DOI: https://doi.org/10.17816/clinutr686847 EDN: UCIMBU

Энергетические потребности больных опухолями верхних отделов желудочно-кишечного тракта перед проведением радикального оперативного вмешательства, определённые при помощи непрямой калориметрии

О.А. Обухова, И.А. Курмуков, Г.С. Юнаев

Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Блохина», Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Нутритивная поддержка (НП) является неотъемлемой составляющей преабилитации перед проведением хирургического вмешательства онкологических пациентов с поражением верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), завершивших неоадъювантную химиотерапию (НАХТ), однако их энергетические потребности до конца не известны.

Цель. Определить при помощи непрямой калориметрии энергопотребности пациентов со злокачественными новообразованиями верхних отделов ЖКТ, завершивших НАХТ, которым планировалось проведение радикального хирургического вмешательства.

Методы. В наблюдательное одномоментное одноцентровое исследование включены завершившие НАХТ пациенты с опухолью верхних отделов ЖКТ, которым планировалось проведение радикального хирургического вмешательства. При поступлении проводилось измерение массы тела (МТ), роста. Рассчитывался индекс МТ (ИМТ), потеря МТ за полгода (% привычной). Энергопотребности измерялись методом непрямой калориметрии (НК) и рассчитывались по уравнению Харриса–Бенедикта с использованием поправочных коэффициентов. Степень белково-энергетической недостаточности (БЭН) определялась по критериям GLIM. Вычислялось поступление энергии за сутки. Статистический анализ проводился с использованием пакета программ Microsoft Excel 2011. Данные представлены как Me [Q1; Q3].

Результаты. Обследовано 42 пациента (n=24), медиана возраста 64 года [57; 72]. У 26 пациентов (61,9%) был рак пищевода, у 16 (38,1%) — рак желудка. Потеря МТ за полгода составила 11,53% [8,62; 20,04], ИМТ — 24 [19,5; 26,88] кг/м^2. По данным НК основной обмен веществ (ООВ) составил 1485,5 [1327,75; 1622,25] ккал/сут, актуальные потребности в энергии (АПЭ) — 1960,86 [1752,63; 2141,37] ккал/сут или 28,37 [26,23; 32,78] ккал/кг. При расчёте по уравнению Харриса–Бенедикта ООВ был равен 1391,43 [1264,22; 1525,49] ккал/сут, АПЭ — 1836,69 [1668,78; 2013,64] ккал/сут или 27,35 [25,73; 30,24] ккал/кг. Калорийность рациона составила 1232,00 [967,00; 1479,25] ккал/сут или 18,91 [15,90; 21,18] ккал/кг. Вариабельность показателей, полученных методом НК, была выше, чем при использовании расчётного уравнения. Средняя степень тяжести БЭН диагностирована у 15 пациентов (35,7%), тяжёлая — у 27 (64,3%).

Заключение. У больных с опухолями верхних отделов ЖКТ, получивших НАХТ, имеется БЭН, ведущим критерием которой является непреднамеренная потеря МТ за последние полгода. ООВ, измеренный при помощи НК, даёт более индивидуальные результаты, чем расчёт по уравнению Харриса–Бенедикта.

Ключевые слова: преабилитация; нутритивная поддержка; непрямая калориметрия; энергопотребности; дыхательный коэффициент.

Как цитировать:
Обухова О.А., Курмуков И.А., Юнаев Г.С. Энергетические потребности больных опухолями верхних отделов желудочно-кишечного тракта перед проведением радикального оперативного вмешательства, определённые при помощи непрямой калориметрии // Клиническое питание и метаболизм. 2024. Т. 5. № 4. С. 160–167. DOI: 10.17816/clinutr686847 EDN: UCIMBU

Рукопись получена: 07.12.2024 **Рукопись одобрена:** 08.07.2025 **Опубликована online:** 28.07.2025

ЭКО • ВЕКТОР

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2024

DOI: https://doi.org/10.17816/clinutr686847 EDN: UCIMBU

Energy Requirements in Patients With Upper Gastrointestinal Cancer Prior to Radical Surgery as Assessed by Indirect Calorimetry

Olga A. Obukhova, Ildar A. Kurmukov, Grigory S. Yunaev

Russian Cancer Research Center NN Blokhin, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Nutritional support (NS) is an essential component of prehabilitation before surgical intervention in cancer patients with upper gastrointestinal (GI) tract cancer who have completed neoadjuvant chemotherapy (NACT). However, their actual energy requirements remain poorly understood.

