Дата публикации: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_28
УДК/UDC 796.071.2+796.012.1+577.125+577.121.7+612.744.24

Publication date: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_28

ОСОБЕННОСТИ ЛИПИДНОГО СПЕКТРА У СПОРТСМЕНОВ РАЗНОГО УРОВНЯ И СПЕЦИФИКИ ПОДГОТОВКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ, СВЯЗАННЫХ С МЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

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 липидного спектра плазмы крови в состоянии покоя, через 5 и 30 минут после велоэргометрии у 71 спортсмена и 15 нетренированных мужчин группы сравнения в возрасте 18-25 лет. В ходе исследования у спортсменов-профессионалов, особенно тренирующихся в циклических видах спорта, выявлены более благоприятное распределение показателей липидного спектра, наиболее мощная аэробная биоэнергетика. Особенностью липидного спектра спортсменов-профессионалов является возможность участия липопротеинов высокой плотности в поддержании оксидантного баланса, что является критерием высокого уровня адаптации к воздействию физических нагрузок. Показатели липидного спектра отражают уровень тренированности и рекомендуется для контроля за функциональным состоянием спортсмена.
Ключевые слова: спортсмены, физическая нагрузка, липидный обмен.

LIPID SPECTRUM IN ATHLETES OF DIFFERENT LEVELS AND TRAINING SPECIFICS AT VARIOUS STATES ASSOCIATED WITH MUSCLE ACTIVITY

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

Abstract. The article presents an investigation on the blood plasma lipid spectrum parameters at rest, 5 minutes and 30 minutes after cycle ergometry test in 71 athletes and 15 untrained men from comparison group aged 18-25 years. The results revealed that professional athletes, especially those involved in cyclic sports, had a more favorable distribution of lipid spectrum parameters and the most powerful aerobic bioenergy. The lipid spectrum of professional athletes has a unique feature in that high-density lipoproteins may participate in maintaining the oxidant balance, which is a criteria for high levels of adaptation to physical load. The lipid spectrum indices are recommended for monitoring the athlete's functional state as they reflect the athlete's level of training.
Keywords: athletes, physical activity, lipid metabolism.

Введение. Современный научно-методический подход к изучению готовности спортсмена к выполнению тренировочных и соревновательных программ включает всестороннее и параллельное исследование ключевых показателей метаболического профиля [1-2]. Липидный обмен имеет важное значение в энергетическом обеспечении мышечной работы, особенно при продолжительных физических нагрузках умеренной интенсивности, что предполагает развитие такого качества, как выносливость [3-4]. Увеличение доли липидного обмена в процессах биоэнергетики у спортсменов, специализирующихся на выполнении циклических физических нагрузок, является объективным показателем развития тренированности [5]. Показано благоприятное влияние занятий спортом на состояние липидного профиля, что проявляется в снижении содержания в плазме крови атерогенных форм липопротеинов и согласуется с общими представлениями об оптимизации функционирования транспортных и метаболических механизмов обеспечения

двигательной активности [6-7]. В то же время чрезмерные физические нагрузки оказывают противоположный эффект в виде дезадаптивных перестроек в работе всех систем организма, в том числе и метаболического профиля, что лежит в основе таких преморбидных состояний, как острое физическое перенапряжение и перетренированность [8]. Поддержание необходимых биофизических свойств эритроцитарных мембран, в первую очередь их текучести, считается необходимым компонентом обеспечения достаточной оксигенации тканей, который во многом связан с липидным спектром плазмы крови [9]. В наибольшей степени указанная взаимосвязь установлена у контингента, адаптированного к выполнению физических упражнений циклического характера [10]. Таким образом изучение показателей липидного спектра не только расширяет диагностические возможности уровня адаптированности к выполнению физических нагрузок, но и является важной составляющей врачебного контроля за общим состоянием здоровья спортсмена.

Цель исследования: выявить зависимость показателей липидного спектра у контингента с различными спортивными достижениями при воздействии дозированной мышечной работы.

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 течении 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

Взятие 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.

Концентрацию триглицеридов (ТГ) определяли диагностическим набором реактивов «ОЛЬВЕКС диагностикум» (Россия). В основу определения общего холестерола (ОХС) и свободного холестерола (СХС) положен кинетический принцип, основанный на разных температурных режимах вступления в реакцию холестерола (ХС) с реактивом Златкиса-

Зака [11]. ХС в липопротеинах высокой плотности (ХС-ЛПВП) исследовали во фракциях липопротеинов после осаждения апо-В содержащих липопротеинов гепарином в присутствии солей марганца и разделения центрифугированием. Надосадочная жидкость, содержащая ЛПВП, использовалась для дальнейших биохимических исследований.

