Анестезиология и реаниматология
2019, №6, с. 20-24
https://doi.org/10.17116/anaesthesiology201906120

Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology
2019, №6, pp. 20-24
https://doi.org/10.17116/anaesthesiology201906120

Особенности белково-энергетического обмена и нутритивного статуса у пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии с респираторной нейропатией

© Р.Т. РАХИМОВ[1], И.Н. ЛЕЙДЕРМАН[1,2], А.А. БЕЛКИН[1,2]

[1]ООО «Клинический институт мозга», Березовский, Россия;
[2]ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Екатеринбург, Россия

РЕЗЮМЕ

Катаболический синдром, характерный для критических состояний различной этиологии, приводит к прогрессирующей потере белка и уменьшению массы скелетных мышц. Острая атрофия мышц обусловливает развитие выраженной слабости, быстрой утомляемости, а в ряде случаев становится причиной неудачного отлучения от искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Респираторная нейропатия (РН) является частным случаем полинейромиопатии критических состояний, в котором на первое место выходит проблема дыхательной недостаточности, связанной с поражением нервно-мышечного аппарата внешнего дыхания.

Цель исследования — провести сравнительный анализ основных маркеров соматического, висцерального пула белка, энергопотребности в покое и при проведении вертикализации и велокинеза у находящихся в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) пациентов с респираторной нейропатией (РН) и без РН.

Материал и методы. Проведено проспективное когортное исследование с включением 75 пациентов ОРИТ. Период наблюдения — с 2016 по 2019 г. У 50 пациентов выявлена РН. Группу контроля составили 25 пациентов ОРИТ в критическом состоянии без признаков РН. На первом этапе исследования выраженность расстройств нутритивного статуса и белково-энергетического обмена оценивали по сывороточным уровням альбумина, трансферрина, холинэстеразы, абсолютному количеству лимфоцитов в периферической крови, определяли индекс массы тела (ИМТ) и дефицит массы тела. На втором этапе исследования методом непрямой калориметрии проведена оценка энергопотребности в покое и при выполнении вертикализации и велокинеза пациентов группы с РН и группы контроля.

Результаты. Основными метаболическими характеристиками пациентов ОРИТ с РН являются более низкие показатели как висцерального, так и соматического пула белка по сравнению с группой пациентов без РН: гипоальбуминемия — 25,17 (13; 31,1) и 29,92 (25,44; 32,87) г/л соответственно (p=0,03); гипотрансферринемия — 1,47 (0,79; 2,29) и 1,98 (1,39; 2,19) г/л соответственно (p=0,004); более низкий уровень сывороточной холинэстеразы — 3638,88 (2076; 6498) и 4148 (1318; 7062) ЕД (p=0,04), а также выраженный дефицит массы тела и снижение уровня экскреции азота с мочой. Энергетическая цена вертикализации статистически значимо выше у пациентов группы РН, в среднем в 3,5 раза — 5,1 (2,01; 8,6) ккал на 1 кг массы тела по сравнению с 1,9 (1,01; 3,46) ккал на 1 кг массы тела (p=0,03), а при проведении прикроватного велокинеза — в 4,5 раза по сравнению с пациентами группы контроля — 6,77 (3,12; 7,79) ккал на 1 кг массы тела по сравнению с 1,55 (0,66; 4,21) ккал на 1 кг массы тела (p=0,01).

Выводы. Оценка основных показателей белково-энергетического обмена и нутритивного статуса у пациентов с респираторной нейропатией, находящихся в отделении реанимации и интенсивной терапии, продемонстрировала наличие выраженного дефицита висцерального и соматического пула белка, а также высокие затраты энергии на проведение реабилитационных мероприятий.

Ключевые слова: критические состояния, полинейропатия, отлучение от искусственной вентиляции легких, респираторная нейропатия, нутритивный статус.