AIM: The work aimed to determine energy requirements using indirect calorimetry (IC) in patients with malignant tumors of the upper GI tract who had completed NACT and were scheduled for radical surgical intervention.

METHODS: This observational, cross-sectional, single-center study included patients with upper GI tract cancer who completed NACT and were scheduled for radical surgery. Upon admission, body weight and height were measured. Body mass index (BMI) and weight loss over the preceding six months (as % of usual body weight) were calculated. Energy requirements were assessed via IC and also calculated using the Harris–Benedict equation with stress factors. The degree of protein-energy malnutrition (PEM) was classified according to GLIM criteria. Daily energy intake was calculated. Statistical analysis was performed using Microsoft Excel 2011. Data are presented as Me [Q1; Q3].

RESULTS: A total of 42 patients (24 males) were assessed; median age was 64 years [57; 72]. Esophageal cancer was diagnosed in 26 patients (61.9%), gastric cancer in 16 (38.1%). Median 6-month weight loss was 11.53% [8.62; 20.04], BMI was 24 [19.5; 26.88] kg/m^2. IC-based basal metabolic rate (BMR) was 1485.5 [1327.75; 1622.25] kcal/day; actual energy requirement (AER) was 1960.86 [1752.63; 2141.37] kcal/day, or 28.37 [26.23; 32.78] kcal/kg. According to the Harris–Benedict equation, BMR was 1391.43 [1264.22; 1525.49] kcal/day, AER was 1836.69 [1668.78; 2013.64] kcal/day, or 27.35 [25.73; 30.24] kcal/kg. Caloric intake was 1232.00 [967.00; 1479.25] kcal/day, or 18.91 [15.90; 21.18] kcal/kg. The IC method yielded greater variability compared to calculated estimates. Moderate PEM was diagnosed in 15 patients (35.7%), and severe PEM in 27 (64.3%).

CONCLUSION: Patients with upper GI tract cancer who have undergone NACT present with PEM, the primary diagnostic criterion being unintentional weight loss over the preceding six months. IC-based BMR measurements provide more individualized results than those derived from the Harris–Benedict equation.

Keywords: prehabilitation; nutritional support; indirect calorimetry; energy requirements; respiratory quotient.

To cite this article:
Obukhova OA, Kurmukov IA, Yunaev GS. Energy Requirements in Patients With Upper Gastrointestinal Cancer Prior to Radical Surgery as Assessed by Indirect Calorimetry. *Clinical nutrition and metabolism.* 2024;5(4):160–167. DOI: 10.17816/clinutr686847 EDN: UCIMBU

Submitted: 07.12.2024 **Accepted:** 08.07.2025 **Published online:** 28.07.2025

ECO•VECTOR

Article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License
© Eco-Vector, 2024

ОБОСНОВАНИЕ

Для онкологических больных с локализацией опухоли в желудочно-кишечном тракте характерна нутритивная недостаточность, обусловленная, с одной стороны, специфическим влиянием опухоли, обусловливающим формирование синдрома анорексии-кахексии, а с другой стороны — грубыми нарушениями пищеварения, вызванными локализацией злокачественного новообразования (ЗНО). Важным фактором метаболических нарушений становится и противоопухолевая лекарственная терапия, часто необходимая таким больным в неоадъювантном режиме. Совокупность нарушенного пищеварения, алиментарной недостаточности и метаболических нарушений (как паранеопластических, так и вызванных противоопухолевым лекарственным лечением) нередко приводят к развитию саркопении — истощению мышечной ткани, которое достоверно связано с худшими исходами [1]. Обычно поступление энергии при естественном питании в этой популяции больных снижено [2], однако исследований, оценивающих актуальные энергопотребности в этой когорте пациентов после проведения неоадъювантной химиотерапии (НАХТ) с использованием метода непрямой калориметрии в России не опубликовано. В связи с этим остаётся также неясной точность оценки базовых энергетических потребностей таких пациентов по обычно используемой для этого эмпирической формуле Харриса–Бенедикта.

ЦЕЛЬ

Определить при помощи непрямой калориметрии энергопотребности пациентов с ЗНО верхних отделов желудочно-кишечного тракта, завершивших НАХТ, с планируемым радикальным хирургическим вмешательством, а также оценить применимость у таких пациентов расчётной оценки базовых энергопотребностей (уравнение Харриса–Бенедикта).

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Одноцентровое одномоментное исследование.

