

## МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ У ПОСТРАДАВШИХ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ С ДЛИТЕЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ СОЗНАНИЯ

М.В.Никифоров<sup>1</sup>, А.А.Королев<sup>1</sup>, И.Н.Лейдерман<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М.Никифорова» МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова», Санкт-Петербург, Россия

**Резюме.** Цель исследования – оценить метаболические потребности у пострадавших в чрезвычайных ситуациях (ЧС) с длительными нарушениями сознания вследствие черепно-мозговой травмы (ЧМТ) в госпитальном периоде медицинской реабилитации.

**Материалы и методы исследования.** Проанализированы результаты обследования и лечения 26 пациентов с длительными нарушениями сознания вследствие ЧМТ, проходивших курс медицинской реабилитации на базе отдела медицинской реабилитации ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М.Никифорова» (ВЦЭРМ им. А.М.Никифорова) МЧС России.

**Результаты исследования и их анализ.** Анализ результатов исследования показал:

- у пострадавших в ЧС с длительными нарушениями сознания вследствие ЧМТ, находящихся в стационарном периоде медицинской реабилитации, использование метода непрямой калориметрии, по сравнению с расчетным методом, позволяет оценить истинную потребность в энергии и определить план нутриционной поддержки с учетом проведения реабилитационных мероприятий;

- для формирования плана нутриционной поддержки принципиальное значение имеет точное определение энергопотребности. Алиментацию пострадавших в ЧС с длительными нарушениями сознания вследствие ЧМТ рекомендовано проводить на уровне основного обмена, рассчитанного с применением уравнения Харриса-Бенедикта. В стационарном периоде медицинской реабилитации, учитывая влияние физической нагрузки на организм пациента во время занятий лечебной физкультурой, необходимо дополнительно осуществлять метаболический мониторинг.

**Ключевые слова:** госпитальный период, медицинская реабилитация, метаболические потребности, метаболический мониторинг, непрямая калориметрия, нутриционная поддержка, пострадавшие с длительными нарушениями сознания, чрезвычайные ситуации

**Конфликт интересов.** Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов

**Для цитирования:** Никифоров М.В., Королев А.А., Лейдерман И.Н. Метаболический мониторинг у пострадавших в чрезвычайных ситуациях с длительными нарушениями сознания // Медицина катастроф. 2023. №1. С.36-41. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2023-1-36-41>

## METABOLIC MONITORING IN VICTIMS IN EMERGENCY SITUATIONS WITH PROLONGED IMPAIRMENT OF CONSCIOUSNESS

M.V.Nikiforov<sup>1</sup>, A.A.Korolev<sup>1</sup>, I.N.Leyderman<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Almazov National Medical Research Centre, St. Petersburg, Russian Federation

**Summary.** Investigation purpose – to assess the metabolic needs in victims in emergency situations (ES) with prolonged impairment of consciousness because of traumatic brain injury (TBI).

**Investigation results and their analysis.** Investigation results analysis showed that:

– in comparison with calculated method a usage of the method of indirect calorimetry allow to assess the true needs of energy and to determine a plan of nutritional support in view of conducting of rehabilitation measures for ES victims with prolonged impairment of consciousness which were accommodated in day hospital during medical rehabilitation

– an exact determination of body energy demand is principally important for forming of nutritional support plan. An alimentionation of ES patients with prolonged impairment of consciousness was recommended to conduct on the main metabolic rate calculated with a Harrison-Benedict equation usage. There is a necessity of an additional metabolic monitoring during stationary period of rehabilitation taking into account an impact of physical activity on patient organism which provided at the time of curative physical exercises.

**Key words:** emergency situations, hospital period, medical rehabilitation, metabolic monitoring, metabolic needs, nutritional support, indirect calorimetry, victims with prolonged impairment of consciousness

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest

**For citation:** Nikiforov M.V., Korolev A.A., Leyderman I.N. Metabolic Monitoring in Victims in Emergency Situations with Prolonged Impairment of Consciousness. *Meditsina Katastrof* = Disaster Medicine. 2023;1:36-41 (In Russ.). <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2023-1-36-41>

**Контактная информация:**

**Никифоров Михаил Владиславович** – врач-терапевт  
отд. мед. реабилитации ВЦЭРМ им. А.М.Никифорова  
МЧС России

**Адрес:** Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад.  
Лебедева, д. 4/2

**Тел.:** +7 (812) 702-63-45

**E-mail:** m.v.nikiforov@yandex.ru

**Введение**

Медицинская реабилитация пострадавших в чрезвычайных ситуациях (ЧС) с длительными нарушениями сознания вследствие черепно-мозговой травмы (ЧМТ) представляет собой сложный процесс междисциплинарного комплексного лечения и проведения восстановительных мероприятий с обязательным применением методов медицинского, медико-психологического, медико-педагогического и медико-социального воздействия, значение и интенсивность которых меняются на разных этапах заболевания [1].