Индекс атерогенности (ИА) рассчитывали по формуле:

ИА = (ОХС – ХС-ЛПВП) / ХС-ЛПВП

Коэффициент этерификации (КЭ) рассчитывали по формуле:

КЭ = (ОХС – СХС) / ОХС) × 100%.

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 t-критерию Стьюдента и считали достоверной при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Компоненты обмена липидов являются важнейшими в аэробной биоэнергетике, выполняют структурную функцию в составе клеточных мембран. Кроме того, есть данные об участии ЛПВП в поддержании оксидантного баланса [12]. Изучены показатели ТГ, обмена ХС и его фракций. Результаты исследования липидного спектра в плазме крови представлены в таблице 2.

Изменения показателя ТГ в динамике напрямую отражают аэробную производительность при выполнении мышечной работы. В пробе 1 наибольшая величина показателя ТГ выявлена в группе № 1, но статистически значимой разница является только относительно группы № 5 – выше на 14,9% ($p=0,009$). В пробе 2 относительно пробы 1 показатели ТГ выше, но контрастность этих отличий по группам отличалась, достигая набольшей выраженности у спортсменов-профессионалов, особенно в группе № 5 – показатель выше на 71,3% ($p<0,001$). Вышеописанные изменения показателя ТГ позволяют обосновать зависимость уровня аэробной биоэнергетики, связанной с липидным обменом, от двух факторов: уровня физической подготовки и специфики спортивной направленности. В пробе 3 относительно пробы 2 концентрация ТГ статистически значимо ниже только у контингента, специализирующегося в циклических видах упражнений: у спортсменов-любителей на 14,4% ($p=0,042$) и у спортсменов-профессионалов на 21,9% ($p<0,001$). Данное явление свидетельствует о первостепенном значении аэробной биоэнергетики, в частности компонентов липидного обмена, в обеспечении краткосрочного восстановительного периода у контингента тренирующегося в циклических видах спорта. В целом выявленная в ходе обследования направленность показателя ТГ объясняется оптимизацией аэробной биоэнергетики в процессе адаптации к физическим нагрузкам циклического характера и в наибольшей степени выражена у контингента группы № 5.

Таблица 2

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

№ гр.	Триглицериды, мМ/л			Общий холестерол, мМ/л		
	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 1	Проба 2	Проба 3
1	**0,94** 0,86; 1,02	**0,96** 0,88; 1,04	**1,11** 1,01; 1,21*	**4,12** 4,02; 4,22	**3,98** 3,73; 4,23	**3,90** 3,68; 4,11
2	**0,88** 0,82; 0,94	**0,94** 0,84; 1,04	**0,93** 0,85; 1,01	**4,25** 3,94; 4,56	**4,05** 3,78; 4,32	**3,99** 3,75; 4,23
3	**0,83** 0,75; 0,91	**1,03** 0,93; 1,13*	**0,96** 0,86; 1,06*	**3,83** 3,54; 4,12	**3,71** 3,47; 3,95	**4,18** 3,79; 4,57
4	**0,86** 0,80; 0,92	**1,18** 1,06; 1,30*	**1,01** 0,91; 1,11*	**3,97** 3,70; 4,24	**3,81** 3,59; 4,03	**3,87** 3,63; 4,11
5	**0,80** 0,74; 0,86	**1,37** 1,25; 1,49*	**1,07** 0,97; 1,17*	**3,68** 3,48; 3,88	**3,68** 3,46; 3,90	**3,80** 3,56; 4,04
	Свободный холестерол, мМ/л			ХС-ЛПВП, мМ/л		
1	**1,03** 0,93; 1,13	**0,83** 0,75; 0,91*	**0,92** 0,80; 1,04	**1,36** 1,24; 1,48	**1,51** 1,37; 1,65	**1,37** 1,27; 1,47
2	**0,99** 0,87; 1,11	**0,88** 0,78; 0,98	**0,90** 0,80; 1,00	**1,47** 1,33; 1,61	**1,58** 1,42; 1,74	**1,45** 1,29; 1,61
3	**0,91** 0,81; 1,01	**0,79** 0,71; 0,87	**0,84** 0,70; 0,98	**1,46** 1,34; 1,58	**1,55** 1,41; 1,69	**1,70** 1,52; 1,88*
4	**0,84** 0,74; 0,94	**0,72** 0,64; 0,80	**0,71** 0,63; 0,79*	**1,44** 1,34; 1,54	**1,52** 1,40; 1,64	**1,56** 1,44; 1,68
5	**0,73** 0,65; 0,81	**0,66** 0,60; 0,72	**0,64** 0,58; 0,70	**1,56** 1,44; 1,68	**1,68** 1,56; 1,80	**1,77** 1,65; 1,88*
	Коэффициент этерификации, ед.			Индекс атерогенности, ед.		
1	**75,0** 73,2; 76,8	**79,1** 76,6; 81,6*	**76,4** 74,2; 78,6	**2,03** 1,83; 2,23	**1,64** 1,48; 1,80*	**1,85** 1,67; 2,03
2	**76,7** 74,0; 79,4	**78,3** 75,2; 81,4	**77,4** 75,0; 79,8	**1,89** 1,71; 2,07	**1,56** 1,42; 1,70*	**1,75** 1,59; 1,91
3	**76,2** 73,7; 78,7	**78,7** 75,7; 81,6	**79,9** 76,4; 83,4	**1,62** 1,46; 1,78	**1,39** 1,27; 1,51*	**1,46** 1,34; 1,58
4	**78,8** 75,5; 82,1	**81,1** 77,2; 85,0	**81,7** 78,0; 85,4	**1,76** 1,60; 1,92	**1,51** 1,37; 1,65*	**1,48** 1,34; 1,62*
5	**80,2** 77,5; 82,9	**82,1** 79,2; 85,0	**83,2** 79,1; 87,3	**1,36** 1,24; 1,48	**1,19** 1,06; 1,26*	**1,15** 1,07; 1,23*