Критерии соответствия

Критерии включения: пациенты старше 18 лет с ЗНО верхних отделов желудочно-кишечного тракта (рак пищевода и желудка), завершившие НАХТ, ожидающие проведения радикального оперативного лечения, имеющие по шкале ECOG (Eastern Cooperative Oncology Group, Восточная кооперативная группа исследования рака) ≤2 баллов, давшие добровольное письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Условия проведения

Работа выполнена в отделении медицинской реабилитации Национального медицинского исследовательского центра онкологии имени Н.Н. Блохина.

Продолжительность исследования

В анализ включены пациенты, обратившиеся за консультацией к врачу физической и реабилитационной медицины по поводу предоперационной подготовки в период с 08.11.2023 по 11.11.2024.

Описание медицинского вмешательства

В ходе исследования фиксировали демографические и клинические данные больных. Состояние функционального статуса оценивали по шкале ECOG с учётом способности больного заботиться о себе, уровне повседневной активности и физических возможностей.

Для оценки белково-энергетической недостаточности (БЭН) использовали критерии GLIM (Global Leadership Initiative on Malnutrition, Глобальный консенсус по проблемам неполноценного питания): фенотипические (непреднамеренное снижение массы тела (МТ), сниженный индекс массы тела (ИМТ), уменьшение объёма мышечной массы) и этиологические (уменьшение потребления либо ассимиляции пищи, наличие воспаления либо тяжёлого заболевания) [3]. Фенотипическим критерием GLIM считали непреднамеренное снижение МТ на 5% от исходной за последние 6 месяцев либо более 10% за более длительный срок; ИМТ менее 20 кг/м^2 у пациентов моложе 70 лет и менее 22 кг/м^2 у пациентов старше 70 лет. В качестве этиологического критерия принимали наличие хронического воспаления, характерного для онкологического больного. БЭН диагностировали, если имелся хотя бы один фенотипический критерий GLIM с учётом пороговых значений:

- средняя степень тяжести БЭН: снижение МТ на 5–10% от исходной за последние 6 мес. или на 10–20% за более длительный срок; ИМТ <20 кг/м^2 для пациентов моложе 70 лет и <22 кг/м^2 для пациентов старше 70 лет;
- тяжёлая степень БЭН: снижение МТ >10% от исходной за последние 6 мес. или >20% за более длительный срок; ИМТ <18,5 кг/м^2 для пациентов моложе 70 лет или <20 кг/м^2 для пациентов старше 70 лет [1].

Антропометрические измерения проводили по стандартной методике. МТ измеряли с точностью до 100 г на калиброванных весах утром, натощак, в лёгкой одежде, с пустым мочевым пузырём. Рост измеряли с точностью до 0,5 см на калиброванном ростомере. ИМТ определяли как отношение МТ, кг, к росту, м, возведённому в квадрат (кг/м^2). Потерю МТ рассчитывали в процентном отношении от исходной [3].

Идеальную МТ (МТид, кг) рассчитывали по модифицированной формуле Лоренца:

- для мужчин: $МТид = Р - 100 - (Р - 152) \times 0{,}2$;
- для женщин: $МТид = Р - 100 - (Р - 152) \times 0{,}4$,

где $Р$ — это рост, см.

Дефицит массы тела (%) рассчитывали по формуле:

$$(МТид - МТфакт) \times 100 / МТид$$ [4],

где $МТид$ — идеальная масса тела, кг; $МТфакт$ — фактическая масса тела, кг.

DOI: https://doi.org/10.17816/clinutr686847

Базальные энергетические потребности определяли методом непрямой калориметрии с использованием автономного метабографа Q-NRG (Cosmed, Италия) с измерением количества поглощаемого кислорода и выделяемого углекислого газа. Устройство было откалибровано в соответствии с инструкциями производителя, через 20 мин после запуска, перед проведением измерений. Исследование проводилось утром, натощак, после измерения температуры тела, в положении лёжа на кушетке и предварительного отдыха в течение 15 мин, в комфортных температурных условиях (22–25 °C), через плотно подогнанную лицевую маску. Перед началом исследования в интерфейсную программу метабографа вносили данные пациента. В течение последующих 5 мин пациент привыкал к дыханию через лицевую маску, затем, после периода самокалибровки метабографа (приблизительно 2 мин), стартовало само исследование, которое длилось 15 мин. По завершении процедуры производился автоматический расчёт показателей и также автоматически формировались графический и табличный отчёты, в которых фигурировали данные испытуемого, величина энергетических потребностей покоя и дыхательный (респираторный) коэффициент. Потребности в энергии рассчитывались по сокращенной формуле Вейра [5].