Принципы организации реабилитации пострадавших в ЧС с длительными нарушениями сознания вследствие ЧМТ включают в себя: мультидисциплинарный принцип организации оказания помощи; осуществление комплексной исходной оценки состояния пострадавшего с формулировкой реабилитационного диагноза перед началом медицинской реабилитации; проведение реабилитации по плану, составленному на основании первичной оценки состояния пострадавшего; оценку эффективности реабилитационных мероприятий в динамике и при завершении реабилитационного курса.

Одной из важных составляющих комплексного медицинского лечения пострадавших в ЧС с длительными нарушениями сознания является своевременная и активная нутритивная поддержка. Важное значение имеет определение истинного уровня метаболических потребностей.

В настоящее время для оценки потребностей в энергии и белке при проведении искусственного лечебного питания используют как рекомендованные показатели, соответствующие клиническим рекомендациям Европейского и Американского обществ парентерального и энтерального питания [2, 3], так и следующие методы расчета субстратного обеспечения:

**1. Определение потребностей в энергии:**

- методом непрямой калориметрии с использованием метабологафа – путем прямого газового анализа вдыхаемой и выдыхаемой смеси и отдельного определения потребления кислорода и экскреции углекислоты на вдохе и выдохе [4];

- расчетным методом по уравнению Харриса-Бендикта (уровень основного обмена) и общей энергетической потребности – с применением коэффициентов, учитывающих влияние различных факторов [5].

**2. Определение потребностей в белке:**

- на основании уровня суточных потерь азота с мочой;  
- по степени катаболизма;  
- на основе энергетических потребностей пациента, с учетом того, что на 1г вводимого азота должно приходиться в среднем 150 небелковых килокалорий (ккал).

При этом использование метабологафа позволяет оценить не только истинные энергопотребности, но и метаболические пути нутриентов, позволяющие обеспечить потребности пациента в макронутриентах и контроль скорости их утилизации. Для этого используют дыхательный коэффициент (RQ), который рассчитывают как соотношение  $VCO_2/VO_2$ . Значения RQ при различных метаболических процессах: <0,65 – нестабильность, метаболизм кетоновых тел; 0,65–0,70 – мета-

**Contact information:**

**Mikhail V. Nikiforov** – MD, General Practitioner, Department of Physical and Rehabilitation Medicine, the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia

**Address:** 4/2, Academician Lebedev str., St. Petersburg, 194044, Russia

**Phone:** +7 (812) 702-63-45

**E-mail:** m.v.nikiforov@yandex.ru

болизм кетоновых тел; 0,71–0,84 – преобладает окисление липидов; 0,85 – смешанное потребление глюкозы и липидов; 0,85–1,0 – преобладает окисление глюкозы; >1 – преобладает липонегенез [6].

**Причина проведения исследования** – отсутствие четких клинических рекомендаций и стандартов медицинской помощи пострадавшим в ЧС с длительными нарушениями сознания в аспекте оценки метаболических процессов и реализации адекватной алиментации.

**Цель исследования** – оценить метаболические потребности у пострадавших в ЧС с длительными нарушениями сознания вследствие ЧМТ в госпитальном периоде медицинской реабилитации.

**Материалы и методы исследования.** Были обследованы 26 пострадавших в ЧС с длительными нарушениями сознания вследствие ЧМТ, проходивших курс медицинской реабилитации на базе отдела медицинской реабилитации ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М.Никифорова» (ВЦЭРМ им. А.М.Никифорова) МЧС России.

Распределение пациентов по возрасту и полу: возраст пациентов – от 18 до 72 лет, средний возраст – (42±17) лет; мужчин – 20, возраст – от 18 до 71 года, средний возраст – (44±17) лет; женщин – 6, возраст – от 20 до 72 лет, средний возраст – (39±19) лет.

**Критерии включения в исследование** – пациенты старше 18 лет с повреждением головного мозга (ЧМТ) после выхода из комы с длительными нарушениями сознания (вегетативное состояние, состояние минимального сознания), гемодинамически стабильные, адаптированные к поддержанию максимального значения гравитационного градиента (не менее 80°).

