

ISSN 1029-8940 (Print)
ISSN 2524-230X (Online)
УДК 796.4:612
<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2024-69-2-153-160>

Поступила в редакцию 31.05.2023
Received 31.05.2023

Н. В. Шведова, И. Л. Гилеп

Республиканский научно-практический центр спорта, Минск, Республика Беларусь

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕФЕРЕНТНЫХ ИНТЕРВАЛОВ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У ЛЕГКОАТЛЕТОВ С УЧЕТОМ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ И ПЕРИОДА ПОДГОТОВКИ

Аннотация. В спорте высших достижений при анализе данных биохимических исследований крови необходима разработка референтных интервалов, которые учитывают влияние физических нагрузок. В исследовании принимали участие спортсмены национальной команды Республики Беларусь по легкой атлетике и ближайшего резерва. Определены референтные интервалы некоторых биохимических и гематологических показателей крови для легкоатлетов, специализирующихся в беге на различные дистанции. Установлено, что наибольшую вариативность имеют референтные интервалы активности креатинкиназы, а верхняя граница референтных интервалов активности аспаратаминотрансферазы и нижняя граница показателей гемоглобина и гематокрита у легкоатлетов в беге на длинные дистанции выше по сравнению с клинической нормой. Референтные интервалы активности аланинаминотрансферазы, концентрации глюкозы, мочевины и триглицеридов имеют более узкий диапазон по сравнению с клинической нормой.

Ключевые слова: референтные интервалы, легкая атлетика, мочевина, креатинкиназа, аспаратаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, глюкоза, триглицериды, гемоглобин, гематокрит, периоды подготовки

Для цитирования: Шведова, Н. В. Определение референтных интервалов биохимических показателей крови у легкоатлетов с учетом специализации и периода подготовки / Н. В. Шведова, И. Л. Гилеп // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2024. – Т. 69, № 2. – С. 153–160. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2024-69-2-153-160>

Nataliya V. Shvedava, Irina L. Gilep

Republican Scientific and Practical Center for Sports, Minsk, Republic of Belarus

DETERMINATION OF REFERENCE RANGES OF BLOOD BIOCHEMICAL MARKERS FOR TRACK AND FIELD ATHLETES CONSIDERING SPECIALIZATION AND PREPARATION PERIOD

Abstract. The analysis of blood biochemistry data in high-performance sports is necessary to calculate reference ranges under the influence of physical activity. The athletes of the national team of the Republic of Belarus and the nearest reserve were studied. Reference ranges of some biochemical and hematological blood parameters for athletes have been determined. The ranges of creatine kinase activity, the upper limit of the ranges of aspartate aminotransferase activity, and the lower limit of hemoglobin and hematocrit indicators have the greatest variability. In track and field athletes in long-distance running, they are higher compared to the clinical norm. The reference ranges of alanine aminotransferase activity, glucose, urea, and triglyceride concentrations have a narrower range compared to the clinical norm.

Keywords: reference ranges, athletics, urea, creatine kinase, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, glucose, triglycerides, hemoglobin, hematocrit, preparation periods

For citation: Shvedava N. V., Gilep I. L. Determination of reference ranges of blood biochemical markers for track and field athletes considering specialization and preparation period. *Vesti Natsyonal'nai akademii nauk Belarusi. Seriya biyalagichnykh nauk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2024, vol. 69, no. 2, pp. 153–160 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2024-69-2-153-160>

Введение. Подготовка высококвалифицированного спортсмена на современном этапе, как правило, сопряжена с пребыванием в стрессовом состоянии, обусловленном не только выполняемыми в течение цикла подготовки интенсивными и длительными физическими нагрузками, но и психологическим напряжением, связанным с предстартовыми состояниями, сменой часовых и климатических поясов. Учитывая вышеперечисленные особенности спортивной подготовки, систематический биохимический контроль организма спортсменов остается неотъемлемой частью и наиболее информативным критерием в оценке адаптации спортсменов к предъявляемым нагрузкам и соответствия выполняемых нагрузок функциональному состоянию организма.

