

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr643464>

EDN: RIVQXL



# Анализ качества нутритивной поддержки у ожоговых больных

Е.Ю. Струков<sup>1</sup>, А.Г. Климов<sup>1</sup>, А.Б. Тимофеев<sup>1</sup>, О.А. Обухова<sup>2</sup><sup>1</sup> Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия;<sup>2</sup> Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Одна из ключевых составляющих интенсивной терапии у ожоговых больных — нутритивная поддержка (НП). Однако на фоне ожоговой болезни имеется несоответствие между потребностями в нутриентах и адекватностью их восполнения.

**Цель.** Оценить качество НП в комплексе интенсивной терапии ожоговых больных.

**Методы.** На основании данных историй болезни проведён ретроспективный анализ качества НП ожоговых пациентов с белково-энергетической недостаточностью (БЭН), госпитализированных в отделение реанимации и интенсивной терапии с продолжительностью лечения более 3 суток. На 2, 5, 10, 15, 20 и 30-е сутки оценивался индекс Франка (ИФ), потребности в энергии (по уравнению Харриса–Бенедикта), концентрации сывороточных общего белка и альбумина, абсолютное число лимфоцитов, энерго-пластическая ценность НП, в зависимости от величины ИФ — летальность, количество инфекционных осложнений (КИО), длительность госпитализации в отделении реанимации и интенсивной терапии и стационаре. Статистическая обработка выполнена при помощи пакета программ SPSS 20,0. Результаты представлены в виде Me [25%; 75%] (медиана, верхний и нижний квартили).

**Результаты.** Проанализировано 130 историй болезни (мужчин 123), медиана возраста 41 год [35,25; 58,25]. Общая площадь ожога составила 22% [15; 47]. ИФ при поступлении 47,5 Ед [32,75; 89,75]. На 2-е сутки концентрация общего белка была 52,5 г/л [48,0; 59,75], увеличение отмечено на 10 (54,00 г/л [52,0; 62,25]) и 15-е сутки (59,95 г/л [54,25; 65,38]),  $p < 0,05$ . В течение 10 суток энергообеспечение составило 59,5% [46,7; 53,9] от целевых значений, достичь которых удалось к 30-м суткам наблюдения (95,4% [55,4; 101,8]). Поступление белка (10-е сутки) составило 1,15 [0,57; 1,53] г/кг массы тела (МТ)/сутки, целевые значения за период наблюдения не достигнуты. В группе с ИФ  $\geq 60$  Ед на 10-е сутки энергообеспечение составило 44,1% от должного, поступление белка было 0,88 [0,50; 1,08] г/кг МТ/сутки; в группе с ИФ  $\leq 60$  Ед — 63,2% от должного, поступление белка — 1,15 [0,57; 1,35] г/кг МТ/сутки,  $p < 0,05$ . КИО и летальность были выше в группе с ИФ  $\geq 60$  Ед ( $p < 0,05$ ). Статистически значимой разницы в частоте развития инфекционных осложнений и уровне летальности в зависимости от степени исходной БЭН не выявлено.

**Заключение.** Обеспечение энергией и белком в острый период ожоговой болезни значительно отстаёт от рекомендуемых значений. Адекватного энергообеспечения удаётся достичь только на 30-е сутки, однако поступление белка остаётся недостаточным, особенно у больных с ИФ  $\geq 60$  Ед. Исходная БЭН не влияет на частоту КИО и выживаемость.

**Ключевые слова:** нутритивная поддержка; термическая травма; ожоги; энерго-пластическое обеспечение; нутритивный статус; белково-энергетическая недостаточность; отделение реанимации и интенсивной терапии.

## Как цитировать:

Струков Е.Ю., Климов А.Г., Тимофеев А.Б., Обухова О.А. Анализ качества нутритивной поддержки у ожоговых больных // Клиническое питание и метаболизм. 2024. Т. 5, № 3. С. 105–113. DOI: 10.17816/clinutr643464 EDN: RIVQXL

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr643464>

EDN: RIVQXL

# Nutritional Support Quality Assessment in Burn Patients

Egor Yu. Strukov<sup>1</sup>, Aleksey G. Klimov<sup>1</sup>, Aleksey B. Timofeev<sup>1</sup>, Olga A. Obukhova<sup>2</sup><sup>1</sup> Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia;<sup>2</sup> Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Nutritional support (NS) is a key component of intensive care for burn patients. However, during the course of burn disease, a discrepancy often exists between nutritional demands and the adequacy of their replenishment.

**AIM:** To assess the quality of NS as part of intensive care in burn patients.

**METHODS:** A retrospective analysis of NS quality was conducted based on the medical records of burn patients with protein-energy malnutrition (PEM) who were admitted to the intensive care unit and had a length of stay exceeding 3 days. On days 2, 5, 10, 15, 20, and 30, the Frank Index (FI), energy requirements (calculated using the Harris–Benedict equation), serum total protein and albumin levels, absolute lymphocyte count, and the energy-protein value of NS were assessed. Based on FI values, mortality, number of infectious complications (IC), length of stay in the intensive care unit, and hospital stay were analyzed. Statistical data processing was carried out using SPSS software, version 20.0. The results are presented as Me [25%; 75%] (median, upper and lower quartiles).