Информация об авторах:
Рахимов Р.Т. — e-mail: kim@neuro-ural.ru; https://orcid.org/0000-0002-9661-0182
Лейдерман И.Н. — e-mail: inl230970@gmail.com; https://orcid.org/0000-0001-8519-7145
Белкин А.А. — e-mail: belkin@neuro-ural.ru; https://orcid.org/0000-0001-9135-6392

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Рахимов Р.Т., Лейдерман И.Н., Белкин А.А. Особенности белково-энергетического обмена и нутритивного статуса у пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии с респираторной нейропатией. *Анестезиология и реаниматология*. 2019;6:20-24. https://doi.org/10.17116/anaesthesiology201906120

Автор, ответственный за переписку: Лейдерман И.Н. — e-mail: inl230970@gmail.com

Corresponding author: Leyderman I.N. — e-mail: inl230970@gmail.com

Key markers of visceral and somatic protein pool, energy needs at rest and during rehabilitation procedures in intensive care unit patients with respiratory neuropathy

© R.T. RAKHIMOV[1], I.N. LEYDERMAN[1,2], A.A. BELKIN[1,2]

[1]Clinical Brain Institute, Berezovsky, Russia;
[2]Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia

ABSTRACT

Objective. To analyze the main markers of somatic and visceral protein pool, energy requirements at rest and during rehabilitation measures in ICU patients with and without respiratory neuropathy.

Material and methods. A prospective cohort study enrolled 75 ICU patients for the period 2016—2019. Respiratory neuropathy was diagnosed in 50 patients. The control group consisted of 25 ICU patients without signs of RN. At the first stage, severity of nutritional disorders and protein-energy metabolism were assessed using serum albumin, transferrin, cholinesterase, absolute number of lymphocytes in peripheral blood, body mass index (BMI) and body mass deficiency. At the second stage, energy requirements at rest and during rehabilitation measures were analyzed in ICU patients with and without respiratory neuropathy using indirect calorimetry.

Results. The main metabolic characteristics of ICU patients with RN are lower markers of both visceral and somatic protein pools compared to patients without RN: hypoalbuminemia (25.17 g / l (13; 31.1) vs 29.92 (25.44 ; 32.87), *p*=0.03), hypotransferrinemia (1.47 g / l (0.79; 2.29 vs 1.98 (1.39; 2.19, *p*=0.004), lower serum cholinesterase (3638.88 IU (2076; 6498) vs 4148 (1318; 7062), *p*=0.04), as well as severe body mass deficiency and decreased urine nitrogen excretion. Energy requirements for verticalization were 3.5 times higher in RN group (5.10 kcal/kg (2.01; 8.6) vs 1.9 (1.01; 3; 46), *p*=0.03). In case of cycle ergometry, energy consumption was 4.5 times higher compared to the control group (6.77 kcal / kg (3.12; 7.79) vs 1.55 (0.66; 4.21), *p*=0.01).

Conclusion. Evaluation of the main characteristics of protein-energy metabolism and nutritional status in ICU patients with RN demonstrated severe deficiency of visceral and somatic protein pool and high energy requirements for rehabilitation procedures in these patients.

Keywords: critical illness, neuropathy, weaning from ventilator, respiratory neuropathy, nutritional status.

Information about authors:
Rakhimov R.T. — https://orcid.org/0000-0002-9661-0182; e-mail: kim@neuro-ural.ru
Leyderman I.N. — https://orcid.org/0000-0001-8519-7145; e-mail: inl230970@gmail.com
Belkin A.A. — https://orcid.org/0000-0001-9135-6392; e-mail: belkin@neuro-ural.ru

TO CITE THIS ARTICLE:
Rakhimov RT, Leyderman IN, Belkin AA. Key markers of visceral and somatic protein pool, energy needs at rest and during rehabilitation procedures in intensive care unit patients with respiratory neuropathy. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology = Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2019;6:20-24. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/anaesthesiology201906120

Развитие технологий реанимации и интенсивной терапии привело к формированию новых патологических состояний, с которыми анестезиологи-реаниматологи ранее не сталкивались. Полинейромиопатия критических состояний (ПМКС) является нередким осложнением критического состояния. ПМКС напрямую связана с длительной искусственной вентиляцией легких (ИВЛ), долгосрочным пребыванием в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) и стационаре и является причиной более высокой частоты неблагоприятных исходов [1, 2]. Пожилой возраст, сепсис, сахарный диабет, тяжелая сердечная недостаточность, эпизоды регионарной и глобальной гипоперфузии увеличивают риск развития ПМКС. ПМКС является важной причиной неудачного отлучения от ИВЛ. Потеря мышечной массы, характерная для большинства вариантов ПМКС, зависит от тяжести основного заболевания, длительности шока и выраженности полиорганной дисфункции [3, 4].