Текущий биохимический контроль позволяет отслеживать течение и динамику адапционных процессов в организме каждого спортсмена, делать выводы о повышении или снижении адаптации к выполняемым нагрузкам. Не менее важным аспектом в интерпретации текущего состояния спортсмена является персонифицированный подход к оценке адаптивных процессов конкретных спортсменов, что возможно только при регулярном медико-лабораторном сопровождении команды на всех этапах – от цикла подготовки до момента участия в соревнованиях.

В клинической лабораторной диагностике для оценки результатов исследований используются референтные интервалы, полученные в ходе обследования большого количества здоровых людей, сгруппированных по таким критериям, как пол, возраст, этническая принадлежность и т. д. Однако в большинстве случаев применять полученные таким способом референтные интервалы к спортсменам некорректно, так как они не учитывают влияние физических нагрузок.

В ряде исследований разработаны референтные интервалы лабораторных параметров для групп людей, занимающихся спортом на любительском уровне [1–3]. Однако применение полученных даже в этих исследованиях референтных интервалов для спортсменов некорректно, так как эти данные не могут служить полноценным критерием оценки физиологических адапционных процессов в тренированном организме.

Как правило, в коммерческих наборах реагентов, используемых в каждой конкретной лаборатории, указаны референтные значения определяемых параметров, но они обычно устанавливаются в стандартных условиях и для групп «практически здорового населения», профессионально не занимающегося спортом [3, 4].

Цель исследования – определить референтные интервалы различных биохимических показателей крови спортсменов национальной команды Республики Беларусь по легкой атлетике и ближайшего резерва с учетом специализации и периода подготовки.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования обрабатывался биологический материал (пробы капиллярной крови) спортсменов национальной команды по легкой атлетике Республики Беларусь и ближайшего резерва, специализирующихся в беге на различные дистанции (табл. 1). Все спортсмены имели высокую квалификацию: кандидат в мастера спорта (КМС), мастер спорта (МС), мастер спорта международного класса (МСМК), заслуженный мастер спорта (ЗМС).

Т а б л и ц а 1. Квалификационная характеристика спортсменов, принимавших участие в исследовании

T a b l e 1. Qualification characteristics of athletes participating in the study

Специализация	Квалификация			
	КМС	МС	МСМК	ЗМС
Женщины ($n = 73$)				
Длинные дистанции ($n = 20$)	6	6	8	0
Средние дистанции ($n = 33$)	21	10	2	0
Короткие дистанции ($n = 20$)	7	10	2	1
Мужчины ($n = 66$)				
Длинные дистанции ($n = 21$)	8	11	2	0
Средние дистанции ($n = 30$)	21	9	0	0
Короткие дистанции ($n = 15$)	5	8	2	0

Забор образцов крови для исследования осуществлялся в начале тренировочного микроцикла утром натощак в течение нескольких годичных циклов подготовки в ходе научно-методического обеспечения учебно-тренировочных сборов национальной команды Республики Беларусь по легкой атлетике и ближайшего резерва. Полученные таким образом данные использовались для оценки восстановления организма спортсменов и их готовности приступить к новому рабочему циклу.

Для исследования были выбраны следующие параметры: концентрация мочевины, глюкозы и триглицеридов как показатели белково-азотистого, углеводного и жирового обмена соответственно, активность креатинкиназы (КФК), аспартат- (АСТ) и аланинаминотрансфераз (АЛТ),

а также концентрация железа. Значения вышеуказанных параметров измеряли в сыворотке капиллярной крови, используя наборы реагентов, контрольных и калибровочных материалов производства BioSystems (Испания) на автоматическом биохимическом анализатор BioSystems ВА-200 (Испания). В цельной капиллярной крови измеряли концентрацию гемоглобина и гематокрит с использованием портативного гематологического экспресс-анализатора НемоChroma (Южная Корея).

Спортсмены, принимавшие участие в исследовании, были разделены на группы в соответствии со специализацией. Первую группу составили спортсмены-стайеры (5000 м, 10 000 м, полумарафон, марафон, спортивная ходьба от 5000 м); вторую – спортсмены, специализирующиеся в беге на средние дистанции (800, 1500, 3000, 3000 м с препятствиями), третью – спринтеры (60, 100, 110 м с барьерами, 200, 400 м).