**Критерии невключения в исследование** – полиорганная недостаточность в стадии декомпенсации, заболевания внутренних органов в стадии декомпенсации.

**Критерии исключения из исследования** – нестабильные показатели гемодинамики, лихорадочный синдром.

При первичном осмотре проводились сбор анамнеза, клиническое обследование и определение уровня сознания. Применялся стандартизированный комплексный подход к осмотру и оценке пациентов с хроническими нарушениями сознания с использованием протокола ведения пациентов в вегетативном состоянии и состоянии минимального сознания травматического генеза и русифицированной версии пересмотренной шкалы восстановления после комы – Coma Recovery Scale-Revised – CRS-R [7]. Хронические нарушения сознания были представлены: у 7 пациентов – в виде вегетативного состояния; у 19 пациентов – в виде состояния минимального сознания.

В соответствии с приказом Минздрава России «О Порядке организации медицинской реабилитации» от 29 декабря 2012 г. №1705н и клиническими рекомендациями Союза реабилитологов России всем пациентам составлялся индивидуальный план проведения медицинской реабилитации. Использовались рекомендуемые комплексы лечебной физкультуры (ЛФК), физиотерапии, механотерапии, рефлексотерапии и другие комплексы для пациентов с нарушением функций и структур

**Этапы проведения занятий лечебной физкультурой**  
Stages of curative physical exercises conducting

Занятие №1 – время проведения –45 мин Lesson №1 – duration –45 мин			Занятие №2 – время проведения –45 мин Lesson №2 – duration –45 мин		
1-й / 1 <sup>st</sup>	2-й / 2 <sup>nd</sup>	3-й / 3 <sup>rd</sup>	4-й / 4 <sup>th</sup>	5-й / 5 <sup>th</sup>	6-й / 6 <sup>th</sup>
суставная гимнастика в пассивном режиме Joint gymnastics in passive mode	вертикализация в пределах кровати с приподниманием головного конца до 80° Verticalization with raising of head end of body before 80° within the bad	высаживание в кровати со спущенными ногами Making patient sitting with deflated legs on the bad	вертикализация на аппарате роботизированной механотерапии Erigo 30° Verticalization using an apparatus of robotic mechanotherapy Erigo 30°	вертикализация на аппарате роботизированной механотерапии Erigo 60° Verticalization using an apparatus of robotic mechanotherapy Erigo 60°	вертикализация на аппарате роботизированной механотерапии Erigo 90° Verticalization using an apparatus of robotic mechanotherapy Erigo 90°

центральной нервной системы (ЦНС). Каждому пациенту, включенному в исследование, был составлен план реабилитационных мероприятий, включающий 2 занятия лечебной физкультурой. В качестве элементов лечебной физкультуры использовались пассивная ЛФК; вертикализация в пределах кровати с приподниманием головного конца до 80°; высаживание в кровати со спущенными ногами; вертикализация на аппарате роботизированной механотерапии Erigo (табл. 1).

Пациенты с длительными нарушениями сознания имеют особый метаболический статус, по-видимому, обусловленный снижением функциональной активности мозга [8]. Учитывая наличие у данной группы пациентов орофарингеальной дисфагии, нутриционная поддержка осуществлялась с использованием питательных смесей для энтерального питания, вводимых через гастростому. Средний суточный объем вводимых энергетических субстратов варьировал в диапазоне 1800–2400 ккал в сутки.

#### Составляющие метаболического мониторинга:

1. Оценка трофологического статуса пациента с использованием совокупности соматометрических (определение фактической массы тела – ФМТ и роста; индекса массы тела – ИМТ; толщины кожно-жировой складки над трицепсом – КЖСТ; окружности плеча – ОП; окружности мышц плеча – ОМП; процента отклонения ФМТ от ее рекомендуемой величины) и лабораторных (общий белок, альбумин сыворотки крови, показатели абсолютного количества лимфоцитов) показателей, по которым в дальнейшем определялась степень белково-энергетической недостаточности (БЭН).

#### 2. Оценка энергетических потребностей:

- расчетные методы – определение энергопотребности покоя по уравнению Харриса-Бенедикта (REE расчетный) и общего расхода энергии с применением коэффициентов метаболической поправки (АЕЕрасчетный) [5];

- непрямая калориметрия – определение истинной энергопотребности покоя (REE) и нагрузки (АЕЕ) во время различных этапов ЛФК. Данный неинвазивный мониторинг проводился с использованием прикроватного монитора МПР 6-03 (Тритон Электроникс, Россия) с функцией метабологафа. Измерения проводились в состоянии покоя за 30 мин до и через 30 мин после занятий №1, 2, а также на протяжении каждого этапа из представленных в табл. 1.

