Дата публикации: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_28
УДК/UDC 796.071.2; 796.012.1; 577.121.7; 612.744.24

Publication date: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_28

ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕТАБОЛИЗМА ПРОТЕИНОВ ОТ УРОВНЯ И НАПРАВЛЕННОСТИ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ФУНКЦИОНАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ, СВЯЗАННОМ С ВЫПОЛНЕНИЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

А.В. Еликов
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кировский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Киров, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты исследования показателей белкового обмена в состоянии покоя, через 5 и 30 минут после велоэргометрии у 71 спортсмена и 15 нетренированных мужчин группы сравнения в возрасте 18-25 лет. У спортсменов-профессионалов выявлены характерные особенности метаболизма протеинов в виде интенсификации в состоянии покоя, более мощной фосфатной биоэнергетики и менее контрастных изменений исследуемых показателей после велоэргометрии, что можно рассматривать как критерий адаптированности к выполнению физических нагрузок. Особенностью белкового обмена у спортсменов-профессионалов в циклических видах спорта является возможность использования среднемолекулярных пептидов в реакциях биоэнергетики. Изучение показателей метаболизма протеинов в динамике отражает уровень тренированности и рекомендуется для оценки функционального состояния спортсмена.

Ключевые слова: спортсмены, физическая нагрузка, обмен веществ.

THE DEPENDENCE OF PROTEIN METABOLISM INDICES ON THE LEVEL AND ORIENTATION OF SPORTS TRAINING AT DIFFERENT FUNCTIONAL STATE ASSOCIATED WITH PHYSICAL ACTIVITY

A.V. Elikov
Kirov State Medical University, Kirov, Russia

Annotation. The study presents the findings of protein metabolism parameters at rest, in 5 and 30 minutes after cycle ergometry in 71 athletes and 15 non-athletes of the comparison group aged 18-25 years. In professional athletes characteristic features of protein metabolism were revealed as intensification at rest, more powerful phosphate bioenergetics and less contrasting changes in the studied parameters after cycle ergometry, which can be considered as a criterion of adaptation to physical activity. The features of protein metabolism in professional athletes engaged in cyclic sports is the possibility of using medium molecular weight peptides in bioenergetic reactions. The study of protein metabolism indices in trends represents the level of training and is recommended to assess the functional state of an athlete.

Keywords: athletes, physical activity, metabolism.

Введение. Изучение состояния метаболического профиля спортсмена является важной составляющей научно-методического подхода к исследованию адаптации к регулярным физическим нагрузкам в виде функциональной системы движения [1-2]. Белковый обмен имеет особую значимость как в развитии общей тренированности, так и в выполнении специфической группы физических упражнений. Процентное содержание специфических белков мышечных волокон во многом определяет такие показатели в спорте, как выносливость и скоростно-силовые качества мышечных групп [3-4]. Не менее важными в развитии тренированности к выполнению скоростно-силовых упражнений являются возможности фосфатного пути биоэнергетики,

напрямую связанной с содержанием специфического макроэрга мышечной ткани – креатинфосфата, представляющего из себя продукт обмена аминокислот [5-6]. Количественное содержание плазменных белков оказывает прямое влияние на биофизические параметры и реологические свойства крови, что в свою очередь напрямую взаимосвязано с газотранспортной функцией крови и механизмами адаптации к физическим нагрузкам [7]. Не вызывает сомнения и взаимосвязь между белковым составом пищи и способностью организма полноценно выполнять интенсивную физическую работу, что особенно актуально в профессиональном спорте [8]. Большое значение в восстановительной медицине в качестве биохимических маркеров перетренированности имеет исследование энзимов белкового обмена – креатинкиназы, АсАТ, АлАТ, совместно с финальным продуктом белкового обмена – мочевины [9-10]. Таким образом, изучение показателей белкового обмена, в том числе при воздействии возмущающего фактора в виде энергоемкой мышечной работы на биостенде, представляется актуальным исследованием в плане выделения биохимических маркеров уровня физической подготовки и функционального состояния спортсмена.

Цель исследования: при воздействии дозированной мышечной работы в виде велоэргометрии выявить биохимические маркеры белкового обмена, характеризующие особенности метаболизма при различном уровне физической подготовки.