Показатели мужчин и женщин анализировали отдельно. При расчете референтных интервалов исключали результаты обследования лиц, имевших травмы и какие-либо заболевания [3].

Для анализа данных использовали программное обеспечение SPSS Statistics 21, для установления интервалов – непараметрический метод, согласно которому выбросы идентифицируются в квартилях [5]. Рассчитывали значения нижнего Q1 (25 %) и верхнего Q3 (75 %) квартилей, межквартильный размах. Поскольку расчеты проводились на основании данных небольшой выборки спортсменов, разделенных на группы согласно их специализации, то, сталкиваясь с проблемой «выскакивающей» варианты, использовали значения от 10-го до 90-го перцентиля с целью исключить изменения, обусловленные метаболической адаптацией в ответ на нагрузки и связанные с состоянием неполного восстановления [6].

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования представлены в табл. 2. Степень разрушения мышечных белков отражается в изменении концентрации продуктов азотистого обмена в сыворотке крови. Основным показателем состояния азотистого, в первую очередь белкового, обмена является мочевины. Принимая во внимание то, что концентрация мочевины имеет прямую корреляцию с содержанием белка в рационе, необходимо учитывать характер питания и состав фармакологического обеспечения каждого спортсмена. Мочевина – это классический маркер переносимости тренировочных нагрузок, позволяющий оценить влияние различных типов тренировок на течение метаболических реакций [3, 5]. В качестве ориентиров нормальных величин используются значения от 2,5 до 8,2 ммоль/л.

Т а б л и ц а 2. Референтные интервалы отдельных биохимических и гематологических показателей

Table 2. Reference intervals of individual biochemical and hematological parameters

Специализация	Период подготовки	Пол	Ме (25 %; 75 %)	Референтный интервал
Мочевина, ммоль/л				
Длинные дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	5,80 (4,65; 6,60)	4,10–7,20
	Специально-подготовительный		5,20 (4,75; 6,35)	
	Общеподготовительный	Женщины	5,30 (4,40; 6,30)	
	Специально-подготовительный		5,00 (4,50; 5,80)	
	Соревновательный		4,00 (5,20; 6,90)	
Средние дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	5,20 (4,60; 6,10)	3,70–6,80
	Специально-подготовительный		5,30 (4,50; 5,50)	
	Соревновательный		5,99 (5,20; 6,70)	
	Общеподготовительный	Женщины	5,30 (4,50; 6,10)	
	Специально-подготовительный		5,00 (4,20; 6,00)	
	Предсоревновательный		4,90 (4,40; 5,50)	
	Соревновательный		4,90 (4,21; 5,77)	
Короткие дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	5,50 (4,63; 5,15)	4,10–7,15
	Специально-подготовительный		5,30 (5,10; 6,30)	
	Соревновательный		5,60 (5,20; 6,48)	
	Подготовительный	Женщины	4,60 (3,88; 5,70)	
	Соревновательный		5,65 (4,70; 6,71)	
				3,61–7,38

