson A.D.* Peripheral parenteral nutrition / A.D. Anderson, D. Palmer, J. MacFie // *Br. J. Surg*. – 2003. Sep. 90(9):1048–54.
14. *Луфт В.М., Костюченко А.Л.* Энтеральное клиническое питание в интенсивной медицине: Методическое информационное письмо. – СПб., 2000. – С. 31.
15. *Луфт В.М., Костюченко А.Л.* Клиническое питание в интенсивной медицине. – СПб., 2002. – С. 173.
16. *Попова Т.С., Шестопалов А.Е., Тамазашвили Т.Ш., Лейдерман И.Н.* Нутритивная поддержка больных в критических состояниях. – М.: Издательство «М-Вести», 2002. – С. 319.
17. *Ефуни С.Н., Шнектор В.А.* Гипоксические состояния и их классификация // *Анест. и реан.* – 1981. – № 2. – С. 3–12.
18. *Максимович В.О., Солодак И.И.* Биоэнергетика при различных уровнях активности человека // *Вестник гигиены и эпидемиологии*. – 2000. Т. 4, № 2. – С. 268–271.
19. AKE Recommendations: Enteral and Parenteral Support in Adults. German-Austria, 2000. P. 84.
20. *Uehara M.* Components of energy expenditure in patients with severe sepsis and major trauma: a basis for clinical care / M. Uehara et al. // *Crit. Care Med*. – 1999. – Vol. 27. – P. 1295–1302.

21. *Лейдерман И.Н., Гаджиева Н.Ш., Левит Д.А.* Нутритивная поддержка при критических состояниях как технология интенсивной терапии // *Анестезиол. реаниматол.* – 2007. – 3: 67–69.
22. *Илюхина В.А., Заболотских И.Б.* Энергодефицитные состояния здорового и больного человека. – Спб., 1993.
23. *Заболотских И.Б.* Сверхмедленные физиологические процессы в комплексных исследованиях нормальных, компенсированных и декомпенсированных патологических состояний человека: Автореф. диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины СЗО РАМН. – Ленинград, 1988.
24. *Заболотских И.Б.* Интегрирующая роль сверхмедленных физиологических процессов в механизмах внутри- и межсистемных взаимоотношений в норме и патологии // *Кубанский научный медицинский вестник.* – 1997. – № 1–3. – С. 26–29.
25. *Заболотских И.Б., Зыбин К.Д., Курзанов А.Н., Мусаева Т.С.* Сверхмедленные биопотенциалы как способ экспресс-диагностики типа энергодефицита у реанимационных больных // *Кубанский научный медицинский вестник.* – 2009. – № 1. – С. 37–42.
26. *Мусаева Т.С., Заболотских И.Б.* Гемодинамические и метаболические аспекты восстановления после длительных абдоминальных операций в условиях общей и сочетанной анестезии // *Вестник интенсивной терапии.* – 2007. – № 5. – С. 121–126.
27. *Zabolotskikh I.B., Musaeva T.S., Grigoriev S.V.* The metabolic responses during postanesthesia recovery after prolonged abdominal surgery under total intravenous anesthesia // *European Journal of Anaesthesiology (Abstract and Programme of annual meeting of the European society of anaesthesiology. Madrid, Spain, June 3–6, 2006), 2006, Volume 23, Supplement 37.* P. 209.
28. *Zabolotskikh I.B., Musaeva T.S., Grigoriev S.V.* Recovery of temperature homeostasis and metabolism after long abdominal surgery under combined anesthesia // *European Journal of Anaesthesiology (Abstract and Programme of annual meeting of the European society of anaesthesiology. Munich, Germany, June 9–12, 2007), 2007, Volume 24, Supplement 39.* P. 152.
29. *Zabolotskikh I.B., Musaeva T.S., Grigoriev S.V.* Oxygen extraction ratio as a predictor of delayed postoperative recovery after the abdominal surgery // *European Journal of Anaesthesiology, 2008. Vol. 25, Suppl. 44.* P. 51–52.
30. *Заболотских И.Б., Зыбин К.Д., Курзанов А.Н., Мусаева Т.С.* Сверхмедленные биопотенциалы как способ экспресс-диагностики типа энергодефицита у реанимационных больных // *Кубанский научный медицинский вестник.* – 2009. – № 1. – С. 37–42.
31. *Синьков С.В., Заболотских И.Б., Величко Д.С.* Эффективность коррекции нарушений гемостаза с позиции энергодефицитных состояний // *Тромбоз, гемостаз и реология.* – 2013. – № 2 (54). – С. 46–55.
32. *Заболотских И.Б., Синьков С.В., Величко Д.С., Федоренко А.А.* Артериовенозная разница параметров гемостаза у реанимационных больных с различными типами энергодефицита // *Общая реаниматология.* – 2013. – Т. 9, № 4. – С. 23–29.
33. *Заболотских И.Б., Зыбин К.Д.* Способ контроля назначения нутриционной поддержки пациентам с панкреонекрозом. Патент на изобретение RUS 2336813 07.12.2006.
34. *Заболотских И.Б.* Физиологические основы различных функциональных состояний у здоровых и больных лиц с разной толерантностью к гиперкапнии и

гипоксии: Дисс. на соиск. ученой степ. док. мед. наук / Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова. Спб., 1993.