Примечание: ХС-ЛПВП – холестерол в липопротеинах высокой плотности; * – разница с состоянием покоя статистически достоверна ($p \leq 0,05$)

Выявлена зависимость обмена ХС от уровня адаптации обследуемых к физическим нагрузкам. В пробе 1 относительно группы № 1 статистически значимые различия показателя ОХС выявлены только у группы № 5 – показатель ниже на 10,7% ($p=0,041$). В пробе 2 относительно пробы 1 во всех группах значимой разницы показателя ОХС не выявлено, отмечено схожее межгрупповое распределение, как и в пробе 1. В пробе 3 относительно пробы 1 не установлено статистически значимой разницы, что обосновывает детальное изучение показателей обмена ХС.

Показатель СХС в пробе 1 относительно группы № 1 у спортсменов ниже и имел разницу с группой № 4 – на 18,4% (p=0,046) и с группой № 5 – на 29,1% (p<0,001). В пробе 2 относительно пробы 1 выявлена редукция показателя СХС во всех группах. Следует подчеркнуть снижение данного показателя на 19,4% (p=0,006) у нетренированных лиц, что объясняет эффективность применения физических нагрузок умеренной мощности для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. В краткосрочном восстановительном периоде изменения данного показателя относительно пробы 2 в зависимости от специфики обследуемого контингента носили разнонаправленный характер в виде тенденции к увеличению у нетренированных лиц и спортсменов, тренирующихся в ациклических видах спорта, и снижению у контингента, специализирующегося в циклических видах. Данное явление объясняется структурной функцией и антиоксидантными свойствами молекулы ХС. Прекращение мышечной работы сопровождается реперфузией рабочих мышечных групп и интенсификацией реакций свободнорадикального окисления с повреждением клеточных мембран. В наибольшей степени последствия реперфузии выражены у нетренированных лиц, что требует усиленной элиминации мышечной тканью ХС, а следовательно и активации системы его транспорта. Спортсмены, специализирующиеся в циклических упражнениях, обладают наиболее устойчивой системой антиоксидантной защиты и выраженной направленностью к использованию компонентов липидного обмена в реакциях биоэнергетики, что отражается на динамике показателя СХС в виде тенденции к его снижению. В целом, в связи с тем, что атерогенез потенцируется в основном СХС, выявленную направленность данного показатели относительно пробы 1 под воздействием физической нагрузки умеренной мощности можно трактовать как благоприятную.

КЭ является информативным комплексным показателем обмена ХС. В пробе 1 выявлена прямая связь данного показателя и уровнем тренированности в виде увеличения величины КЭ, особенно у контингента группы № 4 на 5,1% (p=0,048) и № 5 на 6,9% (p=0,006). Направленность показателя КЭ в пробе 2 и в пробе 3 напрямую зависит и согласуется с изменениями показателя СХС. Подобные изменения величины КЭ и межгрупповые отличия свидетельствуют о более благополучном состоянии обмена ХС с увеличением тренированности. Таким образом показатели СХС и КЭ могут быть рекомендованы в качестве информативных маркеров функционального состояния спортсмена.