**RESULTS:** Data from 130 patients (123 males) were analyzed. Median age was 41 years [35.25; 58.25]. Total body surface area burned was 22% [15; 47]. Baseline FI was 47.5 units [32.75; 89.75]. Serum total protein concentration on day 2 was 52.5 g/L [48.0; 59.75], with a significant increase observed on days 10 (54.0 g/L [52.0; 62.25]) and 15 (59.95 g/L [54.25; 65.38]),  $p < 0.05$ . During the first 10 days, energy intake was 59.5% [46.7; 53.9] of the target values and reached 95.4% [55.4; 101.8] by day 30. Protein intake on day 10 was 1.15 [0.57; 1.53] g/kg body weight(BW)/day, not meeting target levels during the observation period. In the FI  $\geq 60$  group, energy intake on day 10 was 44.1% of the target, and protein intake was 0.88 [0.50; 1.08] g/kg BW/day; in the FI  $\leq 60$  group, energy intake was 63.2% of the target, and protein intake was 1.15 [0.57; 1.35] g/kg BW/day ( $p < 0.05$ ). IC incidence and mortality were higher in the FI  $\geq 60$  group ( $p < 0.05$ ). No significant difference was observed in IC rate or mortality based on baseline PEM severity.

**CONCLUSION:** During the acute phase of burn disease, energy and protein intake remain significantly below recommended targets. Adequate energy intake is achieved only by day 30, whereas protein intake remains insufficient, especially in patients with FI  $\geq 60$  units. Baseline PEM did not affect IC rates or survival.

**Keywords:** nutritional support; thermal injury; burns; energy-protein support; nutritional status; protein-energy malnutrition; intensive care unit.

## To cite this article:

Strukov EYu, Klimov AG, Timofeev AB, Obukhova OA. Nutritional Support Quality Assessment in Burn Patients. *Clinical nutrition and metabolism*. 2024;5(3):105–113. DOI: 10.17816/clinutr643464 EDN: RIVQXL

## ОБОСНОВАНИЕ

Одна из ключевых составляющих терапии у пациентов с ожогами — их адекватная нутритивная поддержка (НП) [1, 2]. Ожоговый шок и интоксикация в сочетании с инфекцией на фоне предшествующих заболеваний провоцируют значительные нарушения обмена веществ в организме, а также вызывают дисбаланс естественного питания больных [1–5]. Специфическая динамика развития ожоговых поражений приводит к несоответствию между увеличенными потребностями в питательных веществах (нутриентах) и возможностью самостоятельного приёма усиленного пищевого рациона. Это обуславливает необходимость применения искусственного лечебного парентерального и энтерального питания, ставшего неотъемлемой частью комплексного лечения ожоговых больных [3, 6]. Масштабные повреждения кожи при термических травмах вызывают потерю значительных объёмов жидкости и нарушение энергетического баланса, приводя к резкому увеличению потребности в белках, энергии и формированию быстро прогрессирующей, вплоть до развития кахексии, белково-энергетической недостаточности (БЭН) [7, 8]. При истощении наблюдается нарушение естественного течения регенерации ожоговых ран, отёчность тканей. Для оптимального восстановления требуется адекватное энерго-пластическое обеспечение [9]. Кроме того, трофические изменения способствуют возникновению инфекционных осложнений вследствие системной воспалительной реакции и иммуносупрессии как результата тяжёлой термической травмы [10], что подчёркивает важность адекватной НП для модуляции этих процессов [11]. Анализ научных данных свидетельствует, что у пострадавших с термической травмой наблюдаются значительные нарушения в нутриционном статусе. Своевременное и адекватное нутриционно-метаболическое обеспечение существенно влияет на течение и исходы ожоговой болезни [8, 10, 11].

**Цель исследования** — оценить качество НП в комплексе интенсивной терапии у пострадавших с ожоговой травмой.

## МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Ретроспективное одноцентровое наблюдательное исследование.

### Критерии соответствия

В исследовании проанализированы истории болезни пациентов, соответствовавших следующим *критериям включения*:

- возраст старше 18 лет;
- наличие тяжёлой термической травмы (больше 30 Ед по индексу Франка, ИФ), потребовавшей госпитализации в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ);
- пребывание в ОРИТ более 3 сут;

- зафиксированные показания для проведения НП (самостоятельное обеспечение энергией менее 60% от расчётных показателей);
- наличие добровольно подписанной формы информированного согласия на использование медицинских данных в научных целях.

**Критерии не включения:** указание на перевод в другую клинику менее чем через 10 дней от момента госпитализации в ОРИТ, отсутствие необходимых клинических и лабораторных данных в составе истории болезни.

### Продолжительность исследования и условия проведения

Исследование выполнено в 2024 г.

В исследование включены истории болезни пациентов, получивших лечение в ОРИТ клиники термических поражений Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (г. Санкт-Петербург) с 01.01.2016 по 31.12.2018.

НП начинали в первые 24 ч пребывания в ОРИТ, в 88,5% случаев ( $n=115$ ) проводили энтеральное зондовое питание с использованием стандартной полисубстратной питательной смеси, в 11,5% ( $n=15$ ) НП была смешанной с добавлением парентерального питания.

### Исходы исследования

Основными конечными точками исследования были количество инфекционных осложнений (КИО), в том числе внутрибольничная пневмония, острый респираторный дистресс-синдром, сепсис и развитие множественной органной дисфункции, летальность, длительность пребывания в ОРИТ и общий срок госпитализации в стационаре — в зависимости от ИФ при поступлении, проводимой НП и показателей нутритивного статуса.

Дополнительными конечными точками были показатели динамики сывороточной концентрации маркёров обмена белка (общего белка и альбумина), суточные калорийность питания и белковое обеспечение.

### Методы регистрации исходов

В рамках исследования проводили анализ результатов физикальных и лабораторно-инструментальных исследований пациентов в день поступления в ОРИТ и в контрольных точках. Контрольными точками были 2, 5, 10, 15, 20 и 30-е сутки посттравматического периода.

Анализировали демографические показатели (возраст, пол). Отслеживали температуру тела в подмышечной впадине.