Продолжение табл. 2

Специализация	Период подготовки	Пол	Ме (25 %; 75 %)	Референтный интервал
КФК, Ед/л				
Длинные дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	364,40 (212,35; 693,10)	143,20–838,70
	Специально-подготовительный		214,80 (179,75; 434,75)	
	Общеподготовительный	Женщины	214,80 (179,75; 434,75)	108,40–383,92
	Специально-подготовительный		221,30 (149,70; 311,70)	
	Соревновательный		194,20 (149,70; 256,83)	
Средние дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	265,20 (175,20; 371,00)	136,40–560,60
	Специально-подготовительный		313,70 (202,60; 494,90)	
	Соревновательный		265,55 (188,70; 487,63)	
	Общеподготовительный	Женщины	283,40 (208,30; 466,40)	90,80–384,00
	Специально-подготовительный		201,70 (136,70; 292,98)	
	Предсоревновательный		195,20 (126,35; 310,23)	
	Соревновательный		188,70 (120,45; 273,15)	
Короткие дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	221,00 (136,90; 285,80)	104,10–394,10
	Специально-подготовительный		210,35 (156,58; 388,88)	
	Соревновательный	Женщины	216,80 (174,30; 346,50)	93,89–526,51
	Подготовительный		240,80 (172,45; 321,95)	
АСТ, Е/л				
Длинные дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	38,40 (31,40; 47,10)	24,54–52,40
	Специально-подготовительный		33,20 (24,40; 41,88)	
	Общеподготовительный	Женщины	31,40 (26,20; 38,40)	21,27–47,10
	Специально-подготовительный		33,20 (24,40; 38,40)	
	Соревновательный		34,90 (29,70; 42,10)	
Средние дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	34,90 (29,70; 43,60)	22,70–48,90
	Специально-подготовительный		33,10 (26,20; 40,10)	
	Соревновательный		30,75 (24,40; 38,18)	
	Общеподготовительный	Женщины	29,70 (24,40; 36,70)	20,90–41,90
	Специально-подготовительный		29,70 (26,20; 36,70)	
	Предсоревновательный		31,40 (24,90; 38,40)	
	Соревновательный		27,90 (24,03; 34,90)	
Короткие дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	28,80 (22,70; 36,18)	17,26–36,70
	Специально-подготовительный		27,90 (22,70; 31,40)	
	Соревновательный		24,40 (22,30; 31,40)	
	Подготовительный	Женщины	24,40 (20,45; 29,98)	15,64–40,28
	Соревновательный		24,40 (21,00; 33,20)	
АЛТ, Е/л				
Длинные дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	27,10 (20,40; 38,40)	24,54–52,40
	Специально-подготовительный		22,70 (19,20; 33,20)	
	Общеподготовительный	Женщины	22,70 (15,78; 29,70)	21,27–47,10
	Специально-подготовительный		21,00 (15,70; 24,40)	
	Соревновательный		22,70 (17,50; 31,40)	
Средние дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	24,40 (19,20; 31,40)	22,70–48,90
	Специально-подготовительный		22,70 (17,50; 27,18)	
	Соревновательный		21,00 (15,83; 27,63)	
	Общеподготовительный	Женщины	21,00 (17,40; 26,20)	20,90–41,90
	Специально-подготовительный		19,20 (17,50; 24,40)	
	Предсоревновательный		19,20 (15,70; 24,40)	
	Соревновательный		19,20 (15,70; 23,98)	
Короткие дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	22,00 (19,10; 26,20)	17,26–36,70
	Специально-подготовительный		18,30 (14,00; 24,80)	
	Соревновательный		19,20 (14,25; 23,68)	
	Подготовительный	Женщины	17,70 (14,00; 23,30)	15,64–40,28
	Соревновательный		19,70 (14,00; 24,55)	

