



Научно-исследовательский журнал «Modern Humanities Success / Успехи гуманитарных наук»
<https://mhs-journal.ru>

2025, № 3 / 2025, Iss. 3 <https://mhs-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.8.4. Физическая культура и профессиональная физическая подготовка (педагогические науки)

УДК 796.015

Влияние однократных физических нагрузок разной интенсивности на секреторную активность лимфоцитов крови спортсменов

¹ Капустина Е.В., ² Иванова О.А.,

¹ Академия физической культуры и спорта,
Южный федеральный университет,

² Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)

Аннотация: статья посвящена изучению влияния однократных физических нагрузок разной интенсивности на секреторную активность лимфоцитов крови спортсменов разной спортивной специализации. Установлено, что однократные тренировки при физических нагрузках среднего и пикового уровней, у спортсменов, занимающихся аэробикой, футболом и бегом на средние дистанции, вызывают существенные изменения секреторной активности лимфоцитов, которые проявляются в снижении секреции ИЛ-2, ИЛ-6, ИЛ-10, ФНО- α и γ ИФН. Степень нарушения секреторной активности лимфоцитов у спортсменов, независимо от их спортивной специализации, сходна при одинаковом уровне физических нагрузок. Наибольшие нарушения секреторной активности лимфоцитов вызывают однократные тренировки при физических нагрузках пикового уровня. Физические нагрузки порогового уровня при однократной тренировке негативного влияния на секреторную активность лимфоцитов крови у спортсменов разной спортивной специализации не оказывают.

Целью настоящего исследования явилось изучение секреторной активности лимфоцитов периферической крови спортсменов разной спортивной специализации под влиянием однократных тренировок в режимах физических нагрузок порогового, среднего и пикового уровней.

Ключевые слова: физическая нагрузка, лимфоциты, секреторная активность, спорт

Для цитирования: Капустина Е.В., Иванова О.А. Влияние однократных физических нагрузок разной интенсивности на секреторную активность лимфоцитов крови спортсменов // Modern Humanities Success. 2025. № 3. С. 317 – 325.

Поступила в редакцию: 25 декабря 2024 г.; Одобрена после рецензирования: 23 февраля 2025 г.; Принята к публикации: 28 марта 2025 г.

Influence of single physical loads of various intensity on the secretory activity of blood lymphocytes of athletes

¹ Kapustina E.V., ² Ivanova O.A.,

¹ Academy of Physical Education and Sports,
Southern Federal University,

² Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)

Abstract: the article studies the impact of one-time physical loads of varying intensity on the secretory activity of lymphocytes athletes of different sports specialization. Found that a single workout during physical loads average and peak levels in athletes engaged in aerobics, football and ran middle distance, causing significant changes in the secretory activity of lymphocytes, which are shown to reduce the secretion of IL-2, IL-6, IL-10, TNF- α and γ IFN. Degree of impairment of the secretory activity of lymphocytes in athletes, regardless of their sports specialization, similar to the same level of physical activity. The greatest violation of the secretory activity of lymphocytes called once training during physical loads peak level. Physical loads

trigger level in a single training negative effect on the secretory activity of lymphocytes in athletes of different sports specialization do not have.

The aim of this study was to investigate the secretory activity of peripheral blood lymphocytes in athletes of different sports specializations under the influence of single training sessions in threshold, average, and peak levels of physical activity.

Keywords: physical loads, lymphocytes, secretory activity, sport

For citation: Kapustina E.V., Ivanova O.A. Influence of single physical loads of various intensity on the secretory activity of blood lymphocytes of athletes. Modern Humanities Success. 2025. 3. P. 317 – 325.

The article was submitted: December 25, 2024; Approved after reviewing: February 23, 2025; Accepted for publication: March 28, 2025.

Введение

Секреторная активность лимфоцитов играет важную роль в поддержании иммунного гомеостаза и в сохранении здоровья спортсменов на оптимальном уровне, на основе обеспечения оптимальных коммуникативных связей между иммунокомпетентными клетками и обеспечения защитных гуморальных реакций организма [2, 6, 7]. Исследования, проведенные среди атлетов различных спортивных дисциплин, выявили изменения в секреторной функции лимфоцитов крови, обусловленные регулярными длительными физическими нагрузками на протяжении макроцикла тренировок [1-4, 8-12, 14]. Исследователями было продемонстрировано, что интенсивность физических нагрузок прямо коррелирует со степенью подавления секреторной активности лимфоцитов в периферической крови спортсменов [2, 9].

Максимальное подавление секреторной функции лимфоцитов наблюдается при экстремальных нагрузках пикового характера. Нагрузки средней интенсивности вызывают умеренное снижение активности, а пороговые нагрузки оказывают минимальное влияние на секреторную способность лимфоцитов. Примечательно, что уровень секреторной активности лимфоцитов варьируется в зависимости от конкретной фазы тренировочного макроцикла [1, 8, 12].

В периоды соревнований и подготовки, особенно при пиковых нагрузках, отмечается максимальное снижение секреторной функции лимфоцитов. Напротив, в переходной фазе при пороговых нагрузках наблюдается минимальное угнетение секреторной активности [4, 8, 12, 14].