Методы и организация исследования. Проведено физиолого-биохимическое обследование 71 спортсмена мужского пола в возрасте от 18 до 25 лет. Группу сравнения составили 15 условно здоровых нетренированных студентов аналогичного возраста, занимающихся физической культурой только в пределах программы ВУЗа. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России (протокол №02/2023 от 06.02.2023 года), а обследуемые дали информированное согласие на участие в исследовании. Все исследования проводились в осенне-зимний сезон, соответствующий подготовительному периоду спортивного цикла. Мышечная работа дозировалась в виде велоэргометрии в течение 30 минут с частотой педалирования 60 об/мин. Мощность нагрузки соответствовала аэробно-анаэробному режиму для данной группы обследуемых и находилась в пределах 75-150 Вт. Группы обследуемых и конечный объем выполненной физической работы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика обследуемых групп и объема мышечной нагрузки

№ Группы	n	Категория спорта	Квалификация спортсмена	Объем нагрузки, кгс×м
1	15	-	нетренированные	13500
2	20	ациклические	юношеский, II взрослый	18000
3	19	ациклические	I взрослый, КМС, МС	24300
4	18	циклические	юношеский, II взрослый	18000
5	14	циклические	I взрослый, КМС, МС, МСМК	27000

Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса

Забор крови из локтевой вены проводили в состоянии покоя (после 5-7 минутного отдыха) – проба 1, через 5 минут после велоэргометрии – проба 2 и через 30 минут после велоэргометрии – проба 3. Цельную кровь центрифугировали 15 минут при 3000 об/мин. Для исследования биохимических показателей использовалась плазма крови.

Количественное определение концентрации общего белка (ОБ) проводили

стандартным набором реактивов «Клини-Тест-ОБ» (Россия). Концентрацию креатинина изучали стандартным набором реактивов «ОЛЬВЕКС диагностикум» (Россия). Концентрацию мочевины исследовали стандартным набором реактивов «Агат» (Россия). Концентрацию среднемолекулярных пептидов (СП) изучали спектрофотометрическим методом [11], на спектрофотометре Shimadzu UV mini-1240 (Япония) при ƛ 254 нм. Концентрацию СП выражали в условных единицах, количественно равным показателям экстинкции, умноженным на 1000. Исследование активности аспартатаминотрансферазы (АсАТ; К.Ф. 2.6.1.1), аланинаминотрансферазы (АлАТ; К.Ф. 2.6.1.2) проводили унифицированными методами, используя стандартные наборы реактивов фирмы LACHEMA (Чехия). Статистическая обработка выполнена пакетом Statistica 10.0 (StatSoft, Inc.). Рассчитывались среднее арифметическое (M) и 95% доверительный интервал (95% CI). Проверка нормальности распределения проводилась по критерию Шапиро-Уилка, достоверность разницы определяли по Т-критерию Стьюдента и считали достоверной при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. При изучении показателей метаболизма белков выявлена выраженная зависимость исследуемых биохимических маркеров от уровня физической подготовки и спортивной специфики обследуемого контингента. Результаты исследования концентрации ОБ, креатинина, мочевины, СП и активности ферментов, отражающих белковый метаболизм (АсАТ и АлАт) представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели метаболизма протеинов в плазме крови в состоянии покоя (проба 1), 5 мин (проба 2) и 30 мин (проба 3) после велоэргометрии (M; 95% CI)