Продолжение табл. 2

Специализация	Период подготовки	Пол	Ме (25 %; 75 %)	Референтный интервал
Глюкоза, ммоль/л				
Длинные дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	4,70 (4,20; 5,10)	3,90–5,50
	Специально-подготовительный		4,30 (4,20; 4,68)	
	Общеподготовительный	Женщины	4,30 (4,00; 4,90)	3,80–5,20
	Специально-подготовительный		4,50 (4,00; 4,80)	
	Соревновательный		4,60 (4,10; 4,98)	
Средние дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	4,60 (4,10; 5,00)	3,80–5,50
	Специально-подготовительный		4,70 (4,10; 5,00)	
	Соревновательный		4,80 (4,40; 5,29)	
	Общеподготовительный	Женщины	4,40 (3,80; 4,90)	3,60–5,50
	Специально-подготовительный		4,40 (3,85; 4,95)	
	Предсоревновательный		4,20 (3,70; 4,70)	
	Соревновательный		4,76 (4,20; 5,39)	
Короткие дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	4,90 (4,40; 5,35)	3,80–5,80
	Специально-подготовительный		4,90 (4,30; 5,15)	
	Соревновательный		4,82 (4,10; 5,11)	
	Подготовительный	Женщины	4,66 (4,03; 5,00)	3,80–5,57
	Соревновательный		4,50 (3,80; 5,10)	
Триглицериды, ммоль/л				
Длинные дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	0,74 (0,61; 0,92)	0,51–1,02
	Специально-подготовительный		0,90 (0,85; 0,95)	
	Общеподготовительный	Женщины	0,73 (0,61; 0,95)	0,45–1,20
	Специально-подготовительный		0,85 (0,59; 1,23)	
	Соревновательный		0,61 (0,50; 0,86)	
Средние дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	0,70 (0,55; 0,91)	0,43–1,10
	Специально-подготовительный		0,62 (0,50; 0,85)	
	Соревновательный		0,65 (0,52; 0,90)	
	Общеподготовительный	Женщины	0,69 (0,49; 0,85)	0,41–0,97
	Специально-подготовительный		0,62 (0,50; 0,73)	
	Предсоревновательный		0,57 (0,46; 0,88)	
	Соревновательный		0,71 (0,57; 0,90)	
Короткие дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	0,76 (0,62; 0,98)	0,45–1,10
	Специально-подготовительный		0,81 (0,66; 0,87)	
	Соревновательный		0,78 (0,60; 0,92)	
	Подготовительный	Женщины	0,60 (0,53; 0,99)	0,43–1,20
	Соревновательный		0,59 (0,53; 0,90)	
Железо, мкмоль/л				
Длинные дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	17,60 (16,20; 22,60)	14,52–25,22
	Специально-подготовительный		15,10 (11,49; 18,98)	
	Общеподготовительный	Женщины	16,70 (13,08; 20,35)	10,74–25,30
	Специально-подготовительный		16,30 (12,15; 21,80)	
	Соревновательный		17,05 (15,09; 20,80)	
Средние дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	19,65 (16,25; 23,58)	12,90–27,22
	Специально-подготовительный		18,03 (13,05; 21,95)	12,90–27,22
	Соревновательный		16,51 (15,26; 22,10)	
	Общеподготовительный	Женщины	17,30 (14,45; 22,15)	10,29–24,53
	Специально-подготовительный		16,75 (12,20; 21,95)	
	Предсоревновательный		16,00 (14,19; 19,75)	
	Соревновательный		16,59 (12,61; 18,00)	
Короткие дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	21,30 (16,58; 24,70)	14,00–27,20
	Специально-подготовительный		18,90 (15,82; 22,22)	
	Соревновательный		20,20 (16,60; 24,10)	
	Подготовительный	Женщины	17,10 (15,47; 21,10)	11,46–24,58
	Соревновательный		16,20 (14,23; 22,55)	

Окончание табл. 2

Специализация	Период подготовки	Пол	Ме (25 %; 75 %)	Референтный интервал
Гемоглобин, г/л				
Длинные дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	161,00 (156,25; 166,00)	153,00–170,00
	Специально-подготовительный		167,50 (162,25; 170,00)	
	Общеподготовительный	Женщины	145,00 (137,00; 151,00)	129,50–156,50
	Специальноподготовительный		150,00 (144,50; 154,00)	
	Соревновательный		145,00 (140,00; 149,75)	
Средние дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	160,00 (154,00; 165,00)	147,70–169,00
	Специально-подготовительный		158,00 (153,75; 165,00)	
	Соревновательный		157,00 (152,00; 163,00)	
	Общеподготовительный	Женщины	144,00 (138,00; 150,00)	133,00–154,00
	Специально-подготовительный		143,00 (135,50; 148,50)	
	Предсоревновательный		144,00 (137,00; 148,00)	
	Соревновательный		144,00 (137,25; 149,00)	
Короткие дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	157,00 (152,00; 159,00)	151,60–170,40
	Специально-подготовительный		164,00 (158,00; 169,00)	
	Соревновательный		162,00 (158,75; 167,00)	
	Подготовительный	Женщины	143,00 (138,00; 147,00)	124,00–153,00
	Соревновательный		139,50 (128,25; 148,25)	
Гематокрит, %				
Длинные дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	48,00 (46,20; 49,20)	45,00–51,00
	Специально-подготовительный		49,00 (48,00; 50,00)	
	Общеподготовительный	Женщины	43,00 (40,50; 45,00)	38,02–46,20
	Специально-подготовительный		44,00 (43,00; 45,00)	
	Соревновательный		43,00 (41,00; 44,40)	
Средние дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	47,40 (45,60; 49,00)	44,00–50,00
	Специально-подготовительный		46,80 (45,95; 48,95)	
	Соревновательный		47,10 (45,00; 48,00)	
	Общеподготовительный	Женщины	42,90 (41,00; 44,70)	39,00–46,00
	Специально-подготовительный		42,00 (40,00; 44,00)	
	Предсоревновательный		43,20 (40,00; 44,00)	
	Соревновательный		43,05 (41,10; 44,00)	
Короткие дистанции	Общеподготовительный	Мужчины	46,80 (45,60; 47,70)	45,60–50,70
	Специально-подготовительный		48,60 (47,40; 50,70)	
	Соревновательный		48,15 (46,95; 49,43)	
	Подготовительный	Женщины	42,40 (41,40; 44,10)	37,71–45,90
	Соревновательный		41,10 (38,50; 44,00)	