При поступлении в ОРИТ рассчитывали ИФ — совокупный прогностический показатель ожоговой травмы, выраженный в условных единицах: каждый процент поверхностного ожога соответствует 1 Ед, глубокий — 3 Ед, ожог дыхательных путей — 10–15%, в зависимости от его тяжести (табл. 1) [6]. ИФ рассчитывали по формуле:

$$\text{ИФ (\%)} = \text{площадь поверхностных ожогов (\%)} + \text{глубина ожогов} \times 3 (\%).$$

**Таблица 1.** Прогностическая значимость Индекса Франка при ожоговой травме [6]  
**Table 1.** Prognostic significance of the Frank Index in burn injury [6]

| Индекс Франка, Ед | Прогноз                | Степень ожогового шока |
|-------------------|------------------------|------------------------|
| До 30             | Благоприятный          | 1-я                    |
| 31–60             | Сомнительный           | 2-я                    |
| 61–90             | Неблагоприятный        | 3-я                    |
| Более 90          | Крайне неблагоприятный | 4-я                    |

Нутритивный статус оценивали по ряду показателей. Антропометрические измерения проводили по стандартным методикам:

- массу тела (МТ) измеряли с точностью до 0,1 кг на калиброванных кроватных весах, утром, натощак, до начала инфузии, после опорожнения мочевого пузыря;
- рост фиксировали по данным сопроводительных документов в историях болезни;
- индекс массы тела (ИМТ) определяли как отношение МТ (кг) к квадрату роста (м<sup>2</sup>).

Энергетические потребности рассчитывали по уравнению Харриса–Бенедикта [8]:

- мужчины =  $66,473 + (13,75 \times \text{МТ, кг}) + (5,0033 \times \text{рост, см}) - (6,75 \times \text{возраст, лет})$ ;
- женщины =  $665,31 + (9,6 \times \text{МТ, кг}) + (1,85 \times \text{рост, см}) - (4,75 \times \text{возраст, лет})$ .

Для получения точных данных о потребности в энергии использовали поправочные коэффициенты (табл. 2).

Маркёры белкового обмена оценивались по сывороточным концентрациям общего белка, для определения которых применяли биохимический автоанализатор Spectrum (Abbott, США). Концентрацию альбумина определяли фотометрическим методом по конечной точке с использованием полностью автоматического анализатора фирмы Architect (Германия) и реактивов фирмы

Abbott (США). Абсолютное число лимфоцитов (АЧЛ) определялось методом проточной цитометрии на автоматическом гематологическом анализаторе MicroCC-25 Plus (США).

Энерго-пластическая ценность и качественный состав полученной НП на этапе лечения в ОРИТ определялись при анализе карт интенсивной терапии.

Анализ в подгруппах

На первом этапе проанализированы данные всей выборки пациентов. На втором этапе, в зависимости от величины ИФ, пострадавшие были разделены на 2 группы: ИФ  $\leq 60$  единиц (благоприятный и относительно благоприятный исход) и ИФ  $\geq 61$  единиц (сомнительный и неблагоприятный исход). Сравнивали энергетическое и белковое обеспечение, общее количество осложнений, летальность, длительность госпитализации в ОРИТ и стационаре.

Этическая экспертиза

Исследование одобрено этическим комитетом Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (протокол № 156 от 23.12.2016).

Статистический анализ

Размер выборки предварительно не рассчитывали. Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью пакета программ SPSS 20,0. Результаты представлены в виде Ме [25%; 75%], где Ме — медиана, [25%; 75%] — верхний и нижние квартили. Значимость различий между двумя независимыми группами оценивали по критерию Манна–Уитни. Значимость различий между фактическим количеством исходов в группах пострадавших определяли с помощью критерия хи-квадрат. Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

**Таблица 2.** Поправочные коэффициенты повреждающих факторов [8]  
**Table 2.** Correction coefficients for injurious factors [8]

| Факторы                           | Значение                    | Коэффициент | Факторы | Значение                 | Коэффициент |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------|---------|--------------------------|-------------|
| Активность                        | Постельный режим            | 1,1         | Травма  | Нет                      | 1,0         |
|                                   | Палатный режим              | 1,2         |         | Операции малого объёма   | 1,1         |
|                                   | Общий режим                 | 1,3         |         | Операции большого объёма | 1,2         |
|                                   | Тяжёлая физическая нагрузка | 1,5         |         | Переломы                 | 1,3         |
| Температура в подмышечной впадине | 38,0–38,9°C                 | 1,1         | Травма  | Перитонит                | 1,4         |
|                                   | 39,0–39,9°C                 | 1,2         |         | Сепсис                   | 1,5         |
|                                   | 40,0–40,9°C                 | 1,3         |         | Политравма, ЧМТ          | 1,6         |
|                                   | > 41,0°C                    | 1,4         |         | Ожоги <30%               | 1,7         |
| Дефицит МТ                        | 10–20%                      | 1,1         | Ожоги   | Ожоги 30–50%             | 1,8         |
|                                   | 20–30%                      | 1,2         |         | Ожоги 51–70%             | 2,0         |
|                                   | >30%                        | 1,3         |         | Ожоги >70%               | 2,2         |

Примечание. МТ — масса тела, ЧМТ — черепно-мозговая травма.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Объекты (участники) исследования

В ходе исследования проанализировано 130 историй болезни пострадавших, из которых 123 (94,6%) мужчины и 7 (5,4%) — женщины. Медиана возраста пациентов составила 41 год [35,25; 58,25]. Тяжёлой сопутствующей патологии не отмечено. Общая площадь ожога пострадавших составляла 22% [15; 47], из которой 9% [5,5; 23,25] поверхности тела приходилось на глубокое поражение. Индекс тяжести поражения (индекс Франка, ИФ) при поступлении оценивался в 47,5 Ед [32,75; 89,75]. ИМТ при поступлении составил 27,54 кг/м<sup>2</sup> [22,87; 29,06]. С исходно низким ИМТ (<20 кг/м<sup>2</sup>) поступили 13,1% (*n*=17) пациентов, 13,8% (*n*=18) пострадавших имели при поступлении повышенное питание или ожирение 1-й степени (ИМТ 25–35 кг/м<sup>2</sup>) (табл. 3).