№ гр.	Общий белок, г/л			Креатинин, мкМ/л		
	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 1	Проба 2	Проба 3
1	**69,3** 66,4; 72,2	**78,6** 74,7; 82,5*	**77,9** 73,6; 82,2*	**60,3** 55,8; 64,8	**78,6** 72,7; 84,5*	**78,1** 72,6; 83,6*
2	**75,2** 71,1; 79,3	**81,0** 76,3; 85,7	**79,8** 75,3; 84,3	**67,0** 62,3; 71,7	**86,3** 80,0; 92,6*	**82,3** 76,6; 88,0*
3	**77,4** 73,7; 81,1	**83,2** 78,1; 88,3	**78,6** 74,7; 82,5	**86,6** 80,3; 92,9	**101,4** 94,3;108,5*	**92,9** 86,2; 99,6
4	**74,0** 70,5; 77,5	**77,9** 73,8; 82,0	**77,1** 73,4; 80,8	**64,2** 59,9; 68,5	**78,4** 72,7; 84,1*	**73,2** 67,9; 78,5*
5	**76,3** 72,6; 80,0	**77,4** 73,9; 80,9	**76,9** 73,2; 80,6	**81,4** 75,5; 87,3	**86,2** 79,5; 92,9	**84,4** 78,1; 90,7
	Мочевина, (мМ/л)			СП, Е×1000		
1	**4,80** 4,45; 5,15	**5,27** 4,82; 5,72	**6,93** 6,40; 7,46*	**237** 206; 268	**336** 299; 373*	**338** 297; 379*
2	**5,34** 4,93; 5,75	**5,73** 5,26; 6,20	**6,37** 5,90; 6,84*	**240** 209; 271	**270** 235; 305	**267** 238; 296
3	**6,48** 5,99; 6,97	**7,09** 6,52; 7,66	**6,91** 6,44; 7,38	**299** 272; 326	**315** 272; 358	**291** 260; 322
4	**5,15** 4,78; 5,52	**5,61** 5,10; 6,12	**5,49** 5,10; 5,88	**223** 203; 243	**239** 206; 272	**214** 196; 232
5	**6,24** 5,79; 6,69	**6,56** 6,01; 7,11	**6,35** 5,82; 6,88	**283** 261; 305	**278** 260; 296	**235** 215; 255*
	АсАТ, мкКат/л			АлАТ, мкКат/л		
1	**0,28** 0,24; 0,32	**0,43** 0,37; 0,49*	**0,29** 0,25; 0,33	**0,19** 0,15; 0,23	**0,16** 0,14; 0,18	**0,14** 0,12; 0,16
2	**0,29** 0,25; 0,33	**0,37** 0,31; 0,42*	**0,30** 0,26; 0,34	**0,21** 0,17; 0,25	**0,19** 0,15; 0,23	**0,17** 0,15; 0,19

Продолжение таблицы 2

3	**0,32** 0,28; 0,36	**0,36** 0,30; 0,42	**0,32** 0,28; 0,36	**0,22** 0,18; 0,26	**0,25** 0,21; 0,29	**0,24** 0,20; 0,28
4	**0,26** 0,22; 0,30	**0,27** 0,23; 0,31	**0,28** 0,24; 0,32	**0,18** 0,16; 0,20	**0,17** 0,15; 0,19	**0,15** 0,13; 0,17
5	**0,36** 0,30; 0,42	**0,37** 0,31; 0,43	**0,34** 0,28; 0,40	**0,21** 0,17; 0,25	**0,17** 0,13; 0,21	**0,17** 0,13; 0,21

Примечание: АсАТ – аспартатаминотрансфераза; АлАТ – аланинаминотрансфераза; * – разница с состоянием покоя статистически достоверна ($p<0,05$)

В пробе 1 выявлены статистически значимые межгрупповые различия концентрации ОБ в виде более высоких значений, относительно группы №1, в группе №2 – на 8,5% ($p=0,034$); группе №3 – на 11,7% ($p=0,004$); группе №4 – на 6,8% ($p=0,057$); группе №5 – на 10,1% ($p=0,008$). Более высокая величина показателя ОБ в пробе 1 свидетельствует о более интенсивном обмене протеинов у спортсменов. В пробе 2 статистически значимых межгрупповых различий не выявлено. Относительно пробы 1 концентрация ОБ выше в группах: №1 – на 13,4% ($p<0,001$), №2 – на 7,7% ($p=0,081$), №3 – на 7,5% ($p=0,082$). В группах №4 и №5 статистически незначимой разницы не выявлено. Менее контрастные изменения показателя ОБ после физической нагрузки свидетельствуют о менее выраженной гемоконцентрации и являются критерием напряженности выполняемой мышечной работы. В пробе 3 концентрация ОБ остается достоверно выше по сравнению с пробой 1 у группы №1 (на 12,4%; $p=0,005$). Других межгрупповых достоверных различий не выявлено.

На концентрацию креатинина в крови при нормальной выделительной функции почек влияние в первую очередь оказывает объем мышечной массы, а также характер двигательной активности. Креатинин является продуктом ключевой реакции фосфатной биоэнергетики связанной с регенерацией АТФ на миофиблиллах: креатинфосфат + АДФ → креатинин + АТФ. Указанная реакция способна поддерживать энергетический баланс относительно короткий период от начала мышечной работы, до момента включения гликолитической биоэнергетики. Это особенно актуально при выполнении непродолжительных по времени, но интенсивных по скорости и силе физических упражнений, в первую очередь ациклического характера.

