

2. Александров М. В. Состояние биоэлектрической активности головного мозга и психические расстройства при тяжёлых отравлениях веществами депримирующего действия: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2002. – 40 с.
3. Болдырева Г. Н. Нейрофизиологический анализ поражения лимбико-диэнцефальных структур мозга человека. – Краснодар: Экоинвест, 2009. – 232 с.
4. Вартанова И. В., Янишевский С. Н., Полушин А.Ю. и др. Вегетативное состояние // Вестн. анестезиол. и реаниматол. – 2009. – Т. 6, № 6. – С. 21-27.
5. Васильев С. А. Нейрометаболическая терапия острых тяжёлых отравлений: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2008. – 35 с.
6. Герасимов А. Н. Медицинская статистика. – М.: МИА, 2007. – 480 с.
7. Гнездицкий В. В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 624 с.
8. Диагностика смерти мозга / Под ред. И. Д. Стулина. – М.: ГОЭТАР-медиа, 2010. – 112 с.
9. Зенков Л. Р., Ронкин М. А. Функциональная диагностика нервных болезней: руководство для врачей. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 488 с.
10. Дифференциальная диагностика нервных болезней: руководство для врачей / Под ред. Г. А. Акимова и М. М. Одинака. – СПб.: Гиппократ, 2000. – 664 с.
11. Кондратьев А. Н., Фадеева Т. Н., Кондратьева Е. А. Клинические и электрофизиологические подходы к диагностике и терапии больных в вегетативном состоянии // Анестезиол. и реаниматол. – 2003. – № 4. – С. 47-50.
12. Кондратьева Е. А. Вегетативное состояние: диагностика, интенсивная терапия, прогнозирование исхода: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2004. – 21 с.
13. Кропотов Ю. Д. Количественная ЭЭГ, когнитивные вызванные потенциалы мозга человека и нейротерапия. – Донецк: Издатель Заславский А. Ю., 2010. – 512 с.
14. Крыжановский Г. Н. Общая патофизиология центральной нервной системы. – М.: Медицина, 1991. – 412 с.
15. Куценко С. А. Основы токсикологии. – СПб.: Фолиант, 2004. – 712 с.
16. Софронов Г. А., Александров М. В., Головкин А. И. и др. Экстремальная токсикология. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2012. – 256 с.
17. Уолкер А. Э. Смерть мозга: / Пер с англ. под ред. А. М. Гурвича. – М.: Медицина, 1988. – 287 с.
18. Шилов В. В., Александров М. В., Васильев С. А. и др. Токсическая энцефалопатия: определение, классификация // Вестн. Воен.-мед. академии. – 2008. – №1 (21). – С. 22-28.
19. Niedermeyer E., Lopes da Silva F. Electroencephalography. Basis, principles, clinical applications related fields. – Philadelphia-Baltimore-NY: Lippincott Williams & Wilkins. – 2005. – 1309 p.

## МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ У БОЛЬНЫХ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ

**К. Ю. Крылов, И. А. Савин, А. С. Горячев, А. А. Полупан, В. К. Емельянов, А. В. Мошкин, Н. В. Ласунин**

## METABOLIC MONITORING IN PATIENTS WITH ACUTE SEVERE BRAIN INJURY

**K. Yu. Krylov, I. A. Savin, A. S. Goryachev, A. A. Polupan, V. K. Emelyanov, A. V. Moshkin, N. V. Lasunin**

Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко, г. Москва

Цель исследования – оценка с использованием метода непрямой калориметрии метаболического ответа организма на тяжёлую черепно-мозговую травму. Обследованы 23 пациента с черепно-мозговой травмой. Протокол исследования включал: измерение антропометрических показателей – роста и массы тела, измерение потерь азота, выявление и оценку степени катаболизма, расчёт энергетических потребностей пациента по потерям азота с мочой, определение энергетических затрат покоя (ЭЗП) с применением метода непрямой калориметрии. Проведено 67 исследований. Величина ЭЗП варьировала от 54 до 214% от расчётных значений. Для точного расчёта нутритивных потребностей пациентов в остром периоде черепно-мозговой травмы следует проводить оценку ЭЗП и необходимых потребностей в энергии и белке с помощью метаболического мониторинга.