Наибольшее клинико-диагностическое значение имеет исследование соотношения между липопротеиновыми фракциями. По мнению ряда исследователей, содержание ХС-ЛПВП является интегральным маркером, отражающим состояние липопротеинового спектра: концентрация ХС-ЛПВП изменяется независимо от ОХС [11]. По сравнению с нетренированными обследуемыми, в пробе 1 установлена тенденция к более высоким значениям показателя ХС-ЛПВП в группах спортсменов, достигая статистически значимой разницы в группе № 5 на 14,7% (p=0,033). Данное явление свидетельствует о благоприятном влиянии систематических физических нагрузок, особенно циклического характера, на состояние липидного обмена. Это заключение подтверждает выявленная тенденция к увеличению данного показателя в пробе 2. Отдельного обсуждения заслуживает динамика показателя ХС-ЛПВП в пробе 3 относительно пробы 2, которая зависит от уровня тренированности и является отличительной чертой высокого уровня адаптированности организма к физическим нагрузкам у спортсменов-профессионалов. У нетренированных обследуемых и спортсменов-любителей выявлена тенденция к снижению данного показателя в краткосрочный восстановительный период, что объясняется необходимостью первоочередной доставки ХС в мышечную ткань в качестве компенсаторной метаболической

реакции и согласуется с динамикой показателя ОХС. В то же время, у спортсменов-мастеров выявлена тенденция к дальнейшему увеличению показателя ХС-ЛПВП, достигая статистически значимой разницы с пробой 1. Выявленная направленность указывает на повышение концентрации ЛПВП в плазме крови, а следовательно, согласно концепции [12], их сорбционной и дренажной функций, что обеспечивает непосредственное участие в поддержании оксидантного баланса. Таким образом, несмотря на выявленную ранее интенсификацию реакций свободнорадикального окисления у спортсменов-профессионалов, необходимую для поддержания высокого уровня адаптации к действию систематических интенсивных физических нагрузок [13], поддержание оксидантного баланса у данного контингента во многом будем обеспечиваться повышенным содержанием ЛПВП.

С изменением показателей содержания ХС липопротеиновых фракций тесно связана направленность значений ИА, который отражает соотношение атерогенных и антиатерогенных классов липопротеинов в плазме крови. Расчет ИА существенным образом увеличивает достоверность исследования соотношений липопротеиновых фракций. С ростом тренированности этот показатель снижается, что особенно характерно для контингента циклических видов спорта. Изменения величины ИА в пробе 2 и в пробе 3 в целом повторяют динамику изменений показателя ХС-ЛПВП, но статистическая значимость этих изменений выше, что делает показатель ИА более предпочтительным в плане оценки функционального состояния спортсмена. Выявленные особенности соотношения фракций ХС обусловлены характером адаптивных перестроек к физической работе и высвобождением из мышц липопротеинлипазы. Результаты исследования конкретизируют значение обмена липидов в адаптации к физическим нагрузкам.

Заключение. В состоянии покоя показатели липидного спектра плазмы крови у спортсменов носят более благоприятный характер, что проявляется в более низких значениях показателей триглицеридов, общего и свободного холестерола, индекса атерогенности и более высоких показателях холестерола липопротеинов высокой плотности и коэффициента этерификации. Данное явление в наибольшей степени выражено у спортсменов-профессионалов в циклических видах спорта. Выполнение физической нагрузки умеренной интенсивности сопровождается изменением показателей липидного спектра в благоприятную сторону, что является критерием адекватности выполняемых мышечных нагрузок. Особенностью липидного спектра спортсменов-профессионалов является возможность участия липопротеинов высокой плотности в поддержании оксидантного баланса в различные периоды, связанные с выполнением мышечной работы. Данное явление в наибольшей степени выражено в восстановительный период и может является критерием высокого уровня адаптации к воздействию физических нагрузок. Показатели липидного спектра отражают уровень тренированности и рекомендуется для контроля за функциональным состоянием спортсмена.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare 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(19). DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_1

3. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers / L. Djaoui, M. Haddad, K. Chamari, A. Dellal // Physiol Behav. – 2017. – Vol. 181. – P. 86-94.