В пробе 1 у спортсменов-мастеров установлены существенно более высокие значения концентрации креатинина, что объясняется значительно большим объемом мышечной массы у данного контингента. Относительно группы №1 значение показателя выше на 43,6% ($p<0,001$) в группе №3 и на 35% ($p<0,001$) в группе №5. У спортсменов-любителей отличия являлись менее контрастными: на 11,1% ($p=0,053$) в группе №2 и на 6,5% в группе №4. В пробе 2 отмечено статистически значимое увеличение показателя у всех групп обследуемых, за исключением группы №5. В пробе 3 относительно пробы 2 выявлена редукция показателя креатинина. Относительно пробы 1 величина этого показателя была значимо большей у группы №1 на 29,5% ($p<0,001$), группы №2 – на 22,8% ($p<0,001$) и группы №4 – на 14,0% ($p=0,019$), и статистически незначимой в группах №3 и №5. В пробе 3, по сравнению с нетренированными обследуемыми, концентрация креатинина значимо выше у группы №3 на 19,0% ($p=0,004$), незначительно выше у групп №2 и №5 и незначительно ниже у группы №4.

Мочевина является конечным продуктом обмена белков и характеризует выраженность катаболической составляющей метаболизма, а также интенсивность белкового обмена.

В пробе 1 межгрупповые различия концентрации мочевины являлись схожими с показателем креатинина, а именно наиболее высокие значения у спортсменов-

мастеров на 35,0% (p<0,001) в группе №3 и на 30,0% в группе №5 (p<0,001). У спортсменов-любителей отличия менее контрастные: выше на 11,3% (p=0,062) в группе №2 и на 7,3% в группе №4. В пробе 2 показатель незначительно выше во всех обследуемых группах, но межгрупповые отличия выявлены только у спортсменов-мастеров: на 34,5% (p<0,001) в группе №3 и 24,5% (p=0,002) в группе №5.

В пробе 3 относительно пробы 2 межгрупповые отличия выявлены только у группы №1 – показатель выше на 31,5% (p<0,001) и №2 выше на 11,2% (p=0,072); относительно пробы 1, показатель выше на 44,4% (p<0,001) и №2 на 19,3% (p=0,004). В качестве межгрупповых различий в пробе 3 следует отметить достоверно низкие значения показателя относительно группы №1, в группе №4 – на 20,8% (p<0,001).

При интерпретации показателя мочевины следует учитывать, что ее концентрация в крови при нормальной выделительной функции почек отражает два процесса: характер питания и интенсивность катаболических процессов. Известно, что питание спортсменов, особенно профессиональных характеризуется значительной белковой составляющей и объясняет более высокие значения у данного контингента в пробе 1. В то же время в пробе 2 и особенно в пробе 3 динамика показателя будет отражать напряженность выполняемой мышечной работы, т.е. показатель характеризует «цену адаптации», что предполагает его возможное использование в восстановительной и спортивной медицине.

В пробе 1 статистические значимые межгрупповые различия концентрации СП относительно группы №1 выявлены только у спортсменов-мастеров: у группы №3 показатель выше на 26,2% (p=0,008), у группы №5 – на 19,4% (p=0,022). В пробе 2 относительно пробы 1 концентрация СП статистически значимо увеличилось только в группе №1 на 41,8% (p <0,001), при этом достигая максимальных межгрупповых различий. В пробе 3 относительно пробы 2 статистически значимая разница выявлена только в группе №5 в виде редукции показателя СП на 15,5% (p=0,005). Относительно пробы 1 в пробе 3 статистически значимые, причем разнонаправленные изменения концентрации СП выявлены в группе №1 в виде увеличения показателя на 42,6% (p<0,001) и в группе №5 в виде редукции на 17,0% (p=0,005).

Вышеописанные изменения концентрации СП при велоэргометрии зависят от уровня адаптированности обследуемого контингента и предполагают возможность утилизации СП в качестве субстрата биоэнергетики спортсменами-мастерами, особенно тренирующимися в циклических видах спорта.

При изучении активности АсАТ в пробе 1 установлена более высокая величина данного показателя у обследуемых группы №3 на 14,3% и группы №5 на 28,6% (p=0,037) по сравнению с группой №1, что объясняется интенсификацией метаболизма у профессиональных спортсменов.