Расчётные базальные энергетические потребности (БЭП) определяли по уравнению Харриса–Бенедикта:

- $БЭП\ муж = 66{,}47 + (13{,}75 \times МТ) + (5 \times Р) - (6{,}76 \times В)$;
- $БЭП\ жен = 655{,}1 + (9{,}56 \times МТ) + (1{,}85 \times Р) - (4{,}68 \times В)$,

где $БЭП$ — базальные энергетические потребности, ккал/сут; $МТ$ — масса тела, кг; $Р$ — рост, см; $В$ — возраст, лет.

Для расчёта актуальных потребностей в энергии полученные значения (при проведении непрямой калориметрии и по уравнению Харриса–Бенедикта) умножали на соответствующие поправочные коэффициенты: при наличии дефицита МТ 10–20% коэффициент 1,1, при дефиците МТ 20–40% — 1,2, при палатном режиме — 1,2 (табл. 1). [4]

Для оценки состава рациона питания учитывали поступление пищи и жидкости в течение 3 суток, затем с помощью таблиц химического состава пищевых продуктов рассчитывали среднее суточное поступление белка и энергии [6].

Основной исход исследования

Первичной конечной точкой было определение энергопотребностей при помощи непрямой калориметрии у пациентов с ЗНО верхних отделов желудочно-кишечного тракта, завершивших НАХТ, которым планировалось проведение радикального хирургического вмешательства.

Дополнительные исходы исследования

Вторичными конечными точками была оценка распространённости нутритивной недостаточности, самостоятельного потребления энергии, а также сравнение результатов непрямой калориметрии, расчётов по уравнению Харриса–Бенедикта и международных рекомендаций по энергообеспечению онкологических больных.

Методы регистрации исходов

Полученные результаты вносились в базу данных, созданную в Microsoft Excel 2011, непосредственно при их получении.

Этическая экспертиза

Исследование было одобрено этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Блохина» (протокол № 22 от 01.10.2023).

Статистический анализ

В связи с пилотным и обсервационным характером исследования размер выборки предварительно не рассчитывали. Расчёты и статистический анализ провели с использованием пакета соответствующих программ Microsoft Excel 2011. В связи с несоответствием собранных данных

Таблица 1. Коэффициенты повреждающих факторов при расчёте потребностей в энергии по уравнению Харриса–Бенедикта, адаптировано из [4]
Table 1. Stress factor coefficients for energy requirement calculations using the Harris–Benedict equation, adapted from [4]

Факторы	Значение	Коэффициент	Факторы	Значение	Коэффициент
Активность	Постельный режим	1,1	Травма	Отсутствует	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		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 30–50%	1,8
	20–30%	1,2		Ожоги 51–70%	2,0
	>30%	1,3		Ожоги >70%	2,2

(результатов непрямой калориметрии, расчётов базового обмена по формуле Харриса–Бенедикта, а также результатов приведения их к актуальной массе тела пациентов), критериям нормальности распределения, результаты представлены в виде квартилей: 2-й квартиль (медиана) [1-й квартиль — 3-й квартиль]. Для некоторых показателей для наглядности смещения распределения и разброса данных представлены также минимальные и максимальные значения: 2-й квартиль (медиана) [1-й квартиль — 3-й квартиль; от (минимум) до (максимум)]. Для выявления соответствия результатов непрямой калориметрии и расчётных показателей основного обмена вычислили коэффициент корреляции Спирмена, считая критическим значение критерия для выборки 42 пациентов 0,305. Для оценки силы связи применили шкалу Чеддока (слабая корреляция — от 0,1 до 0,3; умеренная — от 0,3 до 0,5; заметная — от 0,5 до 0,7; высокая — от 0,7 до 0,9; сильная — от 0,9 до 1,0). Зависимость признаков считали статистически значимой при p <0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование включены 42 больных раком пищевода и желудка, среди них 24 мужчины (57,1%), завершивших НАХТ, которым по результатам контрольного обследования планировалось проведение радикального хирургического вмешательства. Медиана возраста составила 64 года [57–72; от 19 до 79]. Рак пищевода был у большинства пациентов — 61,9% (n=26), рак желудка — у 16 больных (38,1%).

Непреднамеренное снижение МТ на 5% и более от исходной за последние 6 месяцев было обнаружено у всех больных. Медиана потери МТ составила 11,53% [8,62–20,04; от 5,88 до 38,46]. Похудели более чем на 10% 27 человек (64,3%). Медиана ИМТ была равна 24 [19,5–26,9; от 16,2 до 33,6] кг/м^2. ИМТ ниже 20 кг/м^2 диагностирован у 12 пациентов (28,6%). Сочетание низкого ИМТ и потери МТ более 10% выявлено у 11 больных (26,2%). Ожирение I степени и избыточная МТ в сочетании с её потерями более 5% обнаружена у 16 человек (38,1%), причём у 4 пациентов (9,5%) с избыточной МТ / ожирением I ст. потери превышали 10% исходной МТ. Согласно критериям GLIM, средняя степень тяжести БЭН диагностирована у 15 пациентов (35,7%), тяжёлая степень БЭН — у 27 больных (64,3%) (табл. 2).