3. Оценка белкового катаболизма на основании определения суточной экскреции азота с мочой, а также показателей энергетических затрат, полученных расчетным методом и измеренных метабологафом, с учетом того, что на 1г вводимого азота должно приходиться в среднем 100-130 белковых килокалорий [5].

4. Оценка метаболических путей нутриентов (гликолиз, липолиз, кетогенез, окисление липидов, липонегенез) на основании значения RQ.

**Методы статистического анализа.** Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 3.0.6 (разработчик – ООО "Статтех", Россия) и ресурсов электронных таблиц Microsoft Excel. Количественные показатели оценивались на предмет их соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка – при количестве исследуемых менее 50 или критерия Колмогорова-Смирнова – при количестве исследуемых более 50. В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3). При распределении показателей, отличном от нормального, направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. При условии равенства дисперсий сравнение двух групп по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента. Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела-Уоллиса; апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма. Прогностическая модель, характеризующая зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывалась с помощью метода линейной регрессии. Вероятность ошибки (p) считалась статистически значимой при p=0,05.

#### Результаты исследования и их анализ

**Оценка трофологического статуса.** При первичном осмотре пациентов, включенных в исследование, медиана ИМТ составляла 19 кг/м<sup>2</sup> (Q1-Q3: 17–21); у 14 пациентов (53,8%) ИМТ был менее 19 кг/м<sup>2</sup> – пониженное питание; у 12 пациентов (46,2%) – более 19 кг/м<sup>2</sup> – нормальный статус питания, при этом у трех пациентов имелись признаки ожирения, не отражавшие истинного состояния их статуса питания. При оценке степени тяжести БЭН у пациентов с нормальным и пониженным ИМТ статистически значимых различий установить не удалось, p = 0,953 (рис. 1).

**Оценка энергетических потребностей.** При определении потребностей в энергетическом субстрате с использованием расчетного метода были получены следующие результаты:

- REE расчетный в исследуемой группе составил (24±4) ккал/кг в сутки (1416 ккал/сут (Q1-Q3: 1350 – 1550)), при этом варибельность данных составила от 17 (1205 ккал/сут) до 30 (2611 ккал/сут) ккал/кг/сут;

- медиана показателя АЕЕрасчетный, с учетом коэффициентов метаболической поправки, соответствовала (36±6) ккал/кг в сутки (2177 ккал/сут (Q1-Q3: 2086–2326)); варибельность составила от 25 (1824 ккал/сут) до 45 (3917 ккал/сут) ккал/кг/сут.

Мониторинг непрямой калориметрии, проводимый у пациентов во время различных этапов ЛФК, позволил получить истинные показатели энергетических расходов (табл. 2).

Были последовательно проанализированы показатели REE за 30 мин до и через 30 мин после занятий №1, 2, после чего был рассчитан средний показатель REE, который составил (25±5) ккал/кг в сутки (1524 ккал/сут (Q1-Q3: 1458–1644)), при этом вариабельность была высокой – от 16 (1243 ккал/сут) до 35 (3061 ккал/сут) ккал/кг в сутки. Среднее значение AEE при проведении занятий ЛФК (1-й – 6-й этапы) составило (27±5) ккал/кг/сут (1598 ккал/сут (Q1-Q3: 1562–1685)).

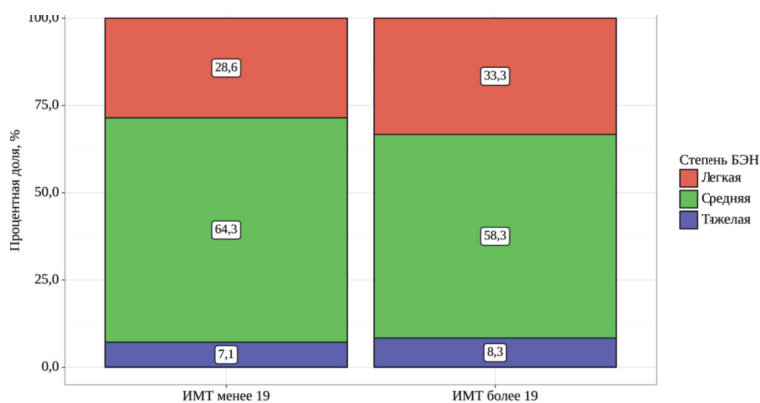


Рис. 1. Степень тяжести белково-энергетической недостаточности у пациентов с нормальным и пониженным индексом массы тела, %