*Ключевые слова:* метаболический мониторинг, черепно-мозговая травма, катаболизм.

The purpose of the investigation was to estimate the body's metabolic response to severe brain injury by indirect calorimetry. Twenty-three patients with brain injury were examined. The study protocol involved anthropometric measurements (height, weight); estimation of nitrogen losses; detection and assessment of the degree of catabolism; calculation of a patient's energy requirements from urinary nitrogen losses; determination of resting energy expenditures (REE), by applying the indirect calorimetric technique. A total of 67 studies were conducted. REE varied from 54 to 214% of the calculated values. The former and essential energy and protein requirements should be estimated by metabolic monitoring in order to exactly calculate the nutritional needs of patients in the acute period of brain injury.

*Key words:* metabolic monitoring, brain injury, catabolism.

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) является социально значимым заболеванием, от которого страдает по большей части трудоспособная часть населения, поэтому большое значение придаётся разработке и внедрению стандартов, протоколов и принципов диагностики и лечения ЧМТ. Наряду с экстренными мероприятиями по поддержанию основных функций организма и предотвращению вторичных осложнений, важная роль отводится и нутритивной поддержке пациентов с ЧМТ [3, 4, 12].

В настоящее время сформулировано несколько принципов назначения нутритивной поддержки больным в остром периоде тяжёлой ЧМТ: расчёт потребностей в энергии на килограмм массы тела, расчёты по потребностям белка, расчёт необходимых энергетических потребностей по потерям азота [1, 4, 5, 12].

Однако ЧМТ – тяжёлое заболевание, приводящее к изменению метаболизма и его структуры, что делает крайне затруднительной оценку необходимых потребностей с использованием расчётных методов.

Цель исследования – оценка с помощью метода непрямой калориметрии (НК) метаболического ответа организма на тяжёлую ЧМТ.

## Материалы и методы

Выполнено проспективное, когортное исследование. Обследованы 23 пациента с ЧМТ, последовательно включённые в исследование в период с января 2010 по декабрь 2011 г. и соответствующие критериям включения.

*Критерии включения и исключения.* В исследование включали проспективно всех пациентов с диагнозом острой тяжёлой ЧМТ, поступивших в институт не позднее чем на 7-е сутки от момента получения травмы с уровнем нарушения сознания по шкале комы Глазго (ШКГ) 7 баллов и менее.

Из исследования исключали пациентов, имеющих следующие факторы и сопутствующие заболевания:

- 1) уровень сознания по ШКГ более 7 баллов или менее 4 баллов,
- 2) тяжёлая сочетанная травма,
- 3) наличие у пациента сопутствующей патологии в виде печёночной или почечной недостаточ-

ности, делающее невозможным проведение оценки нутритивного статуса,

4) диарейный синдром, делающий невозможным корректный учёт потери азота,

5) наличие противопоказаний для проведения искусственного питания: острая фаза повреждения – 12–24 ч; рефрактерный шок; уровень сыровоточного лактата > 3–4 ммоль/л; гипоксия –  $PO_2 < 50$  мм рт. ст.; ацидоз –  $pH < 7,2$ ,  $PCO_2 > 80$  мм рт. ст.,

6) психомоторное возбуждение,

7) негерметичность манжеты интубационной или трахеостомической трубки, утечка в контуре «пациент – аппарат»,

8) наличие у пациента тремора и судорог,

9) бронхоплевральный свищ,

10) процентное содержание кислорода во вдыхаемой смеси более 60%, или нестабильность фракции кислорода во вдыхаемом воздухе,

11) гипервентиляция (респираторный коэффициент более 1,2),

12) уровень положительного давления в дыхательных путях в конце выдоха  $\geq 12$  см  $H_2O$ ,

13) проведение гемодиализа.