Дефицит МТ обнаружен у 17 больных (40,5%), медиана дефицита МТ составила 16,9%, минимальный дефицит МТ 2,8%, максимальный 29,3%.

По данным непрямой калориметрии, базальные потребности в энергии (основной обмен веществ) составили 1485,5 [1327,75–1622,25; от 810 до 2209] ккал/сут, актуальные — 1960,86 [1752,63–2141,37; от 1069,20 до 2915,88] ккал/сут или 28,37 [26,23–32,78; от 20,96 до 44,95] ккал/кг МТ в сутки. При расчёте по уравнению Харриса–Бенедикта базальные потребности в энергии (основной обмен веществ) были равны 1391,43 [1264,22–1525,49; от 1046,7 до 2069,07] ккал/сут, актуальные — 1836,69 [1668,78–2013,64; от 1381,64 до 2731,17] ккал/сут или 27,35 [25,73–30,24; от 22,89 до 33,27] ккал/кг МТ в сутки (табл. 3, рис. 1). По данным непрямой калориметрии,

Таблица 2. Демографические и клинические характеристики больных
Table 2. Demographic and clinical characteristics of the patients

Параметры	Значения
Количество больных раком пищевода, *n* (%)	26 (61,9)
Количество больных раком желудка, *n* (%)	16 (38,1)
Возраст, годы, Me [Q1; Q3]	64 [57; 72]
Количество мужчин, n (%)	24 (57,1)
Снижение МТ >5% от исходной, кг, Me [Q1; Q3]	11,53 [8,62; 20,04]
Снижение МТ >10% от исходной, n (%)	27 (64,3)
ИМТ, кг/м^2, Me [Q1; Q3]	24 [19,5; 26,88]
ИМТ <20 кг/м^2, n (%)	12 (28,6)
Низкий ИМТ+потери МТ >10%, *n* (%)	11 (26,2)
Избыточная МТ / ожирение I ст. в сочетании с потерями МТ >5%, *n* (%)	16 (38,1)
Избыточная МТ / ожирение I ст. в сочетании с потерями МТ >10%, *n* (%)	4 (9,5)

Примечание. Me [Q1; Q3] — медиана, 1-й и 3-й квартили; МТ — масса тела, ИМТ — индекс массы тела.

Таблица 3. Базальные и актуальные потребности в энергии
Table 3. Basal and actual energy requirements

Метод измерения / расчёта потребностей в энергии	Основной обмен веществ	Актуальные потребности в энергии	Потребности в энергии в пересчёте на 1 кг МТ
Измерение методом непрямой калориметрии, ккал/сут, Me [Q1; Q3] Min-Max	1485,5 [1327,75–1622,25] 810–2209	1960,86 [1752,63–2141,37] 1069,20–2915,88	28,37 [26,23–32,78] 20,96–44,95
Расчёт по уравнению Харриса–Бенедикта, ккал/сут, Me [Q1; Q3] Min-Max	1391,43 [1264,22–1525,49] 1046,7–2069,07	1836,69 [1668,78–2013,64] 1381,64–731,17	27,35 [25,73–30,24] 22,89 до 33,27

Примечание. Me [Q1–Q3] Min–Max — медиана, 1-й и 3-й квартили, диапазон от минимального до максимального значения; МТ — масса тела, ИМТ — индекс массы тела.