Респираторная нейропатия (РН) представляет собой один из наиболее сложных вариантов течения ПМКС. По своей сути РН и определяет персистирующее течение дыхательной недостаточности при проведении длительной ИВЛ, увеличивая промежуток времени до перевода пациента на спонтанное дыхание.

Наиболее часто описываемыми клиническими признаками респираторной нейропатии являются неспособность пациента вернуться к самостоятельному дыханию в течение 24 ч после прекращения ИВЛ, а также увеличение индекса частого и поверхностного дыхания (индекс Тобина) (ИТ = частота дыханий в минуту / дыхательный объем в литрах) более 100 (референсные значения менее 100) [5].

Основными звеньями патогенеза РН являются иммобилизационный синдром, натриевая каналопатия, избыточная аутофагия, диафрагмальная дисфункция, а также острая мышечная атрофия, характерная именно для критического состояния [6].

Зачастую в условиях поливалентных ОРИТ недостаточное внимание уделяют адекватности методов метаболического контроля и нутритивной поддержки, что приводит к закономерному развитию синдрома белково-энергетической (нутритивной) недостаточности (БЭН). Для оценки глубины расстройств белкового обмена целесообразно проводить оценку двух основных белковых пулов — соматического и висцерального. Ключевыми маркерами соматического пула белка являются масса тела, индекс массы тела (ИМТ), дефицит массы тела и ряд антропометрических показателей. Висцеральный пул белка оценивают

по таким лабораторным индикаторам, как альбумин, трансферрин, холинэстераза, абсолютное число лимфоцитов крови [7]. Непрямая калориметрия (метаболический мониторинг), основанная на синхронизированном определении потребления кислорода (VO_2) и экскреции углекислоты (VCO_2) — «золотой стандарт» определения энергетических потребностей пациента реанимационного отделения в условиях ИВЛ [8].

Цель исследования — провести сравнительный анализ основных маркеров соматического, висцерального пула белка, энергопотребности в покое и при проведении вертикализации и велокинеза у находящихся в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) пациентов с РН и без нее.

Материал и методы

Проведено проспективное когортное исследование с включением 75 пациентов ОРИТ ООО «Клинический институт мозга». Период исследования — с 2016 по 2019 г. Все пациенты поступили из ОРИТ многопрофильных лечебно-профилактических учреждений Екатеринбурга и Свердловской области. Тяжесть состояния всех поступивших соответствовала 5 баллам по модифицированной шкале Рэнкина.

Критерии включения в исследование: возраст 18—75 лет; пребывание в ОРИТ не менее 10 сут в течение последних 3 мес; длительность ИВЛ не менее 7 сут.

Критерии исключения: острые инфекционные заболевания верхних и нижних дыхательных путей; хроническая дыхательная недостаточность; хроническая обструктивная болезнь легких; декомпенсированная патология почек и печени; хроническая сердечная недостаточность III—IV функциональных классов по NYHA; онкологические заболевания; длительность хронического критического состояния более 90 сут.

Основными критериями РН были неоднократные (более 2 за 24 ч) неудачные попытки отлучения от ИВЛ, а также наличие доказанной с помощью электромиографии полинейромиопатии нервно-мышечного комплекса аппарата внешнего дыхания (дифрагмального, большого грудного, межреберных нервов). Группу контроля составили 25 пациентов ОРИТ, которые также находились в критическом состоянии, но у них не выявлено признаков РН. На первом этапе всем пациентам проведена оценка нутритивного статуса в соответствии с клиническими рекомендациями Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов» [9, 10]. Антропометрические показатели включали в себя оценку ИМТ, определение дефицита массы тела (%), определение с помощью калипера толщины *m. adductor pollicis* на обеих кистях.