Содержание висцерального пула белка оценивали по содержанию общего белка и альбумина в плазме крови. На 2-е сутки после травмы отмечена гипопроотеинемия, концентрация общего белка 52,5 г/л [48,0; 59,75]. К 5-м суткам происходило дальнейшее статистически незначимое снижение данного показателя до 49,0 г/л [45,0; 54,25]. К 10 и 15-м суткам на фоне проводимой НП уровень общего белка сыворотки крови статистически значимо нарастал до 54,00 г/л [52,0; 62,25] и 59,95 г/л [54,25; 65,38] соответственно (*p* < 0,05). С 15-х суток значимых отклонений уровня общего белка более не происходило. Концентрация сывороточного альбумина при госпитализации составила 27,31 г/л [23,65; 31,60]. В дальнейшем статистически значимых изменений уровня альбумина в процессе наблюдения не отмечено.

Температура во все периоды наблюдения держалась на уровне субфебрильных цифр и статистически значимо не изменялась.

АЧЛ при поступлении составило 1,08×10<sup>9</sup>/л [0,66; 2,12]. На 10-е сутки отмечалось максимальное снижение показателя до 0,8×10<sup>9</sup>/л [0,60; 1,30].

**Таблица 3.** Основные характеристики больных  
**Table 3.** Main characteristics of the patients

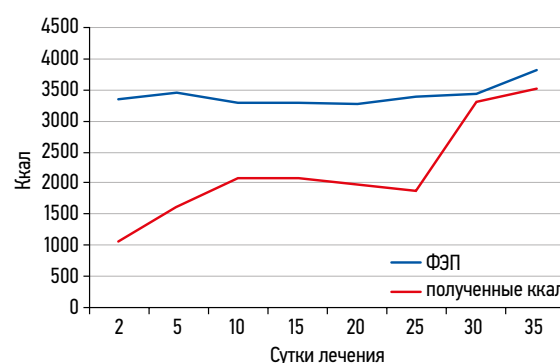
| Показатель                                         | <i>n</i> =130          |
|----------------------------------------------------|------------------------|
| Возраст, лет                                       | 41 год [35,25; 58,25]* |
| Мужчины, абс. (%)                                  | 123 (94,6)             |
| Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>               | 27,54 [22,87; 29,06]   |
| Кахексия, ИМТ <20 кг/м <sup>2</sup> , абс. (%)     | 17 (13,1)              |
| Нормальная, ИМТ 20–25 кг/м <sup>2</sup> , абс. (%) | 95 (73,1)              |
| Ожирение, >25 кг/м <sup>2</sup> , абс. (%)         | 13,8 (18)              |
| Площадь ожога, % площади тела                      | 22 [15; 47]            |
| Глубокое ожоговое поражение, %                     | 9 [5,5; 23,25]         |

*Примечание.* Результаты представлены в виде Ме [25%; 75%], где Ме — медиана, [25%; 75%] — верхний и нижние квартили, ИМТ — индекс массы тела.

При расчётной потребности 3363 ккал [2190; 3996] в сутки пострадавшие в течение первых 10-х суток лечения в среднем получали значительно меньше — 1625 ккал/сут [1022; 2153], или 59,5% [46,7; 53,9] от целевых значений. Начиная с 10-х и по 20-е сутки при расчётной потребности 3290 ккал/сут [1813; 3997] поступление энергии составило 1990 ккал/сут [1583; 1889], или 60,5% [87,3; 47,2] от целевых значений. К 30-м суткам лечения НП соответствовала расчётным энергопотребностям пострадавших: расчётные потребности 3460 ккал/сутки [2489; 3871], реальное поступление — 3300 ккал/сут [1380; 3940], или 95,4% [55,4; 101,8] (рис. 1).

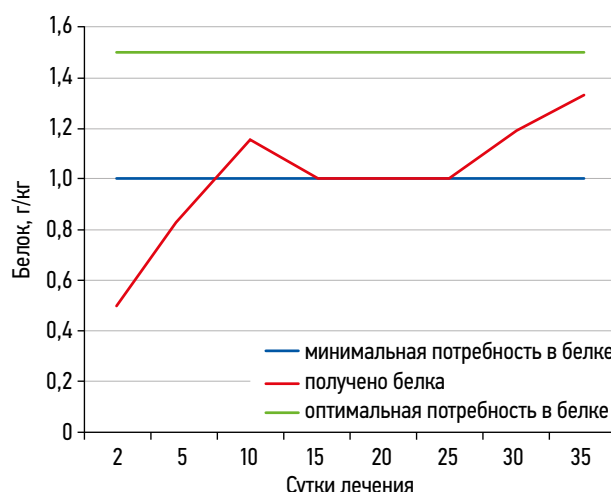
Минимально рекомендуемое поступление белка в 1,0 г/кг МТ в сутки достигалось только к 10-м суткам лечения (1,15 г/кг массы тела в сутки [0,57; 1,53]). За весь период наблюдения оптимальное рекомендуемое количество (1,5 г/кг массы тела в сутки) не достигнуто (рис. 2).

При поступлении у большинства пациентов (*n*=78, 60%) ИФ был <60 Ед. ИФ >61 Ед отмечался, соответственно, у 40% пострадавших (*n*=52).