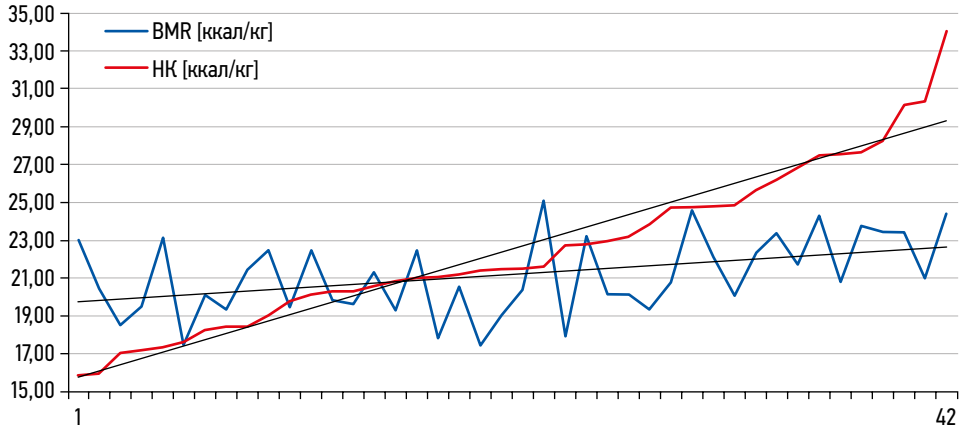

Рис. 1. Сравнение показателей основного обмена исследованной когорты по непрямой калориметрии (линия красного цвета, результаты ранжированы) и расчётных (по уравнению Харриса–Бенедикта, линия синего цвета). Коэффициент корреляции Спирмена 0,431 статистически достоверно (p <0,05) подтверждает прямую умеренной силы связь измеренных и расчётных показателей (для удобства визуальной оценки прямыми линиями чёрного цвета обозначены тренды показателей).

Fig. 1. Comparison of resting energy expenditure values in the studied cohort obtained by indirect calorimetry (red line, ranked results) and calculated using the Harris–Benedict equation (blue line). A statistically significant Spearman correlation coefficient of 0.431 (p < 0.05) confirms a moderate positive relationship between measured and calculated values (for ease of visual interpretation, trends are indicated with black straight lines).

у 18 больных (42,9%) потребности в энергии превышали 30 ккал/кг МТ, при использовании уравнения Харриса–Бенедикта такие высокие базовые потребности определены у 11 больных (26,2%). В целом, величина основного обмена при непосредственном измерении методом непрямой калориметрии оказывается более высокой, чем при расчёте по формуле Харриса–Бенедикта: если принять измеренный обмен за 100%, то расчётный составил 94% [84–107; от 69 до 145]. При этом измеренные показатели основного обмена были выше расчётных у 28 пациентов (77%), а ниже — только у 14 больных (33%). Одновременно с этим, показатели непрямой калориметрии демонстрируют и больший разброс значений (что наглядно видно в угле наклона соответствующей линии тренда показателей на рис. 2). Разница показателей между измеренным и расчётным основным обменом не более чем в 10% определяется только у 13 пациентов (31%), но не более чем в 20% — у 34 пациентов (81%). При сравнении данных непрямой калориметрии и расчётных показателей по формуле Харриса–Бенедикта, зависимость определена как статистически значимая (p <0,05): коэффициент корреляции Спирмена составил 0,431, что оказалось больше, чем 0,305 — критическое значение критерия Спирмена для численности нашей выборки, связь между исследуемыми признаками прямая, сила связи (по шкале Чеддока) умеренная (см. рис. 1).

Дыхательный коэффициент был равен 0,88 [0,85; 0,95]. У 29 пациентов (69%) дыхательный коэффициент был выше 0,85, у 4 больных (9,5%) — менее 0,8.

Калорийность рациона составила 1232,00 [967,00; 1479,25] ккал/сут, что в пересчёте на 1 кг МТ составило 18,91 [15,90; 21,18] ккал/кг. Только у 6 пациентов (14,3%) калорийность рациона соответствовала клиническим рекомендациям и была равна или превышала 25 ккал/кг МТ в сутки. Энергетический баланс оказался отрицательным и составил –724,07 [–498,15; –838,98] ккал/сут. Положительным энергетический баланс был только у 3 больных (7,1%).

При проведении непрямой калориметрии во время исследования нежелательных явлений отмечено не было.

ОБСУЖДЕНИЕ

В нашем исследовании у большинства больных была диагностирована тяжёлая степень белково-энергетической недостаточности (64,3%). Среди обследованных выявлены пациенты с саркопеническим ожирением (9,5%), которое является негативным прогностическим фактором при проведении хирургического вмешательства.

Основной обмен веществ, измеренный при помощи непрямой калориметрии у пациентов с ЗНО верхних отделов желудочно-кишечного тракта, в целом был выше по сравнению с расчётной величиной, полученной при использовании наиболее популярного уравнения Харриса–Бенедикта. Актуальные потребности в энергии, измеренные методом непрямой калориметрии, оказались выше, чем при использовании расчётного уравнения. Почти у половины больных (42,9%) потребности в энергии превышали 30 ккал/кг МТ, при использовании уравнения Харриса–Бенедикта такие показатели обмена определяются гораздо реже (26,2%).