В пробе 2 относительно пробы 1 активность АсАТ выше во всех группах, однако значимые отличия выявлены только в группе №1 (на 53,6%; p<0,001) и группе №2 (на 27,6%; p=0,038). В группе №3 увеличение активности АсАТ менее существенно и практически полностью отсутствовало в группе №5. Таким образом, амплитуда изменений активности АсАТ зависит от уровня тренированности и, в определенной мере, спортивной специализации.

В пробе 3 показатель АсАТ снизился во всех группах и существенно не отличался от показателей пробы 1, что объясняется быстрой инактивацией фермента в циркулирующей крови.

При изучении активности АлАТ в пробе 2 и пробе 3, по сравнению с пробой 1, достоверных отличий не выявлено. Также не выявлено значимых различий между группами в пробе 1. В пробе 2 активность АлАТ в группе №3 выше относительно группы №1 на 56,3% (p<0,001), в пробе 3 – на 71,4% (p<0,001). Предполагаемой причиной увеличения показателя является интенсификация глюкозо-аланинового цикла. Подобная

направленность, но менее контрастная, выявлена в группе №2.

Заключение. В состоянии покоя показатели белкового обмена в первую очередь отражают интенсивность протекания метаболизма, что подтверждается статистически значимыми межгрупповыми различиями показателей общего белка, мочевины, среднемолекулярных пептидов, АсАТ и АлАТ. С увеличением тренированности возрастает значение фосфатной системы биоэнергетики, что подтверждается статистическими значимыми межгрупповыми отличиями в различные интервалы регистрации концентрации креатинина в ходе исследования. Наиболее контрастные изменения данного показателя отмечены у профессионального контингента ациклических видов и свидетельствуют о наиболее выраженном функционировании фосфатной системы биоэнергетики. Отличительной особенностью состояния белкового обмена спортсменов-мастеров циклических видов спорта является возможность утилизации среднемолекулярных пептидов в реакциях биоэнергетики, что подтверждается статистически значимой редукцией показателя СП у данного контингента в восстановительный период. У нетренированного контингента и спортсменов-любителей динамика показателей мочевины и среднемолекулярных пептидов совместно с другими изученными показателями белкового обмена характеризует напряженность выполняемой физической нагрузки. Изучение показателей белкового обмена в динамике отражает уровень тренированности и может быть рекомендовано для комплексной оценки функционального состояния спортсмена.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нопин, С. В. Физиологический и биомеханический контроль функционального состояния двигательной системы спортсменов / С. В. Нопин, Ю. В. Корягина. – Ессентуки, 2021. – 176 с.
2. Биоэнергетические критерии готовности спортсменов к соревновательной деятельности / О. В. Балберова, Е. В. Быков, Е. Г. Сидоркина, К. С. Кошкина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 2. DOI: 10.51871/-2588-0500_2022_06_02_1
3. Mac Gregor, D. G. Brain edema induced by in vitro ischemia: causal factors and neuroprotection / D. G. Mac Gregor, M. V. Avshalumov, M. E. Rice // Journal of Neurochemistry. – 2003. – Vol. 85. – P. 1402-1411.
4. Prevalence of alpha actinin-3 gene (ACTN3) R577X and angiotensin converting enzyme (ACE) insertion/deletion gene polymorphisms in national and amateur Turkish athletes / O. Eroğlu, R. Zileli, M. A. Nalbant, K. Ulucan // Cell Mol. Biol. (Noisy-legrand). – 2018. – Vol. 64(5). – P. 24-28.
5. Чиков, А. Е. Механизмы обеспечения мышечной деятельности при выполнении стандартизированных нагрузок спортсменов / А. Е. Чиков, Д. С. Медведев // Спортивная медицина: наука и практика. – 2017. – Т. 7. – № 2. – С. 19-24.
6. Koch, A. J. The creatine kinase response to resistance exercise / A. J. Koch, R. Pereira, M. Machado // J. Musculoskelet Neuronal. Interact. –2014. – Vol. 14. – P. 68-77.
7. Смирнов, Н. Ю. Адсорбция белков на эритроцитарных мембранах у спортсменов при выполнении соревновательных нагрузок и ее влияние на реологические параметры клеток / Н. Ю. Смирнов, В. Н. Левин, Н. П. Здюмаева // Физиология человека. – 2004. – Т. 30. – № 3. – С. 126-132.
8. Никитюк, Д. Б. Спортивное питание: требования и современные подходы / Д. Б. Никитюк, С. В. Клочкова, Е. А. Рожкова // Вопросы диетологии. – 2014. – Т. 4. – № 1. – С. 40-43.
9. Blood biomarkers of recovery efficiency in soccer players / A. Nowakowska, D. Kostrzewa-Nowak, R. Buryta, R. Nowak // Int J. Environ Res Public Health. – 2019. – Vol. 16(18). – P. 1-28.
10. Soyal, M. Comparing the hand grip power and creatine kinase levels of U-17 judo national team athletes before and after a 6-week strength training / M. Soyal, N. Çelik // Pedagogy of physical culture and sports. – 2020. – Vol. 24(4). – P. 163-171.
11. Габриэлян, И. И. Опыт использования показателя средних молекул в крови для диагностики нефрологических заболеваний у детей /