Все 23 пациента (16 мужчин, 7 женщин) трудоспособного возраста от 18 до 63 лет (средний возраст 35 лет) и до поступления в клинику не имели сопутствующей патологии, без признаков истощения. Как правило, пациенты поступали в клинику с изолированной ЧМТ либо с незначительными сочетанными травмами (переломы рёбер, длинных трубчатых костей, переломы челюсти и т. п.).

Состояние пациентов оценивали при поступлении. Проводили детальный неврологический осмотр с определением уровня сознания. Во время осуществления основного лечебного процесса, когда требовались коррекция внутричерепной гипертензии и поддержание систем гомеостаза, пациентам проводили продолженную седацию путём внутривенной инфузии препаратов для анестезии (пропофол, фентанил и т. п.). У этих пациентов неврологический статус не оценивали.

После проведения оценки нутритивного статуса и метаболических потребностей при условии отсутствия критериев исключения пациенту назначали нутритивную поддержку из расчета 25 ккал/кг массы тела в сутки с постепенным увеличением

энергетической нагрузки до 35–50 ккал/кг массы тела в сутки к 14–21-м суткам. Питание начинали стандартными гиперкалорическими смесями с пищевыми волокнами (Нутризон энергия с пищевыми волокнами, 1,5 ккал/мл, «Нутриция») после проверки функции желудочно-кишечного тракта через назогастральный зонд. При необходимости в случае нарушения толерантности к проводимому энтеральному питанию пациента переводили на смешанное питание (энтеральное/парентеральное).

Исследование проводили по следующей программе.

1. Измерение антропометрических показателей – роста и массы тела.

2. Измерение потерь азота, выявление и оценка степени катаболизма. Методика представляет собой сбор суточной мочи у пациента и определение общего количества мочевины в суточной моче. Потери азота рассчитывают по известной формуле [1]:

**Потери азота** (г/сут) = (мочевина мочи (ммоль/л) × объём мочи (л) × 28/1000) + 6

С целью выявления катаболизма у пациентов после получения данных об общей потере азота по формуле рассчитывали азотистый баланс [1]. Этот показатель характеризует потери азота организмом и степень белкового катаболизма [1].

**Азотистый баланс** = поступивший азот (г/сут) – общие потери азота (г/сут)

3. Определение энергетических затрат покоя (ЭЗП) с помощью метода НК. Метод заключается в определении объёма потреблённого кислорода ( $V_{O_2}$ ) и объёма выделенного углекислого газа ( $V_{CO_2}$ ) [2]. Исследования метаболизма методом НК проводили на системе анализа газообмена и метаболизма ССМ Express (MedGraphics, США). Непосредственно перед исследованием пациента в интерфейсную программу прибора вносили основные данные пациента (паспортная часть, индивидуальный номер, антропометрические данные, режим и показатели вентиляции, состояние сознания пациента). Исследование проводили в течение минимум 30 мин у каждого пациента. После окончания исследования вносили данные о величине общих потерь азота за сутки.

Всего по стандартной программе у 23 пациентов было проведено 67 исследований.

## Результаты и обсуждение

У пациентов при поступлении в клинику индекс массы тела в среднем составил  $27,64 \pm 4,45$  кг/м<sup>2</sup> (норма 20–25,9). У 2/3 пациентов отмечали катаболизм тяжёлой или средней степени выраженности, в оставшихся наблюдениях катаболизм отсутствовал или был лёгкой степени выраженности. Известно, что катаболизм – это разрушение собственных запасов белка (преимущественно мышечной массы) с целью обеспечения белково-

энергетических потребностей организма в отсутствие пищи. В ходе стресс-голодания это процесс протекает более быстро и тяжело [5]. Наиболее ярким признаком катаболизма, помимо резко отрицательного азотистого баланса, является быстрая потеря мышечной массы тела пациентами.

При анализе зависимостей между сроками получения ЧМТ и величиной энергозатрат покоя и респираторного коэффициента значимых закономерностей не выявлено.