Всем пациентам при поступлении в ОРИТ ООО «Клинический институт мозга» проводили скрининг нутритивного статуса по шкале NRS 2002 (Nutritional Risk Screening). Определяли альбумин сыворотки крови, трансферрин сыворотки крови, количество лимфоцитов в периферической крови, показатель суточной экскреции азота с мочой, а также уровень сывороточной холинэстеразы. Расчет реальной суточной энергопотребности и энергопотребности покоя проводили с помощью метода непрямой калориметрии (метаболического мониторинга — прикроватный монитор МПР 6-03 (ООО «Тритон-Электроник С», Россия) путем определения показателя суточного потребления кислорода (VO_2) и экскреции углекислоты (VCO_2).

В положении лежа пациенту выполнялась аппаратная кинезиотерапия (велокинез) в пассивном режиме со скоростью 15 об/мин в течение 5 мин. Во время проведения велокинеза в течение 15 мин после нагрузки проводился метаболический мониторинг.

Непрямую калориметрию также проводили до начала вертикализации. На столе-вертикализаторе осуществляли последовательный подъем пациента на 20—40—60° в течение 10 мин в каждом положении, согласно протоколу вертикализации. После окончания вертикализации в течение 15 мин повторяли измерение реальной энергопотребности.

На втором этапе исследования проведена оценка показателя энергетической цены вертикализации и велокинеза у пациентов группы с РН и группы контроля. Для этого прирост энергопотребности при выполнении вертикализации и/или велокинеза по сравнению с энергопотребностью покоя соотносили с массой тела пациента (ккал/сут на 1 кг массы тела).

Энергетическая цена велокинеза или вертикализации (ккал/сут на 1 кг массы тела) = [энергопотребность при проведении велокинеза или вертикализации (ккал/сут) – энергопотребность покоя (ккал/сут)] : масса тела (кг).

Статистический анализ результатов исследования проводили с использованием лицензионной программы Statistica 10.0 и статистической надстройки приложения Excel для Windows 10. Для количественных признаков данные приведены в виде медианы и границ межквартильного интервала Me (Q_1; Q_3). Для качественных признаков приведена доля в процентах. Сравнительный анализ количественных признаков выполняли с помощью критерия Манна—Уитни. Для всех статистических критериев ошибка первого рода устанавливалась равной 0,05. Нулевая гипотеза (отсутствие различий) отвергалась, если вероятность (p) не превышала ошибку первого рода.

Результаты

Основные результаты первого этапа исследования представлены в **табл. 1**.

У пациентов с РН по сравнению с пациентами группы контроля сывороточные уровни альбумина, трансферрина, холинэстеразы были статистически значимо ниже. Следует отметить, что степень снижения маркеров висцерального пула белка у пациентов с РН соответствовала среднетяжелой степени БЭН, в то время как у пациентов группы контроля эти же параметры соответствовали БЭН легкой степени. Обращает на себя внимание выраженный дефицит массы тела — около 15%. Различия по таким показателям, как ИМТ, дефицит массы тела, количество лимфоцитов в периферической крови, энергопотребность покоя, не имели статистической значимости. Напротив, у пациентов с РН выявлены статистически значимо большая толщина *m. adductor policis* на обеих руках, но существенно более низкий уровень экскреции азота с мочой по сравнению с пациентами группы контроля.

Определение энергетической потребности пациентов ОРИТ в покое и на фоне вертикализации и велокинеза продемонстрировало существенный прирост энергетической цены этих реабилитационных методик у пациентов с РН. Так, энергетическая цена вертикализации была статистически значимо выше у пациентов группы РН в среднем в 3,5 раза, а при проведении прикроватного велокинеза — в 4,5 раза по сравнению с пациентами группы контроля **(табл. 2)**.