Fig. 1. Severity of protein-energy lack for patients with normal and reduced body weight index, %

Таблица 2 / Table No. 2

**Расход энергии у пациентов при мониторинге методом непрямой калориметрии с использованием метабографа**  
Energy consumption with the patients at the time of indirect calorimetry monitoring using methabolograph

Пациент Patient	Непрямая калориметрия во время занятия №1 Indirect calorimetry at the time of lesson №1					Непрямая калориметрия во время занятия №2 Indirect calorimetry at the time of lesson №2				
	REE	AEE 1-й этап 1 <sup>st</sup> stage	AEE 2-й этап 2 <sup>nd</sup> stage	AEE 3-й этап 3 <sup>rd</sup> stage	REE	REE	AEE 4-й этап 4 <sup>th</sup> stage	AEE 5-й этап 5 <sup>th</sup> stage	AEE 6-й этап 6 <sup>th</sup> stage	REE
1-й /1 <sup>st</sup>	1263	1589	1444	1568	1385	1303	1585	1704	1709	1491
2-й / 2 <sup>nd</sup>	1326	904	1362	1215	2201	1317	1319	1611	1991	2083
3-й /3 <sup>rd</sup>	1485	1994	1747	2040	1597	1466	1702	1480	1404	1546
4-й /4 <sup>th</sup>	1026	1405	1660	1298	1335	1032	1391	1359	1522	1178
5-й /5 <sup>th</sup>	3377	3247	3450	2920	2775	3107	2988	3252	2678	2983
6-й /6 <sup>th</sup>	1250	1771	1782	1309	1379	1275	1592	1718	1508	1385
7-й /7 <sup>th</sup>	1681	1613	1298	1459	1259	1512	1594	1706	1655	1284
8-й /8 <sup>th</sup>	1545	1479	1746	1562	1504	1504	1452	1563	1666	1582
9-й /9 <sup>th</sup>	1900	1789	1807	1612	1885	1871	1983	1835	1711	1812
10-й /10 <sup>th</sup>	1822	1703	1649	1517	1535	1754	1438	1600	1646	1528
11-й /11 <sup>th</sup>	1747	1966	1921	1864	1572	1498	2100	1990	1805	2025
12-й /12 <sup>th</sup>	1373	1461	1598	1486	1393	1382	1557	1552	1860	1343
13-й /13 <sup>th</sup>	1554	1512	1377	1319	1291	1764	1463	1522	1570	1342
14-й /14 <sup>th</sup>	2152	2029	2000	1926	2052	1981	1982	2158	1990	2171
15-й /15 <sup>th</sup>	1310	1362	1333	1239	1266	1045	1457	1344	1400	1456
16-й /16 <sup>th</sup>	1271	1342	1317	1451	1394	1695	1785	1800	1877	1843
17-й /17 <sup>th</sup>	1539	1686	1541	1664	1601	1527	1611	1674	1723	1427
18-й /18 <sup>th</sup>	1707	1549	1606	1688	1522	1661	1561	1923	1808	1711
19-й /19 <sup>th</sup>	1372	1692	1425	1632	1520	1523	1386	1548	1664	1764
20-й /20 <sup>th</sup>	1464	1497	1572	1682	1506	1488	1507	1591	1651	1374
21-й /21 <sup>st</sup>	1573	1825	1696	1618	1386	1601	1778	1838	1778	1463
22-й /22 <sup>nd</sup>	1534	1521	1523	1643	1559	1284	1490	1571	1692	1627
23-й /23 <sup>rd</sup>	1330	1592	1411	1527	1429	1447	1345	1455	1572	1602
24-й /24 <sup>th</sup>	1537	1549	1560	1657	1552	1567	1759	1687	1765	1603
25-й /25 <sup>th</sup>	1624	1724	1531	1565	1495	1690	1743	1551	1810	1694
26-й /26 <sup>th</sup>	1293	1393	1512	1692	1583	1378	1560	1982	1906	1577
Медиана значений Values median	1536 (Q1-Q3: 1327- 1667)	1590 (Q1-Q3: 1484- 1759)	1566 (Q1-Q3: 1430- 1734)	1590 (Q1-Q3: 1466- 1678)	1513 (Q1-Q3: 1388- 1580)	1508 (Q1-Q3: 1379- 1683)	1573 (Q1-Q3: 1458- 1755)	1642 (Q1-Q3: 1551- 1826)	1710 (Q1-Q3: 1647- 1810)	1580 (Q1-Q3: 1434- 1751)



Корреляционный анализ взаимосвязи показателя основного обмена расчетным методом (REE расчетный) и показателя энергопотребности в покое методом непрямого калориметрии (REE) не выявил статистически значимую связь,  $r=0,133$ . При выполнении корреляционного анализа взаимосвязи показателя АЕЕ – расчетный и АЕЕ – методом непрямого калориметрии отмечалась статистически значимая корреляционная связь,  $p < 0,05$  (табл. 3).