При рассмотрении данных о референтных интервалах концентрации мочевины для спортсменов всех специализаций установлено, что их значения находятся в границах диапазона клинической нормы и у мужчин более высокие значения, чем у женщин, кроме женщин, специализирующихся в беге на короткие дистанции.

Активность фермента КФК является показателем, имеющим наибольшую вариативность, и в группах всех спортсменов референтные интервалы этого показателя заметно выше, чем интервалы, применяемые в клинической практике. Для спортсменов свойственна повышенная активность КФК в крови, и это обусловлено многими факторами, как связанными непосредственно с физической деятельностью (степень тренированности, процент мышечной массы, количество и качество восстановительных процедур и т. д.), так и генетическими (например, преобладающий тип мышечных волокон). Максимальную активность КФК можно наблюдать через 1–4 сут после выполненной высокоинтенсивной нагрузки, и пик ее активности зависит от типа тренировки, выполненной накануне, а также от индивидуальных особенностей организма. Таким образом, полученные в исследовании референтные интервалы являются критерием адекватного ответа на конкретную нагрузку.

Чрезмерное увеличение активности ферментов АСТ и АЛТ у спортсменов, связанное с нагрузкой, вызывает перенапряжение метаболизма печени, сердца, мышц [7–9]. Самая высокая

граница референтного интервала активности АСТ отмечена у мужчин и женщин в беге на длинные дистанции. Аналогичная ситуация и по активности АЛТ: отличия от референтного интервала у клинически здоровых людей установлены только для спортсменов-стайеров обоего пола.

Референтные интервалы концентрации глюкозы и триглицеридов у всех спортсменов укладывались в интервалы, применяемые для людей, не занимающихся спортом профессионально, однако имели более узкий диапазон, что может свидетельствовать о высокой слаженности обменных процессов в организме спортсменов.

В беговых дисциплинах легкой атлетики, как и во всех циклических видах спорта, важная роль отводится состоянию системы транспорта кислорода, так как физические нагрузки увеличивают потребление кислорода тканями, в первую очередь работающими мышцами.

В ходе исследования установлено, что диапазон референтных интервалов гемоглобина и гематокрита был более узким и смещался к более высоким показателям у всех спортсменов. Референтный интервал концентрации железа также был несколько уже для легкоатлетов всех специализаций, чем для людей, профессионально не занимающихся спортом. Выявленные особенности референтных диапазонов основных показателей кислород-транспортной функции крови отражают адаптационные изменения системы транспорта кислорода у обследуемых спортсменов.

При анализе данных, характеризующих кислород-транспортную функцию крови, прослеживается тенденция к более высоким показателям гемоглобина, гематокрита и железа в течение общеподготовительного и специально-подготовительного периодов, что может быть обусловлено большим объемом тренировок аэробного характера.

В ходе построения тренировочного плана величина нагрузок, выполняемых спортсменами, возрастает от общеподготовительного периода к специально-подготовительному и снижается к предсоревновательному. Уровень мочевины в крови является основным биохимическим показателем, отражающим метаболический ответ организма на нагрузку. Для спортсменов характерна положительная динамика между концентрацией мочевины в крови и величиной физической нагрузки. Так, у всех легкоатлетов не наблюдалось значительных изменений концентрации мочевины в течение разных периодов годичного цикла подготовки (концентрация мочевины находилась в пределах 5,0–5,5 ммоль/л).