**Рис. 1.** Динамика полученного энергетического субстрата в составе нутритивной поддержки. ФЭП — фактическая энергетическая потребность.

**Fig. 1.** Dynamics of the received energy substrate as part of nutritional support.



**Рис. 2.** Динамика полученного пациентами белка в составе нутритивной поддержки.

**Fig. 2.** Changes of protein intake as part of nutritional support.



**Таблица 4.** Клинические исходы в зависимости от площади ожога  
**Table 4.** Clinical outcomes according to burn area

| Показатель                                                     | ИФ* ≤60 Ед (n=78) | ИФ ≥61% (n=52)  | p     |
|----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-------|
| Количество инфекционных осложнений, абс. (%)                   | 29 (37,5%)        | 32 (62,5 %)     | <0,05 |
| Летальность, абс. (%)                                          | 17 (22%)          | 40 (77,8%)      | <0,05 |
| Длительность госпитализации в ОРИТ, сутки, Ме [25%; 75%]       | 26 [18,0; 30,0]** | 29 [22,0; 35,0] | >0,05 |
| Длительность госпитализации в стационаре, сутки, Ме [25%; 75%] | 59 [52,0; 70,8]   | 62 [56,5; 71,5] | >0,05 |

*Примечание.* \* ИФ — индекс Франка, \*\* результаты представлены в виде Ме [25%; 75%], где Ме — медиана, [25%; 75%] — верхний и нижний квартили.

Среди пострадавших с ИФ ≤60 Ед на 5-е сутки энергообеспечение при расчётной потребности 3467 [2190; 3996] ккал в сутки составило 1593 [907; 2140] ккал/сутки (45,9% [41,4; 53,6]). Большинство пациентов (n=47, 60,3%) на 10-е сутки лечения обеспечивались белком >1,0 г/кг массы тела в сутки (1,15 [0,57; 1,35] г/кг массы тела в сутки) и более 25 ккал/кг массы тела в сутки, или 2080 [1200; 2868] ккал в сутки (63,2% [36,5; 87,2] от должного). Среди пострадавших с ИФ ≥61 Ед большинство (n=39, 75%) к 10-м суткам получали энергии всё ещё <20 ккал/кг массы тела в сутки, 1450 [761; 1776], или 44,1% [23,1; 53,9] от должного и <1 г/кг массы тела белка (0,88 [0,50; 1,08]). Дальнейший анализ в этой подгруппе пострадавших был затруднён из-за сокращения выборки пациентов вследствие высокой летальности.

Наиболее частым инфекционным осложнением в общей популяции больных стал сепсис, частота развития которого составила 33,1% (n=43). Общая летальность составила 43,8% (n=57), инфекционные осложнения развились у 46,9% (n=61) пациентов. КИО в группе ИФ ≤60 Ед составило 29 случаев (37,5%), в группе ИФ ≥61% — 32 случая (62,5%), p <0,05. Летальность в группе ИФ ≤60 Ед — 22% (n=17), в группе ИФ ≥61% — 77,8% (n=40), p <0,05. Длительность пребывания в ОРИТ в группе ИФ ≤60 Ед составила 26 [18,0; 30,0] суток, длительность госпитализации в стационаре 59 [52,0; 70,8] дней. В то же время в группе пострадавших с ИФ ≥61 Ед длительность пребывания в ОРИТ и стационаре в целом была больше и составила 29 суток [22,0; 35,0] и 62 дня [56,5; 71,5] соответственно. Длительность нахождения в ОРИТ и стационаре в целом среди подгрупп пострадавших с разным ИФ статистической значимой разницы не имела (табл. 4).

Статистически значимой разницы в частоте развития осложнений и уровне летальности в зависимости от степени исходной недостаточности питания не выявлено (p >0,05).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Общеизвестно, что скорость катаболических реакций при термической травме по сравнению с другими критическими состояниями несопоставимо высока. Ожоговая травма может увеличить потребности в энергии в 2 раза. Развивающийся в течение первых 24–48 ч и усиливающийся в течение последующих 5 сут гиперметаболический

ответ приводит к развитию неспецифического системного воспаления, влекущего за собой развитие полиорганной дисфункции и шока. Характерное для ожоговой болезни значительное повышение распада белка на фоне подавления его синтеза, вынужденная иммобилизация приводят к значительным потерям мышечной массы, развитию саркопении, что катастрофически влияет на функциональное состояние организма, в частности, снижая толерантность тканей к инсулину. Возникающая на фоне стресса иммуносупрессия способствует увеличению КИО. В комплексе эти процессы препятствуют заживлению раневой поверхности, замыкая, таким образом, порочный круг.

Тяжесть состояния во многом определяется площадью и глубиной термического поражения. Посттравматический период сопровождается снижением толерантности к глюкозе, нарушением чувствительности тканей к инсулину, ускорением глюконеогенеза, тканевой гипоксией. Характерные для ожогового шока большие потери жидкости (порядка 4 л с 1 м<sup>2</sup> поверхности тела в сутки) вызывают уменьшение объёма циркулирующей крови, снижение сердечного выброса, нарушение перфузии тканей и требуют проведения массивной инфузии, в том числе парентеральной антибактериальной терапии. На фоне кишечной недостаточности нарушается ассимиляция нутриентов, а наличие дыхательной, сердечной или почечной дисфункции ограничивает допустимый объём гидратации.