Наблюдаемая зависимость показателя АЕЕ – расчетный от показателя АЕЕ – методом непрямого калориметрии описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{\text{АЕЕ методом непрямого калориметрии}} = 0,58 \times X_{\text{АЕЕ-расчетный}} + 340,443$$

При увеличении показателя АЕЕ – расчетный на 1 следует ожидать увеличения показателя АЕЕ на 0,58. Полученная модель объясняет 69,7% наблюдаемой дисперсии показателя АЕЕ – методом непрямого калориметрии (рис. 2).

Таким образом, сопоставляя данные энергопотребности, полученные расчетным способом и методом непрямого калориметрии у пострадавших в ЧС с длительными нарушениями сознания вследствие ЧМТ на этапе проведения реабилитационных мероприятий, статистически значимых различий между методиками при исследовании энергопотребности в покое получено не было (табл. 4).

Использование расчетной методики определения действительного расхода энергии с применением рекомендованных коэффициентов метаболической поправки в 1,4 раза превышает реальные показатели потребностей в энергетическом субстрате, что может приводить к гипералиментации – усилению гиперметаболизма-гиперкатаболизма, гипертермии, жировой инфильтрации печени, азотемии, увеличению продукции углекислоты. Потребности в энергии в покое и при нагрузке, полученные методом непрямого калориметрии, существенно не различаются, что можно объяснить особым метаболическим статусом со снижением функциональной активности мозга у пациентов с длительными нарушениями сознания.

Оценка белкового катаболизма. У пострадавших с длительными нарушениями сознания вследствие ЧМТ медиана потерь азота с мочой составляла 13 г/сут (Q1-Q3:10-14), при этом у 7 пациентов (26,9%) она была менее 10 г/сут, а у 19 (73,1%) – более 10 г/сут, что соответствовало тяжелой степени катаболизма. Медиана потребностей в белке, рассчитанная по уровню потерь азота с мочой, составила 80 г/сут (Q1-Q3:62-90), при этом вариабельность была довольно высокой и составляла от 0,6 (53 г/сут) до 2,8 (131 г/сут) г/кг в сутки, что

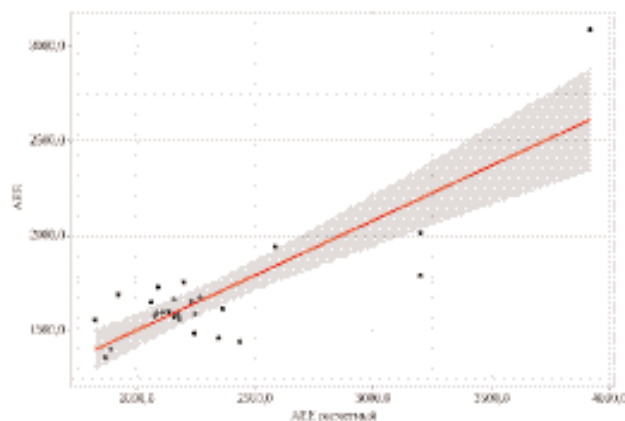


Рис. 2. График регрессионной функции, характеризующий зависимость показателя АЕЕ – методом непрямого калориметрии от показателя АЕЕ – расчетный

Fig. 2. Graphic of regressive function which characterize addition of AEE indicator using method of indirect calorimetry from calculated AEE

ниже границы, рекомендуемой Европейской ассоциацией клинического питания и метаболизма [2]. При этом – вне зависимости от степени катаболизма – потребность в белке находилась примерно на одном уровне (табл. 5).

При анализе показателя энергетических затрат (REE и АЕЕ, определенные расчетным методом и методом непрямого калориметрии) в зависимости от степени белкового катаболизма статистически значимые различия не выявлены.

С целью сравнения пластических потребностей, рассчитанных различными методами, и выбора наиболее оптимального из них определена потребность в белке на основании результатов АЕЕ – расчетным методом (87 г/сут (Q1-Q3:81-97) и АЕЕ – методом непрямого калориметрии (67 г/сут (Q1-Q3:57-129)). При анализе и сравнении пластических потребностей в белке, определенных по суточной потере азота с мочой, а также полученных расчетным методом на основании результатов энергетических затрат, достоверная разница между ними получена не была,  $p > 0,05$ .