Изучение динамики активности КФК на протяжении различных периодов подготовки показало повышенную активность этого фермента в течение общеподготовительного периода, некоторое снижение в специально-подготовительном и предсоревновательном, а в течение соревновательного – наименьшие значения активности, близкие к клинической норме. В течение общеподготовительного периода у некоторых спортсменов могут наблюдаться чрезмерно высокие значения активности КФК – до 2000 Ед/л и выше. Такие результаты служат основанием для внесения коррекции в тренировочную программу, так как длительное перенапряжение мышечного аппарата ведет к травматизму, невосстановлению организма и, как следствие, к снижению результативности на соревнованиях.

Аналогичная ситуация наблюдается у спортсменов всех специализаций и по активности ферментов АСТ и АЛТ. В течение общеподготовительного и специально-подготовительного периодов значения активности ферментов выше и ближе к верхней границе референтного интервала.

В то же время отличий по периодам подготовки для референтных интервалов глюкозы и триглицеридов как у мужчин, так и у женщин не отмечалось. При этом значения вблизи верхних границ референтного диапазона наблюдались у большинства спортсменов в соревновательном периоде. Некоторое снижение концентрации глюкозы и триглицеридов в течение общеподготовительного и специально-подготовительного периодов может быть обусловлено приоритетным количеством объемных аэробных тренировок, в ходе которых значительно тратятся гликоген и липиды.

Заключение. Референтные интервалы характеризуют обменные процессы в организме спортсменов разных специализаций. Наибольшие отличия от норм здоровых людей и широкую вариативность имеют референтные интервалы концентрации КФК. При беге на длинные дистанции верхняя граница референтных интервалов активности АСТ у легкоатлетов (как у мужчин, так и у женщин) несколько выше, чем у здоровых людей. Референтные интервалы активности АЛТ, концентрации глюкозы и триглицеридов имеют более узкий диапазон по сравнению с клинической нормой.

В беговых дисциплинах легкой атлетики, в которых необходимо сохранять скорость на протяжении всей дистанции (бег на длинные и средние дистанции), верхняя граница показателей гемоглобина и гематокрита находится в пределах нормы, нижняя – значительно выше.

Установление и анализ референтных интервалов различных показателей крови для профессиональных спортсменов является важным инструментом в индивидуализации тренировочного процесса, что в конечном итоге позволит снизить риск травматизма и улучшить подготовку и соревновательный результат.

Список использованных источников

1. Nunes, L. A. S. Reference change values of blood analytes from physically active subjects / L. A. S. Nunes, R. Brenzikofer, D. V. Macedo // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2010. – Vol. 110, N 1. – P. 191–198. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1493-8>
2. Muscle damage and inflammatory biomarkers reference intervals from physically active population / L. A. S. Nunes [et al.] // *Clin. Chem.* – 2011. – Vol. 57, suppl. 10. – P. A35.
3. Рыбина, И. Л. Биохимические аспекты оценки адаптации организма высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта к напряженным физическим нагрузкам: дис. ... д-ра биол. наук: 14.03.11 / И. Л. Рыбина. – М., 2016. – 285 л.
4. Евгина, С. А. Современные теория и практика референтных интервалов / С. А. Евгина, Л. И. Савельев // *Лаб. служба.* – 2019. – Т. 8, № 2. – С. 36–44.
5. Клинико-лабораторные критерии состояний переутомления и перенапряжения у спортсменов циклических видов спорта: практ. пособие / Н. В. Шераш [и др.]. – Минск: РНПЦ спорта, 2022. – 32 с.
6. Референтные показатели суточной экскреции с мочой оксалатов, мочевой кислоты и ионов Ca, P, Mg, K, Na, Cl / П. Р. Горбачевский [и др.] // *Охрана материнства и детства.* – 2015. – № 2 (26). – С. 36–39.
7. Определение референтных интервалов биохимических показателей крови с учетом вида спорта при выполнении тренировочных нагрузок различной направленности / И. Л. Гилеп [и др.] // *Прикл. спорт. наука.* – 2021. – № 1 (13). – С. 28–37.
8. Indirect methods for reference interval determination – review and recommendations / G. Jones [et al.] // *Clin. Chem. Lab. Med.* – 2018. – Vol. 57, N 1. – P. 20–29. <https://doi.org/10.1515/cclm-2018-0073>
9. Pedlar, C. R. Blood biomarker profiling and monitoring for high performance physiology and nutrition: current perspectives, limitations and recommendations / C. R. Pedlar, J. Newell, N. A. Lewis // *Sports Med.* – 2019. – Vol. 49, suppl. 2. – P. 185–198. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01158-x>