В совокупности эти и другие метаболические aberrации накладывают ограничения на широкое использование НП. В связи с этим предпочтительным становится энтеральное питание или сочетание энтерального и парентерального питания. Введение субстрата в желудочно-кишечный тракт способствует улучшению трофики кишечной стенки, препятствует транслокации микроорганизмов за её пределы и сохраняет микробиоту, снижая потребность в парентеральном питании. Тем не менее адекватное восполнение значительно повышенных потребностей в энергии и белке становится трудновыполнимой задачей [12, 13].

Энергетическое и белковое обеспечение ожоговых больных по-прежнему остаётся предметом дискуссий. В клинических рекомендациях ESPEN (European Society for Clinical Nutrition and Metabolism, Европейское общество клинического питания и метаболизма) рассматривается белковое обеспечение в размере 1,5–2,0 г/кг массы тела в сутки у пациентов моложе 80 лет. Калорийность

НП предлагается обеспечивать на уровне 25–30 ккал/кг массы тела в сутки с ограничением углеводов до 60% и жиров до 35% от общей калорийности НП [14]. Однако более свежие работы оспаривают это мнение. Например, A. Jutba и соавт. показали, что использование высокобелковой НП у больных с термическим поражением более 20% площади поверхности тела не выявило статистически значимой разницы по сравнению со стандартным протоколом питания и не влияло на частоту отторжения кожного трансплантата, сроки госпитализации и летальность [15].

De Waele E. и соавт., оценивая энерго-пластическую обеспеченность больных с поражением более 41% площади тела, обнаружили, что уровень выживаемости коррелировал с калорийностью НП. Пациенты, которые получали 100% запланированной энергии, имели почти в 4 раза меньший риск смерти в течение полугода по сравнению с пациентами, получавшими 25% от расчётной калорийности. При этом значимой статистической связи между поступлением белка и летальностью не получено [16].

В нашем ретроспективном исследовании анализировались данные пациентов с тяжёлой термической травмой, поступивших в ОРИТ. В обследованной популяции больных медиана общей площади поражения составила 22% [15; 47], из которой 9% [5,5; 23,25] поверхности тела приходилось на глубокое поражение. ИФ при поступлении в общей когорте оценивался в 47,5 Ед [32,75; 89,75]. При этом у 40% ( $n=52$ ) пострадавших значения ИФ были  $>60$  Ед, что говорило о сомнительном или неблагоприятном исходе.

Тяжёлая ожоговая травма отразилась на состоянии нутритивного статуса. Уже на 2-е посттравматические сутки у пострадавших отмечалась гипопротеинемия, сопровождавшаяся снижением концентраций общего белка до 52,5 г/л [48,0; 59,75] и альбумина до 27,31 г/л [23,65; 31,60]. Кроме того, снижение АЧЛ ( $1,08 \times 10^9/\text{л}$  [0,66; 2,12]) свидетельствовало о развитии иммуносупрессии.

Все больные находились на энтеральном зондовом питании, хотя часть из них ( $n=15$ , 11,5%) получали смешанную НП (энтеральное зондовое плюс дополнительное парентеральное питание). НП стартовала в течение первых 24 ч. Давно показано, что такое раннее начало искусственного лечебного питания снижает показатели раневой инфекции и сроки госпитализации в стационаре [17]. Однако анализ энергообеспечения выявил значительный дефицит, особенно в течение первых 10 суток. Так, при суточной потребности в энергии в 3363 ккал [2190; 3996] удавалось обеспечить только 1625 ккал [1022; 2153], или 59,5% [46,7; 53,9] от расчётных величин. В последующие 10 сут ситуация практически не менялась: при потребности в 3290 ккал [1813; 3997] в сутки пострадавшие получали 1990 ккал [1583; 1889], или 60,5% [87,3; 47,2] от должного. Перелом в энергетическом обеспечении отмечен только к 30-м суткам лечения, когда поступление энергии составило 3300 ккал/сут [1380; 3940], что эквивалентно 95,4% [55,4; 101,8] от расчётных величин (3460 ккал/сутки [2489; 3871]).

Добиться адекватного поступления белка оказалось ещё сложнее. Только к 10-м суткам терапии в ОРИТ белковое обеспечение достигло нижней границы целевых значений (1,15 г/кг массы тела в сутки [0,57; 1,53]). Достичь же оптимального поступления белка (1,5–2,0 г/кг массы тела в сутки) за время наблюдения не удалось.

Поздние сроки достижения целевых значений обеспечения энергией и белком совпадают с этапами развития посттравматического метаболического ответа, flow-фаза которого начинает ослабевать в среднем через 21 день после получения травмы. Несмотря на то, что нам не удалось подавить катаболические процессы, максимально возможная доставка нутриентов способствовала недопущению пролонгирования посттравматического состояния и возможного развития каскада тяжёлых осложнений ожоговой болезни. В частности, надир лимфоцитов зафиксирован на 10-е сутки лечения, в последующем их число повышалось, что можно расценивать как уменьшение тяжести иммуносупрессии и хороший прогностический признак.