Оценка метаболических путей нутриентов. Во время метаболического мониторинга в состоянии покоя среднее значение показателя RQ составляло  $(0,98 \pm 0,09)$ , что соответствовало преобладанию процессов окисления углеводов. Во время проведения занятий ЛФК на всех их этапах также преобладал процесс утилизации углеводов (табл. 6).

Таблица 3 / Table No. 3  
Результаты корреляционного анализа взаимосвязи показателя АЕЕ-расчетный и АЕЕ  
Results of correlation analysis of link between calculated AEE indicator and AEE

Показатель Indicator	Характеристика корреляционной связи / Characteristics of correlation link		
	$\rho$	теснота связи по шкале Чеддока Closeness of the link on the Chaddock scale	$p$
АЕЕ-расчетный – АЕЕ AEE-calculated – AEE	0,436	Умеренная Moderate	0,026*

\* различия показателей статистически значимы,  $p < 0,05$

\* differences between indicators are statistically important,  $p < 0,05$

Таблица 4 / Table No. 4  
Расход энергии в покое и при нагрузке  
расчетным методом и методом непрямого калориметрии

Energy consumption at the time of relax and at the time of physical activity which were got using calculation method and indirect calorimetry method

Показатель Indicator	Расчетный метод Calculation method	Метод непрямого калориметрии Indirect calorimetry method	$P$
REE, ккал/сут REE, kcal/day	1416 Q1-Q3:1350-1550	1524 Q1-Q3: 1458-1644	0,133
АЕЕ, ккал/сут AEE, kcal/day	2177 Q1-Q3:2086-2326	1598 Q1-Q3: 1562-1685	0,026*

\* различия показателей статистически значимы,  $p < 0,05$

\* differences between indicators are statically important,  $p < 0,05$

**Потребности в белке в зависимости от степени катаболизма**  
Protein need in addiction from catabolism intensity

Показатель Indicator	Уровень суточных потерь азота с мочой Level of daily nitrogen loss with urine	M±SD	95% ДИ 95% CI	n	p
Потребность в белке, г/кг/сут Protein need, g/kg/day	< 10 г/сут < 10 g/day	1,2±0,2	1,0–1,3	7	0,606
	> 10 г/сут > 10 g/day	1,1±0,2	1,0–1,2	19	

Примечание. ДИ – доверительный интервал  
Note. CI – confidence interval

Таблица 6 / Table No. 6

**Уровень дыхательного коэффициента во время этапов занятий ЛФК**  
Level of breathing coefficient at the time of curative physical exercises

Показатель Indicator	M±SD / Me	95% ДИ / Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> 95% CI / Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub>	N	Min	Max
RQ 1-й этап, M±SD / RQ 1 <sup>st</sup> stage, M±SD	0,97±0,12	0,93–1,02	26	0,79	1,17
RQ 2-й этап, M±SD / RQ 2 <sup>nd</sup> stage, M±SD	0,98±0,10	0,94–1,02	26	0,83	1,26
RQ 3-й этап, Me / RQ 3 <sup>rd</sup> stage, Me	1,03	0,90–1,07	26	0,69	1,15
RQ 4-й этап, M±SD / RQ 4 <sup>th</sup> stage, M±SD	0,98±0,10	0,94–1,02	26	0,82	1,15
RQ 5-й этап, M±SD / RQ 5 <sup>th</sup> stage, M±SD	0,99±0,11	0,94–1,03	26	0,79	1,21
RQ 6-й этап, M±SD / RQ 6 <sup>th</sup> stage, M±SD	0,96±0,11	0,92–1,01	26	0,80	1,16
Среднее значение RQ, M±SD / Average of RQ, M±SD	0,98±0,06	0,95–1,00	26	0,84	1,11

## Выводы

1. У пострадавших в ЧС с длительными нарушениями сознания вследствие ЧМТ, находящихся в стационарном периоде медицинской реабилитации, использование метода непрямой калориметрии, по сравнению с расчетным методом, позволяет оценить истинную потребность в энергии и определить план нутриционной поддержки с учетом проведения реабилитационных мероприятий.