В результате исследования метаболизма мы выявили высокую вариабельность как показателей энергетических затрат покоя, так и респираторного коэффициента. Величина ЭЗП варьировала от 1 152 до 3 158 ккал/сут, что составляло от 54 до 214% от расчётных значений, при том что большинству пациентов, особенно в острейшем периоде, проводили продлённую седацию.

На рис. 1 показана динамика ЭЗП, измеренных с помощью метода НК в процентном соотношении от расчётных величин у двух идентичных по тяжести состояния пациентов, поступивших в остром периоде тяжёлой ЧМТ. На рисунке видно, как метаболизм у пациента Ф. остаётся в пределах нормальных значений, в то время как метаболизм пациента А. повышается до 2 раз в сравнении с контрольными значениями.

Наши результаты совпадают с заключением обзора N. Foley et al. [7], включающего 24 исследования, 3 из которых были рандомизированными контролируемые. Установлено, что уровень энергозатрат покоя варьировал у пациентов с тяжёлой ЧМТ от 75 до 200% от расчётных значений, причём минимальный уровень энергозатрат покоя был зафиксирован у пациента с погибшим мозгом. Проведённый обзор литературы К. Кракау et al., основанный на 30 исследованиях, показал, что скорость обмена веществ у пациентов с тяжёлой ЧМТ варьировала от 96 до 160% [10].

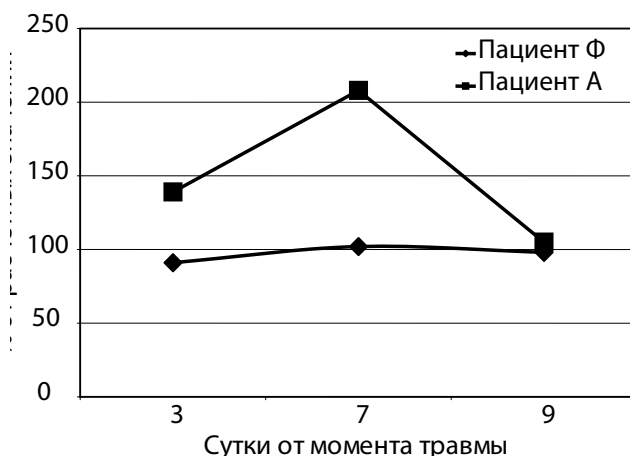


Рис. 1. Динамика ЭЗП в процентном соотношении от расчётных значений. Выявляется различный метаболический ответ на тяжёлую ЧМТ у пациентов, идентичных по патологии и тяжести состояния

В результате анализа наших данных установлена слабая корреляция ( $y = 1153,5 + 0,374 \cdot x$ ;  $r = 0,628$ ;  $p < 0,0001$ ;  $r^2 = 0,39$ ) расчётных показателей ЭЗП, полученных с помощью стандартного уравнения Харриса – Бенедикта на основании антропометрических данных и данных, полученных в результате проведения измерения с использованием метода НК (рис. 2). Уравнение Харриса – Бенедикта было выведено в 1919 г. на основании данных, полученных методом НК у здоровых добровольцев [9].

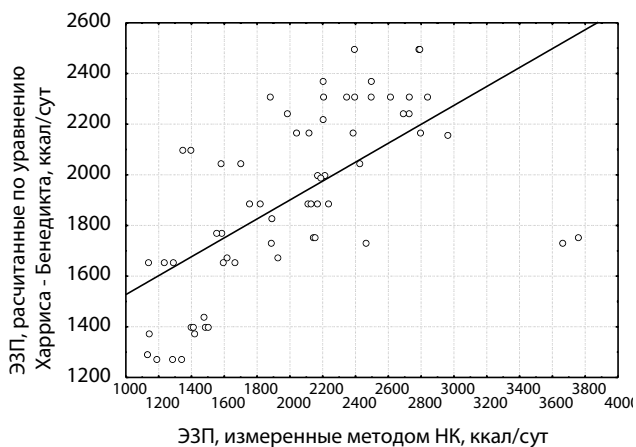


Рис. 2. Корреляция между ЭЗП, рассчитанными по уравнению Харриса – Бенедикта и измеренными с помощью метода НК. Выявляется слабая корреляция ( $y = 1153,542 + 0,373491 \cdot x$ ;  $r = 0,6283$ ;  $p < 0,0001$ ;  $r^2 = 0,39$ )