Таблица 1. **Основные параметры белково-энергетического обмена и нутритивного статуса у больных с респираторной нейропатией и без респираторной нейропатии**

Table 1. **Key characteristics of protein-energy metabolism and nutritional status in ICU patients with and without respiratory neuropathy**

Основные параметры белково-энергетического обмена и нутритивного статуса	Группа пациентов с респираторной нейропатией (*n*=50)	Группа контроля (*n*=27)	*p*
Возраст, годы	47 (18; 68)	52,3 (49,8; 55,7)	0,87
NRS 2002 , баллы	5,28 (3; 6)	4,55 (3; 5)	0,76
ИМТ, кг/м^2	23,41 (17,39; 35,4)	21,08 (19,9; 21,9)	0,61
Дефицит массы тела, %	14,32 (3; 36)	16,5 (10,3; 23,3)	0,54
Толщина *m. adductor policis* справа, мм	17,81 (12; 22)	11,99 (10; 13)	0,02
Толщина *m. adductor policis* слева, мм	17,75 (13; 21)	12,06 (10; 13)	0,04
Альбумин сыворотки крови, г/л	25,17 (13; 31,1)	29,92 (25,44; 32,87)	0,03
Трансферрин сыворотки крови, г/л	1,47 (0,79; 2,29)	1,98 (1,39; 2,19)	0,004
Холинэстераза сыворотки крови, ЕД/л	3638,88 (2076; 6498)	4148 (1318; 7062)	0,04
Лимфоциты, абс. количество в мм^3	2082,5 (1423; 2600)	1869,4 (1488,7; 2255,77)	0,08
Потери азота с мочой, г/сут	7,8 (3,68; 13,7)	12,01 (9,78; 15,01)	0,03
Энергопотребность покоя по данным непрямой калориметрии, ккал/сут	1456 (1033; 2697)	1399 (1159; 1672)	0,07

Таблица 2. **Энергетическая цена вертикализации и велокинеза у больных с респираторной нейропатией и без респираторной нейропатии**

Table 2. **Energy requirements for verticalization and cycle ergometry in ICU patients with and without respiratory neuropathy**

Основные параметры белково-энергетического обмена и нутритивного статуса	Группа пациентов с респираторной нейропатией (*n*=50)	Группа контроля (*n*=25)	*p*
Энергетическая цена вертикализации, ккал на 1кг массы тела	5,1 (2,01; 8,6)	1,9 (1,01; 3,46)	0,03
Энергетическая цена велокинеза, ккал на 1кг массы тела	6,77 (3,12; 7,79)	1,55 (0,66; 4,21)	0,01

Обсуждение

Основной метаболической характеристикой критического состояния является синдром гиперметаболизма-гиперкатаболизма, что напрямую связано с высоким уровнем потери белка. Острая атрофия мышц может приводить к развитию выраженной слабости, быстрой утомляемости, нарушению толерантности к глюкозе, более высокой частоте осложнений и неблагоприятных исходов у пациентов ОРИТ [11—13]. На клеточном уровне уменьшение размера мышечного волокна отражает дисбаланс между протеолизом и синтезом белка. Это регулируется сложными изменениями в сигнальных путях и генных продуктах, которые регулируют распад и синтез протеинов [14]. Ключевое отличие от простой атрофии, обычно наблюдаемой в условиях постельного режима, состояния невесомости или разгрузки мышц и миопатии, вызванной сепсисом, заключается в том, что миопатия критических состояний характеризуется преимущественным миозинолизисом, который намного превосходит по своей активности механизм простой атрофии (сбалансированный протеолиз белков саркомера) [4].

К сожалению, углубленный анализ источников литературы с 2000 по 2019 г. не позволил нам обнаружить исследования, посвященные оценке показателей белкового и энергетического обмена у пациентов как с ПМКС, так и с РН.

Как показано ранее в нашем исследовании, выполненном у пациентов с ПИТ-синдромом (синдромом «после интенсивной терапии»), у больных, перенесших острую церебральную недостаточность, результатом критического состояния церебрального генеза является в первую очередь существенное снижение структурных показателей, характеризующих состояние соматического пула белка (массы тела, антропометрических данных). По сути метаболическим исходом критического состояния церебральной этиологии следует считать выраженный дефицит массы тела, в первую очередь за счет потери мышечной массы, в сочетании с умеренно сниженными показателями белкового статуса. При этом такие показатели, как уровень лимфоцитов крови, экскреция азота с мочой и энергопотребность покоя, находятся в пределах референсных значений [15].