Дыхательный коэффициент определяется как соотношение между объёмом выдыхаемого углекислого газа и объёмом вдыхаемого кислорода и отражает использование разных субстратов при расходовании энергии. При окислении углеводов он равен 1,0, при окислении жиров и спиртов — 0,7, при окислении белка — 0,8. Средний измеренный дыхательный коэффициент у здоровых людей составляет 0,8–0,85, отражая смешанное, почти

равное использование жиров и углеводов [5]. Оценка дыхательного коэффициента даёт возможность сделать вывод об использовании жиров и углеводов (гликогена) в качестве энергетического субстрата [7]. В этом исследовании дыхательный коэффициент составил 0,88 [0,85; 0,95], что предполагает равномерное использование жиров и углеводов в качестве источника энергии. Однако у больных с дыхательным коэффициентом менее 0,8 (9,5%), по-видимому, скорость липолиза была выше, чем расщепление углеводов, в то время как у большинства больных дыхательный коэффициент был больше 0,85 (69%), что отражает повышенный метаболизм гликогена, в том числе в мышечной ткани.

R. Mazzo с соавт. в систематическом обзоре показали, что прогностические уравнения, в том числе уравнение Харриса–Бенедикта, неточны для онкологических больных. Средний уровень основного обмена, рассчитанный с использованием формулы Харриса–Бенедикта, был на 27% ниже, чем измеренный с помощью непрямой калориметрии [8]. Схожие данные получены и другими авторами [9, 10]. Различия, полученные в нашем исследовании, не столь велики в абсолютных числах, но представляются не менее существенными: во-первых, оказалось, что расчёт может как занижать реально измеряемые потребности, так и завышать их (у каждого третьего пациента); во-вторых, относительно точные (±10%) показатели обмена могут быть получены менее чем у трети пациентов, а у каждого пятого различия могут соответствовать энергетической ценности одного дополнительного приёма пищи. Несмотря на статистическую значимость корреляции расчётной и измеренной при непрямой калориметрии величины основного обмена, оценка по формуле Харриса–Бенедикта будет относительно точной (отклоняющейся от измеряемой на ±10%) менее чем в трети случаев. Это непосредственно связано с несимметричным относительно медианы и неоднородным распределением показателей основного обмена. Неточность прогностических уравнений искажает истинные потребности в энергии и потенциально негативно влияет на результаты нутритивной поддержки, а в некоторых случаях, возможно, и на эффективность всего противоопухолевого лечения. Соответствующее расчётным данным эмпирическое назначение 25–30 ккал/кг МТ, как предписано, например, в клинических рекомендациях ESPEN (European Society for Clinical Nutrition and Metabolism, Европейская ассоциация клинического питания и метаболизма) [11], может оказаться недостаточным более чем у трети онкологических пациентов, готовящихся к хирургическому противоопухолевому лечению (в нашем исследовании — более чем у 40%).

Ограничения исследования

Ограничением исследования является его наблюдательный характер и малая выборка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наши результаты показывают, что у больных со злокачественными опухолями верхних отделов желудочно-кишечного тракта, получивших НАХТ и готовящихся к радикальному хирургическому лечению, расчётная оценка основного обмена неточно отражает реальные потребности в энергии. В этой связи измерение индивидуальных потребностей при помощи метода непрямой калориметрии становится актуальной задачей. Ранняя диагностика нутритивной недостаточности, где основным критерием выступает непреднамеренная быстрая потеря массы тела, регулярный скрининг риска дефицита питания с последующей адекватной нутритивной поддержкой, основанной на правильной оценке потребностей в энергии, может способствовать улучшению нутритивного статуса онкологических больных во время проведения противоопухолевого лечения, улучшить качество их жизни и повысить выживаемость. Необходимо проведение дальнейших исследований с целью определения индивидуальных подходов при назначении нутритивной поддержки различным категориям онкологических больных.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Обухова О.А. — разработка концепции и дизайна исследования, сбор фактического материала, написание рукописи; Курмуков И.А. — написание рукописи, проведение статистического анализа; Юнаев Г.С. — написание и редактирование рукописи, сбор фактического материала.

Этическая экспертиза. Исследование было одобрено этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Блохина» (протокол № 22 от 01.10.2023).

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

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей 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 использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions: O.A. Obukhova: conceptualization, methodology, data collection, writing—original draft; I.A. Kurmukov: writing—original draft, formal analysis; G.S. Yunaev: writing—original draft, writing—review & editing, data collection.

Ethics approval: The study was approved by the Ethics Committee of the N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology (Protocol No. 22, dated October 1, 2023).