Ряд авторов также предпринимали попытку проведения корреляционного анализа между расчётными значениями уровня энергозатрат покоя и измеренными с помощью метода НК [7, 11]. В исследовании Р. М. Sunderland et al. была выявлена слабая зависимость между расчётными и измеренными показателями ЭЗП [14]. Очевидно, что использование этого уравнения допустимо только у нетяжёлых больных для оценки их метаболизма.

Современные мировые тенденции диктуют необходимость отказываться от стандартизации расчётов белково-энергетических потребностей пациента и все больше делать акцент на индивидуализацию определения и назначения рациона питания. Р. Singer et al. показали снижение госпитальной смертности у пациентов, которым проводили динамический метаболический мониторинг энергозатрат покоя с помощью метода НК [13]. Мы также придерживаемся мнения, что индивидуальный подход к осуществлению нутритивной поддержки пациентов в критическом состоянии позволяет избежать не только недостаточного поступления энергетических и пластических материалов в организм, но и риска их чрезмерного поступления. Нельзя осуществлять питание пациента в критическом состоянии по принципу «чем больше,

тем лучше». Чрезмерное поступление в организм пациента энергетических субстратов сопряжено с рядом осложнений, таких как увеличение частоты вторичных инфекций, дисфункция печени, гипертермия, гипергликемия, гипертриглицеридемия и перегрузка жидкостью [6, 8].

В заключение стоит отметить, что методика определения ЭЗП с использованием метода НК требует специальных навыков, равно как и корректное определение потерь азота. Однако для получения более высокого качества лечения пациентов в остром периоде ЧМТ следует опираться на правильное и точное определение необходимых потребностей в энергии и белке. При невозможности применения метода НК у пациентов в остром периоде тяжелой ЧМТ возможно использование уравнения Харриса – Бенедикта. Однако не следует оставлять без внимания тот факт, что такой метод расчёта ЭЗП может допускать значительную ошибку.

Необходимо проведение дальнейших исследований с оценкой взаимосвязи между величиной ЭЗП, структурой метаболизма и стрессовыми факторами, такими как вторичная инфекция, внутривенная гипертензия и др.

## Выводы

1. При оценке метаболизма методом НК у пациентов в остром периоде ЧМТ выявляется высокая вариабельность показателей энергетических затрат покоя, не зависящая от сроков получения травмы.
2. В ходе проводимого исследования выявляется слабая корреляция ( $y = 1153,5 + 0,374 \cdot x$ ;  $r = 0,628$ ;  $p < 0,0001$ ;  $r^2 = 0,39$ ) расчётных показателей ЭЗП, рассчитанных с помощью стандартного уравнения Харриса – Бенедикта на основании антропометрических данных и данных, полученных в результате проведения измерения с использованием метода НК.
3. В  $\frac{2}{3}$  наблюдений у пациентов с тяжёлой ЧМТ развивается катаболизм тяжёлой или среднетяжёлой степени тяжести.
4. В остром периоде тяжёлой ЧМТ всем пациентам необходимо проводить динамический метаболический мониторинг с помощью метода НК.

## ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

**Научно-исследовательский институт  
нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко**  
125047, г. Москва, 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16.  
Тел.: 8 (499) 250-90-40.

**Крылов Кирилл Юрьевич**  
аспирант отделения реанимации и интенсивной  
терапии.  
E-mail: [kkrylov@nsi.ru](mailto:kkrylov@nsi.ru).

**Савин Иван Анатольевич**

доктор медицинских наук, заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии.  
E-mail: savin@nsi.ru.

**Горячев Александр Станиславович**

врач анестезиолог-реаниматолог.  
E-mail: agor@nsi.ru.

**Полупан Александр Александрович**

врач анестезиолог-реаниматолог.