Наиболее трудно обеспечить нутриентами тяжёлых больных с высоким уровнем катаболизма, терапия которых отличается полипрагмазией. Наше исследование это подтвердило. Больные с ИФ  $\geq 61\%$  априори являются более тяжёлыми. У них быстрее развивается полиорганная (в том числе кишечная) недостаточность, требуется массивная инфузионная терапия. Количество инфекционных осложнений, наиболее распространённым среди которых был сепсис, также оказалось достоверно выше в этой группе пациентов. С одной стороны, тяжёлые инфекционные осложнения дополнительно увеличивали потребности в нутриентах, с другой стороны, проводимая многокомпонентная терапия затрудняла назначение НП в достаточном объёме. Этим пациентам так и не удалось обеспечить достаточное поступление энергии и белка. На 10-е сутки калорийность НП в этой группе составила всего 1450 ккал [761; 1776] или  $<20$  ккал/кг массы тела в сутки, обеспечение белком также было низким, 0,88 г/кг массы тела в сутки [0,50; 1,08]. Возможно, это сыграло отрицательную роль, способствуя высокой летальности ( $n=40$ , 77,8%) и развитию большего количества осложнений ( $n=32$ , 62,5%). В то же время в группе пострадавших с ИФ  $\leq 60$  Ед обеспечение энергией и белком было значительно выше (на 10-е сутки: 2080 ккал [1200; 2868], или 25 ккал/кг массы тела в сутки; белка 1,15 г/кг массы тела в сутки [0,57; 1,35]). Показатели летальности и количество осложнений было значительно ниже (летальность  $n=17$ , 22%, общее количество осложнений  $n=29$ , 37,5%). Однако длительность госпитализации в ОРИТ и в стационаре между этими группами достоверно не различались, что может быть обусловлено сроками заживления ожоговых ран [18].

Положительным прогностическим признаком явилось отсутствие истощения у большинства пострадавших на момент получения термической травмы. Только у 13,1% больных ( $n=17$ ) в начале исследования ИМТ был низким, а коморбидного ожирения не отмечено ни у кого.

Таким образом, при получении травмы наши пациенты в большинстве своём не имели саркопении истощения или саркопении ожирения. Имевшийся запас собственного белка, скорее всего, положительно сказался на выздоровлении. Это подтверждает и отсутствие статистически значимой разницы в частоте развития инфекционных осложнений и уровне летальности в зависимости от степени исходной недостаточности питания ( $p > 0,05$ ).

### Ограничения исследования

Ограничение исследования — участие в нём пациентов молодого возраста, не имевших тяжёлой сопутствующей патологии, в связи с чем экстраполяция результатов на общую популяцию ожоговых больных затруднительна.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, все пациенты уже при поступлении имели признаки белково-энергетической недостаточности. У пострадавших с термической травмой до 10-х суток лечения энергетическое и белковое обеспечение не было достаточным. Несмотря на положительную динамику в период с 10-х по 20-е сутки, адекватное энергообеспечение отмечено только после 20 суток интенсивной терапии. За время наблюдения оптимального поступления белка (1,5 г/кг МТ/сутки и более) достичь не удалось. Не получено статистически значимого различия между группами пострадавших с различным значением ИФ по длительности пребывания в ОРИТ, продолжительности госпитализации, уровню летальности в зависимости от обеспечения энергией и белком, исходной нутритивной недостаточности, однако количество осложнений и летальных исходов в группе пострадавших с ИФ  $\geq 61$  Ед с относительно неблагоприятным или сомнительным прогнозом значимо выше. Для преодоления белково-энергетического дефицита целесообразно уже на ранних этапах нутритивной поддержки использовать высокобелковые высококалорийные смеси, а также расширить показания для дополнительного парентерального питания. Такой подход может уменьшить нутритивную недостаточность в условиях синдрома гиперметаболизма-гиперкатаболизма у ожоговых больных.

Расчёт индивидуальных энерго-пластических потребностей пострадавших с ожоговой травмой играет ключевую роль для обеспечения принципа адекватности НП. Наши данные свидетельствуют о трудности выполнения клинических рекомендаций по проведению НП больным с ожоговой болезнью, однако её необходимость и положительное влияние на результаты лечения неоспоримы. Нивелировать различия между энерго-пластическими потребностями и реальными возможностями доставки нутриентов крайне тяжело. Необходимы дальнейшие исследования по возможности модернизации НП

в посттравматическом периоде с целью обеспечения больных достаточным количеством энергии и белка.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Е.Ю. Струков — концептуализация, методология, дизайн и руководство исследованием; А.Г. Климов — ресурсы, создание рукописи и её редактирование, проведение исследования; А.Б. Тимофеев — методология, анализ данных, написание текста рукописи и редактирование, визуализация; О.А. Обухова — создание и редактирование рукописи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность врачу — анестезиологу-реаниматологу Лаухину Антону Александровичу за помощь в наборе фактического материала.

**Этическая экспертиза.** Исследование одобрено этическим комитетом Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (протокол № 156 от 23.12.2016).

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

**Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

**Оригинальность.** При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

**Доступ к данным.** Все данные, полученные в настоящем исследовании, доступны в статье.

**Генеративный искусственный интеллект.** При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовались.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contributions:** E.Yu. Strukov: conceptualization, methodology, study design, supervision; A.G. Klimov: resources, writing—original draft, writing—review & editing, investigation; A.B. Timofeev: methodology, data analysis, writing—original draft, writing—review & editing, visualization; O.A. Obukhova: writing—original draft, writing—review & editing. All the authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors made substantial contributions to the conceptualization, investigation, and manuscript preparation, and reviewed and approved the final version prior to publication).

**Acknowledgments:** The authors thank Anton Aleksandrovich Laukhin, MD, anesthesiologist, for his assistance in data collection.

**Ethics approval:** The study was approved by the Ethics Committee of the S.M. Kirov Military Medical Academy (Protocol No. 156, December 23, 2016).

**Funding sources:** The authors declare no external funding was received for the study or article.

**Disclosure of interests:** The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

**Statement of originality:** The authors did not use any previously published information (text or data) in this work.

**Data availability statement:** All data generated during this study are available in the article and its supplementary material.