4. Zeppilli, P. Manuale di Medicina Dello Sport / P. Zeppilli // Editore: CESI. – 2015. – 271 p.
5. Оценка взаимосвязи скорости окисления жира с показателями аэробной способности лыжников-гонщиков / Людинина А. Ю., Гарнов И. О., Бушманова Е. А. [и др.] // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20. – № 1. – С. 5-12.
6. Медведев, И. Н. Функциональные особенности сердца у легкоатлетов / И. Н. Медведев, Е. С. Каченкова // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 8. – С. 20-21.
7. Опарина, О. Н. Влияние физической нагрузки на особенности липидного обмена у спортсменов / О. Н. Опарина, Ж. В. Тома, Е. В. Дворянинова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 5-1(95). – С.173-175.
8. Синдром перетренированности: современные подходы к диагностике (обзор литературы) / Парастаев С. А., Анисимов Е. А., Жолинский А. В. [и др.] // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2020. – № 1(155). – С. 4-13.
9. Maximal exercise and erythrocyte epoxy fatty acids: a lipodemics study / Gollasch B., Wu G., Dogan I. [et al] // Physiol. Rep. – 2019. – Vol. 22(7). – P. e14275.
10. Осочук, С. С. Физико-химические свойства мембран эритроцитов и липопротеинов высокой плотности спортсменов циклических видов спорта / С. С. Осочук, А. Ф. Марцинкевич, А. С. Осочук // Прикл. спорт. наука. – 2016. – Т. 3. – №1. – С.84-89.
11. Камышников, В. С. Клинико-биохимическая лабораторная диагностика / В. С. Камышников // Справочник в 2-х томах. – 2-е изд. – Минск: Интерпрессервис. – 2003. – 953 с.
12. Климов, А. Н. Обмен липидов и липопротеидов и его нарушения / А. Н. Климов, Н. Г. Никуличева. – Питер Ком, 1999. – 512 с.
13. Еликов, А. В. Состояние оксидантного баланса спортсменов различных категорий при выполнении дозированной физической нагрузки и в краткосрочном восстановительном периоде / А. В. Еликов // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – №1 (22). DOI: 10.51871/2588-0500_2023_07_01_26

REFERENCES

1. Nopin S.V, Koryagina Yu.V. Physiological and biomechanical control of the functional state of the motor system of athletes. Essentuki, 2021. 176 p.
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(19), p. 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_02_01 (in Russ.)
3. Djaoui L., Haddad M., Chamari K., Dellal A. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *Physiol Behav*, 2017, vol. 181, pp. 86-94. DOI: 10.1016/j.physbeh. 2017.09.004
4. Zeppilli P. Manuale di Medicina Dello Sport. Editore: CESI, 2015. 271 p.
5. Lyudinina A.Yu., Garnov I.O., Bushmanova E.A., Nutrikhin A.V., Bojko E.R. The relationship between fat oxidation rate and aerobic performance in ski-racers. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 1, pp. 5-12. DOI: 10.14529/hsm200101 (in Russ.)
6. Medvedev I.N, Kachenkova E.S. Functional properties of athlete's heart. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2021, no. 8, pp. 20-21. (in Russ.)
7. Oparina O.N, Toma J.V, Dvoryaninova E.V. Influence of physical activity on the features of lipid metabolism in athletes. *International Research Journal*, 2020, no. 5-1(95), pp. 173-175. DOI: 10.23670/IRJ.2020.95.5.032 (in Russ).
8. Parastaev S.A, Anisimov E.A, Zholinskij A.V. The syndrome of overtraining: modern approaches to diagnosis (A literature review). *Physical Therapy and Sports Medicine*, 2020, no. 1(155), pp. 4-13 (in Russ).
9. Gollasch B., Wu G., Dogan I., Rothe M., Gollasch M., Luft F.C. Maximal exercise and erythrocyte epoxy fatty acids: a lipodemics study. *Physiol Rep*, 2019, vol. 22(7), p. e14275. DOI: 10.14814/phy2.14275
10. Osochuk S.S, Martsinkevitch A.F, Osochuk A.S. Physical-chemical properties of erythrocytes' membranes and high-density lipoproteins of sportsmen in cycle sports. *Applied Sports Sciences*, 2016, vol. 3, no. 1, pp. 84-89 (In Russ).
11. Kamyshnikov V.S. Clinical and biochemical laboratory diagnostics. Handbook (in 2 vol). Issue 2. Minsk: Interpresservis, 2003, 953 p. (In Russ).
12. Klimov A.N, Nikulicheva N.G. Lipid and lipoprotein metabolism and its disorders. St. Peterburg: Piter Kom, 1999, 512 p. (In Russ).
13. Elikov A.V. State of oxidative balance in athletes of different categories during dosed exercise and in the short-term recovery period. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 1 (22), p. 26 DOI: 10.51871/2588-0500_2023_07_01_26 (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 V. 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. Особенности липидного спектра у спортсменов разного уровня и специфики подготовки при различных состояниях, связанных с мышечной активностью / А. В. Еликов // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_28

For citation: Elikov A.V. Lipid spectrum in athletes of different levels and training specifics at various states associated with muscle activity. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_28