**Емельянов Владимир Константинович**

кандидат медицинских наук, врач анестезиолог-реаниматолог.  
E-mail: emel@nsi.ru.

**Мошкин Алексей Владимирович**

кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией биохимии.

**Ласунин Николай Владимирович**

аспирант 6-го клинического отделения.  
E-mail: nlasunin@nsi.ru.

**Литература**

1. Бутров А. В., Попова Т. С., Свиридов С. В. и др. Парентеральное питание в интенсивной терапии и хирургии: Методические рекомендации. – М., 2006. – С. 10-18.
2. Завертайло Л. Л., Мальков О. А., Лейдерман И. Н. Технология метаболического мониторинга и выбор программы нутритивной поддержки у больного в критическом состоянии // Интенс. терап. – 2007. – Т. 1. – С. 65-77.
3. Коновалов А. Н., Лихтерман Л. Б., Потапов А. А. Черепно-мозговая травма. Клиническое руководство. В трёх томах. – М.: Антидор, 1998-2002.
4. Никифоров А. С., Коновалов А. Н., Гусев Е. И. Клиническая неврология. – Т. III, Ч. 1. – М.: Медицина, 2004. – С. 418-459.
5. Руководство по клиническому питанию / Под ред. Лужфа В. М., Багненко С. Ф., Щербука Ю. А. Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им. И. И. Джанелидзе. – СПб., 2010. – С. 94-114.
6. Dissanaik S., Shelton M., Warner K. et al. The risk for bloodstream infections is associated with increased parenteral caloric intake in patients receiving parenteral nutrition // Crit. Care. – 2007. – Vol. 11. – P. R114.
7. Foley N., Marshall S., Pikul J. et al. Hypermetabolism following moderate to severe traumatic acute brain injury: a systematic review // J. Neurotrauma. – 2008. – Vol. 25. – P. 1415-1431.
8. Grau T., Bonet A. Caloric intake and liver dysfunction in critically ill patients // Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care. – 2009. – Vol. 12. – P. 175-179.
9. Harris J. A., Benedict F. G. Biometric studies of human basal metabolism // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1918. – Vol. 4 – P. 370-373.
10. Krakau K., Omne-Pontén M., Karlsson T. et al. Metabolism and nutrition in patients with moderate and severe traumatic brain injury: A systematic review // Brain Inj. – 2006. – Vol. 20. – P. 345-367.
11. McEvoy C. T., Cran G. W., Cooke S. R. et al. Resting energy expenditure in non-ventilated, non-sedated patients recovering from serious traumatic brain injury: Comparison of prediction equations with indirect calorimetry values // Clinical Nutrition. – 2009. – Vol. 28. – P. 526-532.
12. Povlishock J. T., Bullock M. R., Hillered L. T. et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury 3rd Edition // J. neurotrauma. – 2007. – Vol. 24, Suppl. 1. – P. S77-S82.
13. Singer P., Anbar R., Cohen J. et al. The tight calorie control study (TICACOS): a prospective, randomized, controlled pilot study of nutritional support in critically ill patients // Inten. Care Med. – 2011. – Vol. 37. – P. 601-609.
14. Sunderland P. M., Heilbrun M. P. Estimating energy expenditure in traumatic brain injury: comparison of indirect calorimetry with predictive formulas // Neurosurgery. – 1992. – Vol. 31. – P. 246-252.

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ, КОНТРОЛИРУЕМОЙ ПО ОБЪЁМУ И ПО ДАВЛЕНИЮ, У БОЛЬНЫХ С ИШЕМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ**

**А. И. Грицан<sup>1,2</sup>, А. А. Газенкамф<sup>2</sup>, Н. Ю. Довбыш<sup>2</sup>**

**ANALYSIS OF THE USE OF VOLUME- AND PRESSURE-CONTROLLED VENTILATION IN PATIENTS WITH ISCHEMIC STROKE**

**A. I. Gritsan<sup>1,2</sup>, A. A. Gazenkampf<sup>2</sup>, N. Yu. Dovbysh<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого

<sup>2</sup>Краевая клиническая больница, г. Красноярск