2. Для формирования плана нутриционной поддержки принципиальное значение имеет точное определение

энергопотребности. Алиментацию пострадавших в ЧС с длительными нарушениями сознания вследствие ЧМТ рекомендовано проводить на уровне основного обмена, рассчитанного с применением уравнения Харриса-Бенедикта. Кроме того, в стационарном периоде медицинской реабилитации, учитывая влияние физической нагрузки на организм пациента во время занятий ЛФК, необходимо дополнительно осуществлять метаболический мониторинг.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Королев А.А. и др. Медицинская реабилитация: Учеб. пособие / Под ред. Алексанина С.С. СПб.: Политехника-сервис, 2014. 184 с.
2. Singer P, Reintam A., Berger M., et al. ESPEN Guideline on Clinical Nutrition in the Intensive Care Unit // Clinical Nutrition. 2019. V.38, No. 1. P. 48-79. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.08.037.
3. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition // Clinical Nutrition. 2006. V.25, No. 2. P. 218-219.
4. Weir J.B. New Methods for Calculating Metabolic Rate with Special Reference to Protein Metabolism // J. Physiol. 1949. No. 109. P. 1-9. DOI:10.1113/jphysiol.1949.sp004363.
5. Луфт В.М., Афончиков В.С., Дмитриев А.В. и др. Руководство по клиническому питанию: Монография / С.-Петербург. НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе. СПб., 2016. 492 с.
6. Ярошецкий А.И., Васильева С.О., Резепов Н.А. и др. Применение непрямой калориметрии для оценки метаболизма глюкозы и липидов при проведении полного парентерального питания у хирургических пациентов: пилотное исследование // Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова. 2016. № 4. С. 12-18.
7. Мочалова Е.Г., Легостаева Л.А., Зимин А.А. и др. Русскоязычная версия пересмотренной шкалы восстановления после комы — стандартизированный метод оценки пациентов с хроническими нарушениями сознания // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2018. Т.118, № 3-2. С. 25–31. DOI: 10.17116/jnevro20181183225-31.
8. Лейдерман И.Н., Белкин А.А., Рахимов Р.Т. и др. Влияние вертикализации на динамику показателя энергопотребности покоя у пациентов с синдромом безответного бодрствования // Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. 2020. Т.9, № 3. С. 356–362. DOI: 10.23934/2223-9022-2020-9-3-356-362.

## REFERENCES

1. Korolev A.A., et al. *Meditsinskaya Reabilitatsiya* = Medical Rehabilitation: Study Guide. Ed. Aleksanin S.S. St. Petersburg Publ., 2014. 184 p. (In Russ.).
2. Singer P, Reintam A., Berger M., et al. ESPEN Guideline on Clinical Nutrition in the Intensive Care Unit. Clinical Nutrition. 2019;38;1:48-79. DOI:10.1016/j.clnu.2018.08.037.
3. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition. Clinical Nutrition. 2006;25;2:218-219.
4. Weir J.B. New Methods for Calculating Metabolic Rate with Special Reference to Protein Metabolism. J. Physiol. 1949;109:1-9. DOI:10.1113/jphysiol.1949.sp004363.
5. Luft V.M., Afonchikov V.S., Dmitriyev A.V., et al. *Rukovodstvo po Klinicheskomu Pitaniyu* = Clinical Nutrition Guide. Monograph. St. Petersburg Publ., 2016. 492 p. (In Russ.).
6. Yaroshetskiy A.I., Vasilyeva S.O., Rezepov N.A., et al. The Use of Indirect Calorimetry to Assess Glucose and Lipid Metabolism During Total Parenteral Nutrition in Surgical Patients: A Pilot Study. *Vestnik Intensivnoy Terapii imeni A.I. Saltanova* = Annals of Critical Care. 2016;4:12-18 (In Russ.).
7. Mochalova Ye.G., Legostayeva L.A., Zimin A.A., et al. The Russian Version of Coma Recovery Scale-Revised — a Standardized Method for Assessment of Patients with Disorders of Consciousness. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii im. S.S. Korsakova* = The Korsakov's Journal of Neurology and Psychiatry. 2018;118:3-2:25-31 (In Russ.).
8. Leyderman I.N., Belkin A.A., Rakhimov R.T., et al. The Influence of Verticalization on the Dynamics of the Energy Demand at Rest in Patients with Unresponsive Wakefulness Syndrome. *Zhurnal Im. N. V. Sklifosovskogo Neotlozhnaya Meditsinskaya Pomoshch* = Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care. 2020;9;3:356-362. DOI: 10.23934/2223-9022-2020-9-3-356-362 (In Russ.).

Материал поступил в редакцию 31.01.23; статья принята после рецензирования 10.03.23; статья принята к публикации 23.03.23  
The material was received 31.01.23; the article after peer review procedure 10.03.23; the Editorial Board accepted the article for publication 23.03.23