Напротив, полученные нами данные о пациентах с ПМКС свидетельствуют, что РН характеризуется повреждением в первую очередь висцеральной составляющей белкового пула, что проявляется существенно более низкими уровнями не только альбумина и трансферрина сыворотки крови, но и сывороточной холинэстеразы. Синтез сывороточной холинэстеразы происходит в печени, и низкий уровень этого маркера позволяет говорить о снижении белоксинтезирующей функции печени. Специфичность белково-энергетического профиля и нутритивного статуса пациентов ОРИТ с РН связана не только с наличием выраженных расстройств висцерального пула белка, но и с присутствием очевидных признаков повреждения соматического пула — сочетанием статистически значимо более низкого показателя экскреции азота с мочой с существенным дефицитом массы тела.

Сложность коррекции выявленных расстройств белково-энергетического обмена связана, по-видимому, с длительным персистирующим течением процессов острой мышечной атрофии, затрагивающих нервно-мышечный аппарат системы внешнего дыхания. Неудачное отлучение от ИВЛ, связанное с выраженной мышечной слабостью, отсутствие регресса дыхательной недостаточности формируют патогенетическую основу порочного круга, поддерживающего катаболический синдром.

Заключение

Оценка основных показателей белково-энергетического обмена и нутритивного статуса у пациентов с респираторной нейропатией продемонстрировала наличие синдрома белково-энергетической недостаточности среднетяжелой степени, что проявлялось снижением параметров, характеризующих как висцеральный, так и соматический пул белка. Непрямая калориметрия не выявила признаков гиперметаболизма, но энергетические затраты на реабилитационные мероприятия у пациентов с респираторной нейропатией оказались существенно повышены.

Программа нутритивной поддержки у пациентов с респираторной нейропатией, которым проводятся вертикализация и велокинез, должна быть максимально персонализирована с учетом индивидуальной величины прироста энергопотребления вне постельного режима.