**Generative AI:** No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this paper.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Boyarintsev VV, Evseev MA. Metabolism and nutritional support of the surgical patient: Doctor's manual. Saint Petersburg: Onley-Press; 2017. 260 p.
2. Morgan Jr. JE. Clinical anesthesiology. Book three. Bunyatyan AA, Tseytlin AM, editors. Moscow: BINOM; 2011. 295 c.
3. Diagnosis and treatment of burn shock (National clinical recommendations). Moscow: All-Russian public organization "Association of Combustionologists "World without Burns", 2014. 17 p. Available from: <http://combustiolog.ru/wp-content/uploads/2013/07/Diagnostika-i-lechenie-ozhogovogo-shoka.pdf>
4. Gerasimova LI. Artificial nutrition in emergency surgery and traumatology. Ermolov AS, Abakumov MM, editors. Moscow: Sklifosovsky Research Institute of Emergency Aid; 2001. 389 p. ISBN 5-89688-005-7
5. Kostyuchenko AL, Kostin ED, Kurygin AA. Enteral artificial nutrition in intensive medicine. Spb.: Special Literature; 1996. 20 p. EDN: ZDRNXD
6. Lavreshin PM, Vladimirova OV, Gobejishvili VK, et al. Thermal and chemical injuries. Electrotrauma: textbook for students, interns, clinical residents, workers of practical health care. Stavropol: StSMU Publishing House; 2017. 144 p. ISBN 978-5-89822-488-2
7. Sobotka L, editor. 7 Fundamentals of Clinical Nutrition. 4th edition. European Society for Clinical Nutrition and Metabolism; 2011.
8. Slastnikov ED, Vlasenko AV, Evdokimov EA, et al. Metabolic status of the patient in the intensive care unit and the choice of methods for its assessment (current state of the issue). *Medical Alphabet*. 2023;(16):53–72. doi: 10.33667/2078-5631-2023-16-53-72
9. Nunez JH, Clark. Burn Patient Metabolism and Nutrition. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2023;34(4):717–731. doi: 10.1016/j.pmr.2023.06.001
10. Shapovalov SG. Combustiology of emergency situations: a tutorial. Aleksanin SS, Alekseev AA, editors. Nikiforov's All-Russian Center for Emergency and Radiation Medicine, Saint Petersburg: Politeknikaservis; 2014. 164 p.
11. Church A, Zoeller S. Enteral nutrition product formulations: A review of available products and indications for use. *Nutr Clin Practice*. 2023;38(2):277–300. doi: 10.1002/ncp.10960
12. Ilyinsky ME, Lyashchenko YuN, Ryk AA, Bocharov DE. Modern possibilities of reducing the intensity of hypermetabolism in severe thermal injury (literature review). *Sklifosovsky Journal. Emergency medical care*. 2016;(5):55–64. EDN: WRLGZX
13. Radzikowska-Büchner E, Łopuszyńska I, Flieger W, et al. An Overview of Recent Developments in the Management of Burn Injuries. *Int J Mol Sci*. 2023;24(2):16357. doi: 10.3390/ijms242216357
14. Rousseau A, Losser M, Ichai C, Berger MM. ESPEN endorsed recommendations: nutritional therapy in major burns. *Clin Nutr*. 2013;32(4):497–502. doi: 10.1016/j.clnu.2013.02.012
15. Jutba AS, Kamel A, Nguyen Q, et al. Impact of an enteral nutrition protocol in critically ill patients with burn injuries. *Int J Burns Trauma*. 2024;14(3):58–64. doi: 10.62347/YGQW7641
16. De Waele E, Jakubowski JR, Stocker R, Wischmeyer PE. Review of evolution and current status of protein requirements and provision in acute illness and critical care. *Clin Nutr*. 2021;40(5):2958–2973. doi: 10.1016/j.clnu.2020.12.032
17. Mosier MJ, Pham TN, Klein MB, et al. Early enteral nutrition in burns: compliance with guidelines and associated outcomes in a multicenter study. *JBCR*. 2011;32:104–109. doi: 10.1097/BCR.0b013e318204b3be
18. Markiewicz-Gospodarek A, Kozioł M, Tobiasz M, et al. Burn Wound Healing: Clinical Complications, Medical Care, Treatment, and Dressing Types: The Current State of Knowledge for Clinical Practice. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(3):1338. doi: 10.3390/ijerph19031338

## ОБ АВТОРАХ

\* **Струков Егор Юрьевич**, д-р мед. наук, доцент;  
адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. ак. Лебедева, д. 6;  
ORCID: 0000-0001-5041-1201;  
eLibrary SPIN: 3949-3704;  
e-mail: e.strukov@mail.ru

**Климов Алексей Григорьевич**, д-р мед. наук, доцент;  
ORCID: 0000-0003-2289-6867;  
eLibrary SPIN: 6178-2223;  
e-mail: alexklim1957@mail.ru

**Тимофеев Алексей Борисович**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0009-0003-1598-9405;  
eLibrary SPIN: 8956-5603;  
e-mail: abtim64@mail.ru

**Обухова Ольга Аркадьевна**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0003-0197-7721;  
eLibrary SPIN: 6876-7701;  
e-mail: obukhova0404@yandex.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Egor Yu. Strukov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Assistant Professor;  
address: 6 Ak. Lebedeva st., Saint Petersburg, Russia, 194044;  
ORCID: 0000-0001-5041-1201;  
eLibrary SPIN: 3949-3704;  
e-mail: e.strukov@mail.ru

**Aleksey G. Klimov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Assistant Professor;  
ORCID: 0000-0003-2289-6867;  
eLibrary SPIN: 6178-2223;  
e-mail: alexklim1957@mail.ru

**Aleksey B. Timofeev**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: 0009-0003-1598-9405;  
eLibrary SPIN: 8956-5603;  
e-mail: abtim64@mail.ru

**Olga A. Obukhova**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: 0000-0003-0197-7721;  
eLibrary SPIN: 6876-7701;  
e-mail: obukhova0404@yandex.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author