References

1. Nunes L. A. S., Brenzikofer R., Macedo D. V. Reference change values of blood analytes from physically active subjects. *European Journal of Applied Physiology*, 2010, vol. 110, no. 1, pp. 191–198. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1493-8>
2. Nunes L. A. S., Lazarim F. L., Papaléo F., Hohl R., Brenzikofer R., Macedo D. V. Muscle damage and inflammatory biomarkers reference intervals from physically active population. *Clinical Chemistry*, 2011, vol. 57, suppl. 10, p. A35.
3. Rybina I. L. *Biochemical aspects of assessing the adaptation of the organism of highly qualified athletes of cyclic sports to strenuous physical activity*. Ph. D. Thesis. Moscow, 2016. 285 p. (in Russian).
4. Evgina S. A., Savel'ev L. I. Modern theory and practice of reference ranges. *Laboratornaya sluzhba* [Laboratory service], 2019, vol. 8, no. 2, pp. 36–44 (in Russian).
5. Sherash N. V., Gilep I. L., Budko A. N., Shvedova N. V., Gavrilova S. O. *Clinical and laboratory criteria for states of overfatigue and overstrain in athletes of cyclic sports*. Minsk, Republican Scientific and Practical Center for Sports, 2022. 32 p. (in Russian).
6. Gorbachevskii P. R., Yuraga T. M., Gres' N. A., Nitkin D. M., Solovei O. M. Reference ranges of daily urinary excretion of oxalates, uric acid and ions Ca, P, Mg, K, Na, Cl. *Okhrana materinstva i detstva* [Protection of motherhood and childhood], 2015, no. 2 (26), pp. 36–39 (in Russian).
7. Gilep I. L., Budko A. N., Gavrilova S. O., Kocherina N. V., Shvedova N. V. Determination the reference ranges of biochemical blood values for sport-specific training loads of various kinds. *Prikladnaya sportivnaya nauka* [Applied sports science], 2021, no. 1 (13), pp. 28–37 (in Russian).
8. Jones G., Haeckel R., Loh T. P., Sikaris K., Streichert T., Katayev A., Barth J. H., Ozarda Y. Indirect methods for reference interval determination – review and recommendations. *CCLM*, 2018, vol. 57, no. 1, pp. 20–29. <https://doi.org/10.1515/cclm-2018-0073>
9. Pedlar C. R., Newell J., Lewis N. A. Blood biomarker profiling and monitoring for high performance physiology and nutrition: current perspectives, limitations and recommendations. *Sports Medicine*, 2019, vol. 49, suppl. 2, pp. 185–198. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01158-x>

Информация об авторах

Шведова Наталья Викторовна – науч. сотрудник. Республиканский научно-практический центр спорта (ул. Нарочанская, 8, 220062, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: natalie18shv@gmail.com

Гилеп Ирина Леонидовна – канд. хим. наук, доцент, вед. науч. сотрудник. Республиканский научно-практический центр спорта (ул. Нарочанская, 8, 220062, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: irina.gilep@yandex.by

Information about the authors

Nataliya V. Shvedova – Researcher. Republican Scientific and Practical Center for Sports (8, Narochanskaya Str., 220062, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: natalie18shv@gmail.com

Irina L. Gilep – Ph. D. (Chem.), Associate Professor, Leading Researcher. Republican Scientific and Practical Center for Sports (8, Narochanskaya Str., 220062, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: irina.gilep@yandex.by