И. И. Габриэлян, В. И. Липатова // Лабораторное дело. – 1984. – № 3. – С. 138-140.

REFERENCES

1. Nopin S.V., Koryagina Yu.V. Physiological and biomechanical control of the functional state of the athletes' motor system. Essentuki: 2021, p. 176. (in Russ.)
2. Balberova O.V., Bykov E.V., Sidorkina E.G., Koshkina K.S. Bioenergy criteria of athletes' fitness for competitive activity. *Modern issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_1. (in Russ.)
3. Mac Gregor D.G., Avshalumov M.V., Rice M.E. Brain edema induced by in vitro ischemia: causal factors and neuroprotection. *Journal of Neurochemistry*, 2003, vol. 85, pp. 1402-1411. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1471-4159.2003.01772.x.
4. Eroğlu O., Zileli R., Nalbant M.A., Ulucan K. Prevalence of alpha actinin-3 gene (ACTN3) R577X and angiotensin converting enzyme (ACE) insertion/deletion gene polymorphisms in national and amateur Turkish athletes. *Cell Mol. Biol. (Noisy-legrand)*, 2018, vol. 64(5), pp. 24-28. DOI: 10.14715/cmb/2018.64.5.4.
5. Chikov A.E, Medvedev D.S. Energy supply of athletes' muscles at the performance of standardized loads. *Sports medicine: science and practice*, 2017, vol. 7, no. 2, pp. 19-24. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2017.2.19. (in Russ.)
6. Koch A.J., Pereira R., Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise. *J. Musculoskelet Neuronal. Interact*, 2014, vol. 14, pp. 68-77. (in Russ.)
7. Smirnov I.Yu., Levin V.N., Zdyumaeva N.P. Protein adsorption on erythrocytic membranes and its effect on erythrocyte rheology in athletes during competition exercise. *Human Physiology*, 2004, vol. 30, no. 3, pp. 126-132 (in Russ.)
8. Nikityuk D.B., Klochkova S.V., Rozhkova E.A. Sports nutrition: requirements and modern approaches. *Nutrition*, 2014, vol. 4 no. 1, pp. 40-43. (in Russ.)
9. Nowakowska A., Kostrzewa-Nowak D., Buryta R., Nowak R. Blood biomarkers of recovery efficiency in soccer players. *Int J. Environ Res Public Health*, 2019, vol. 16(18), pp. 1-28. DOI: 10.3390/ijerph16183279.
10. Soyal M., Çelik N. Comparing the hand grip power and creatine kinase levels of U-17 judo national team athletes before and after a 6-week strength training. *Pedagogy of physical culture and sports*, 2020, vol. 24(4), pp. 163-171. DOI: 10.15561/26649837.2020.0402.
11. Gabrielyan I.I., Lipatova V.I. Experience of using the index of average molecules in blood for diagnosis of nephrological diseases in children. *Laboratornoe delo*, 1984, no. 3, pp. 138-140. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Антон Вячеславович Еликов – кандидат медицинских наук, доцент кафедры биохимии ФГБОУ ВО Кировский государственный медицинский университет Минздрава России, Киров, e-mail: anton_yelikov@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Anton Vyacheslavovich Elikov – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Biochemistry, Kirov State Medical University, Kirov, e-mail: anton_yelikov@mail.ru.

Для цитирования: Еликов, А. В. Зависимость показателей метаболизма протеинов от уровня и направленности спортивной подготовки при различном функциональном состоянии, связанном с выполнением физической нагрузки / А. В. Еликов // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_28

For citation: Elikov A.V. The dependence of protein metabolism indices on the level and orientation of sports training at different functional state associated with physical activity. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_28