Участие авторов:
Концепция и дизайн исследования — И.Н.
Сбор и обработка материала — Р.Т.
Статистическая обработка — Р.Т.
Написание текста — И.Н.
Редактирование — А.А.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Marshall JC. Critical illness is an iatrogenic disorder. *Critical Care Medicine*. 2010;38(10 Suppl):S 582-589. https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181f2002a
2. Appleton RT, Kinsella J, Quasim T. The incidence of intensive care unit — acquired weakness syndromes: A systematic review. *Journal of the Intensive Care Society.* 2014;16(2):126-136. https://doi.org/10.1177/1751143714563016
3. Алашеев А.М., Белкин А.А., Давыдова Н.С. *Полиневромиопатия критических состояний. Методическое пособие*. Екатеринбург: УГМУ; 2013. Alasheev AM, Belkin AA, Davydova NS. *Polinevromiopatiia kriticheskikh sostoianii. Metodicheskoe posobie*. Ekaterinburg: UGMU; 2013. (In Russ.).
4. Friedrich O, Reid MB, Van den Berghe G, Vanhorebeek I, Hermans G, Rich MM, Larsson L. The Sick and the Weak: Neuropathies/Myopathies in the Critically Ill. *Physiological Reviews.* 2015;95:1025-1109. https://doi.org/10.1152/physrev.00028.2014
5. Leijten FS, De Weerd , Poortvliet DC, De Ridder VA, Ulrich C, Harink-De Weerd JE. Critical illness polyneuropathy in multiple organ dysfunction syndrome and weaning from the ventilator. *Intensive Care Medicine*. 1996;22(9):856-861. https://doi.org/10.1007/bf02044107
6. Gunst J, Derese I, Aertgeerts A, Ververs EJ, Wauters A, Van den Berghe G, Vanhorebeek I. Insufficient autophagy contributes to mitochondrial dysfunction, organ failure, and adverse outcome in an animal model of critical illness. *Critical Care Medicine.* 2013;41:182-194. https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e3182676657
7. Афончиков В.С., Дмитриев А.В., Ерпулева Ю.В., Лапицкий А.В., Лекманов А.У., Луфт А.В., Назаров В.Е., Попова Т.С., Расновская Н.Ф., Сергеева А.М., Тропская Н.С., Трофимов П.А., Шестопалов А.Е. *Руководство по клиническому питанию.* СПб.: Арт-Экспресс; 2016. Afonchikov VS, Dmitriev AV, Erpuleva YuV, Lapickij AV, Lekmanov AU, Luft AV, Nazarov VE, Popova TS, Rasnovskaya NF, Sergeeva AM, Tropskaya NS, Trofimov PA, Shestopalov AE. *Rukovodstvo po klinicheskomu pitaniyu.* SPb.: Art-Ekspress; 2016. (In Russ.).
8. Fraipont V, Preiser JC. Energy estimation and measurement in critically ill patients. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2013;37:705-713.
9. Лейдерман И.Н., Грицан А.И., Заболотских И.Б., Крылов К.Ю., Лебединский К.М., Мазурок В.А., Николаенко Э.М., Ярошецкий А.И. Метаболический контроль и нутритивная поддержка у пациентов на длительной искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Клинические рекомендации. *Анестезиология и реаниматология*. 2019;4:5-19. Leiderman IN, Gritsan AI, Zabolotskikh IB, Krylov KYu, Lebedinskii KM, Mazurok VA, Nikolaenko EM, Yaroshetskii AI. Metabolic control and nutritional support in patients on long-term mechanical ventilation (ventilator). Clinical guideline. *Anesteziologiya i reanimatologiya*. 2019;4:5-19. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/anaesthesiology20190415
10. Лейдерман И.Н., Грицан А.И., Заболотских И.Б., Ломидзе С.В., Мазурок В.А., Нехаев И.В., Николаенко Э.М., Николенко А.В., Поляков И.В., Сытов А.В., Ярошецкий А.И. Периоперационная нутритивная поддержка. *Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова*. 2018;3:5-21. Leiderman IN, Gritsan AI, Zabolotskikh IB, Lomidze SV, Mazurok VA, Nekhaev IV, Nikolaenko EM, Nikolenko AV, Polyakov IV, Sytov AV, Yaroshetskii AI. Perioperative nutritional support. *Vestnik intensivnoi terapii im. A.I. Saltanova*. 2018;3:5-21. (In Russ.). https://doi.org/10.21320/1818-474x-2018-3-5-21
11. Puthucheary Z, Montgomery H, Moxham J, Harridge S, Hart N. Structure to function: muscle failure in critically ill patients. *Journal of Physiology.* 2010;588:4641-4648. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2010.197632
12. Ali NA, O'Brien JM Jr, Hoffmann SP, Phillips G, Garland A, Finley JC, Almoosa K, Hejal R, Wolf KM, Lemeshow S, Connors AF Jr, Marsh CB. Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. *American Journal of Respiratory Critical Care Medicine.* 2008;178:261-268. https://doi.org/10.1164/rccm.200712-1829oc
13. Caporossi FS, Caporossi C, Borges Dock-Nascimento D, de Aguilar-Nascimento JE. Measurement of the thickness of the adductor pollicis muscle as a predictor of outcome in critically ill patients. *Nutricion Hospitalaria*. 2012;27:490-495. https://doi.org/10.1016/s1744-1161(08)70291-6
14. Jespersen JG, Nedergaard A, Reitelseder S, Mikkelsen UR, Dideriksen KJ, Agergaard J, Kreiner F, Pott FC, Schjerling P, Kjaer M. Activated protein synthesis and suppressed protein breakdown signaling in skeletal muscle of critically-ill patients. *PLoS One*. 2011;31:e18090. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018090
15. Лейдерман И.Н., Белкин А.А., Рахимов Р.Т., Липовка Н.С., Белкин В.А. Особенности нутритивного статуса и белково-энергетического обмена пациентов, перенесших критическое состояние церебрального генеза, на этапе ОРИТ специализированного центра медицинской реабилитации. *Вестник Уральской медицинской академической науки.* 2018;15(1):12-19. Leiderman IN, Belkin AA, Rakhimov RT, Lipovka NS, Belkin VA. Features of nutritional status and protein-energy metabolism of patients who have undergone a critical condition of cerebral genesis, at the stage of ICU specialized center of medical rehabilitation. *Vestnik Ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki*. 2018;15(1):12-19. (In Russ.).

Поступила 15.10.19
Received 15.10.19
Принята к печати 27.10.19
Accepted 27.10.19