Funding sources: The authors declare no external funding was received for conducting the study and paper publication.

Disclosure of interests: The authors declare no explicit or potential conflicts of interests associated with the study and publication of this paper.
Statement of originality: No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Data availability statement: All data generated during this study are available in this article.
Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this paper.
Provenance and peer review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved two external reviewers, a member of the editorial board, and the in-house scientific editor.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Obukhova OA, Kurmukov IA, Ryk AA. The effect of nutritional support on nutritional status, quality of life, and survival in cancer patients receiving systemic anticancer therapy. *Clinical nutrition and metabolism.* 2022;3(1):50-61. doi: 10.17816/clinutr104771 EDN: VJKFTI
2. Obukhova OA, Bagrova SG, Besova NS, et al. Evaluation of nutritional status of patients with inoperable gastric cancer at the start of antitumor treatment. Preliminary results of a prospective observational study. *Difficult patient.* 2018;16(6):6-11. (In Russ.) EDN: UYUQCM
3. Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition – a consensus report from the global clinical nutrition community. *Clin Nutr.* 2019;38(1):1-9. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.002
4. Petrikov SS, Khubutia MSh, Popova TS, editors. *Parenteral and enteral nutrition: national guidelines.* 2nd ed. Moscow: GEOTAR-Media, 2023. (In Russ.) doi: 10.33029/9704-7277-4-PAR-2023-1-1168 EDN: FXMQGG
5. Oshima T, Berger MM, Waele ED, et al. Indirect calorimetry in nutritional therapy. A position paper by the ICALIC study group. *Clin Nutr.* 2017;36(3):651-662. doi: 10.1016/j.clnu.2016.06.010
6. Baranovsky AYu, editor. *Dietetics.* 5th ed. Saint Petersburg: Peter, 2017. (In Russ.)
7. Dreval AV, Vysotsky VG, Yatsyshina TA, et al. Indirect calorimetry in the differential diagnosis of the metabolic status of obese patients with non-insulin dependent diabetes mellitus. *Problems of Endocrinology.* 1993; 39(2):4-7. (In Russ.) doi: 10.14341/probl11937 EDN: KJWSET
8. Mazzo R, Ribeiro FB, Vasques ACJ. Accuracy of predictive equations versus indirect calorimetry for the evaluation of energy expenditure in cancer patients with solid tumors — An integrative systematic review study. *Clin Nutr ESPEN.* 2020;35:12-19. doi: 10.1016/j.clnesp.2019.11.001 EDN: UVORNI
9. Barcellos PS, Borges N, Torres DPM. Resting energy expenditure in cancer patients: agreement between predictive equations and indirect calorimetry. *Clin Nutr ESPEN.* 2021;42:286-291. doi: 10.1016/j.clnesp.2021.01.019 EDN: BWVMWD
10. Ławiński M, Ksepka N, Mickael ME, et al. Predictive equations in determining resting energy expenditure in patients with head and neck cancer receiving home enteral nutrition. *Nutrition.* 2025;131:112636. doi: 10.1016/j.nut.2024.112636 EDN: WRZZHH
11. Ivanova AS, Obukhova OA, Kurmukov IA, Volf LYa. Review of ESPEN-2021 Practice Guidelines for Cancer Patients: Part 1. *Clinical nutrition and metabolism.* 2022;3(3):140-152. doi: 10.17816/clinutr111900 EDN: YLUOMT

ОБ АВТОРАХ

*** Обухова Ольга Аркадьевна,** канд. мед. наук;
адрес: 115522, Москва, Каширское ш., д. 24;
ORCID: 0000-0003-0197-7721;
eLibrary SPIN: 6876-7701;
e-mail: obukhova0404@yandex.ru

Курмуков Илдар Анварович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-8463-2600;
eLibrary SPIN: 3692-5202;
e-mail: kurmukovia@gmail.com

Юнаев Григорий Сергеевич;
ORCID: 0000-0002-9562-9113;
eLibrary SPIN: 4410-8937;
e-mail: garik_dr@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Olga A. Obukhova,** MD, PhD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 24 Kashirskoe hwy, Moscow, Russia, 115522;
ORCID: 0000-0003-0197-7721;
eLibrary SPIN: 6876-7701;
e-mail: obukhova0404@yandex.ru

Ildar A. Kurmukov, MD, PhD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0001-8463-2600;
eLibrary SPIN: 3692-5202;
e-mail: kurmukovia@gmail.com

Grigory S. Yunaev;
ORCID: 0000-0002-9562-9113;
eLibrary SPIN: 4410-8937;
e-mail: garik_dr@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author