До настоящего времени отсутствуют исследования, посвященные воздействию единичных нагрузок различной интенсивности на секреторную функцию лимфоцитов у спортсменов разных специализаций.

Материалы и методы исследований

В исследовании приняли участие 129 атлетов, представляющих три спортивные дисциплины: аэробику (43 человека), футбол (47 человек) и бег

на средние дистанции (39 человек). Гендерное распределение показало преобладание мужчин – 81 спортсмен (62,8%) против 48 спортсменок (37,2%). В секции аэробики большинство составляли женщины – 31 человек (72,1%), при 12 мужчинах (27,9%). Среди бегунов на средние дистанции соотношение было более равномерным: 22 мужчины (56,4%) и 17 женщин (43,6%). Футбольная секция была представлена исключительно мужчинами. Возрастной диапазон участников варьировался от 18 до 25 лет, со средним показателем $21,7 \pm 1,1$ года.

Анализ спортивного стажа выявил следующую картину: начинающие спортсмены (до 2 лет) – 8 человек (6,2%), от 2,1 до 3 лет тренировок – 49 человек (37,9%), от 3,1 до 4 лет – 65 человек (50,4%), более 5 лет – 7 человек (5,4%). По уровню спортивного мастерства участники распределились так: массовые разряды – 107 атлетов (82,9%), КМС – 13 человек (10,1%), МС – 9 спортсменов (7,0%).

Для сравнительного анализа была сформирована контрольная группа из 45 здоровых добровольцев аналогичного возраста (18-25 лет), не занимающихся спортом профессионально. В нее вошли 28 мужчин (62,2%) и 17 женщин (37,8%).

Оценка интенсивности физических нагрузок в тренировочном цикле производилась путем измерения максимального потребления кислорода (МПК) согласно методике Astard P.O., Ryhming J.A. [6] с использованием номограммы. Расчет уровня нагрузки осуществлялся по формуле: $W = BW \cdot H \cdot T \cdot 1,33$, где W отражает нагрузку (кг·м/мин), BW – массу тела (кг), H – высоту ступени (м), T – частоту подъемов в минуту, а 1,33 представляет коэффициент энергозатрат при спуске.

Выделение лимфоцитов проводилось на градиенте плотности фиколла-верографина ($p=1,076$), используя модифицированный метод Воут [13, 15]. Жизнеспособность клеток, подтвержденная тестом с трипановым синим, достигала 89-93%. Концентрация очищенной суспензии Т-

лимфоцитов была доведена до 2*(9 lg)/л.

Количественное определение цитокинов (ИЛ-2, ИЛ-6, ИЛ-10), ФНО α и γ ИФН в супернатантах культур лимфоцитов выполнялось на автоматическом анализаторе «GBG Star Fax 2100» (Awareness Technology Inc., США) методом иммуноферментного анализа с применением тест-систем производства Gen-Probe Diaclone (Франция). Протокол исследования предусматривал забор проб до и после одиночной тренировки с нагрузками трех уровней (пороговый, средний, пиковый) для каждой спортивной дисциплины - аэробики, футбола и бега на средние дистанции.

Для обработки полученных результатов применялся статистический метод с использованием критерия Стьюдента [5].

Секреторная активность лимфоцитов крови в общей группе спортсменов, занимающихся аэробикой, футболом и бегом на средние дистанции, в зависимости от уровня физических нагрузок в течение тренировки ($M \pm m$).

Secretory activity of blood lymphocytes in the general group of athletes involved in aerobics, football and middle-distance running, depending on the level of physical activity during training ($M \pm m$).

| Показатель пг/мл | Референтная норма (n=45) | Перед тренировкой (n=129) | После тренировки (n=129) |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Физические нагрузки порогового уровня | | | |
| ИЛ-2 | 10,3 \pm 0,6 | 10,4 \pm 0,5 | 10,1 \pm 0,5 |
| ИЛ-6 | 1,9 \pm 0,1 | 2,03 \pm 0,10 | 1,77 \pm 0,09 |
| ИЛ-10 | 1,5 \pm 0,05 | 1,53 \pm 0,08 | 1,43 \pm 0,07 |
| ФНО- α | 3,7 \pm 0,13 | 3,80 \pm 0,19 | 3,43 \pm 0,17 |
| γ -ИФН | 3,2 \pm 0,11 | 3,3 \pm 0,17 | 3,0 \pm 0,15 |
| Физические нагрузки среднего уровня | | | |
| ИЛ-2 | 10,3 \pm 0,6 | 10,2 \pm 0,5 | 8,23 \pm 0,4** |
| ИЛ-6 | 1,9 \pm 0,1 | 2,0 \pm 0,1 | 1,53 \pm 0,08** |
| ИЛ-10 | 1,5 \pm 0,05 | 1,50 \pm 0,08 | 1,29 \pm 0,06* |
| ФНО- α | 3,7 \pm 0,13 | 3,67 \pm 0,18 | 3,14 \pm 0,16* |
| γ -ИФН | 3,2 \pm 0,11 | 3,3 \pm 0,17 | 2,75 \pm 0,14* |
| Физические нагрузки пикового уровня | | | |
| ИЛ-2 | 10,3 \pm 0,6 | 10,3 \pm 0,5 | 7,57 \pm 0,4*** |
| ИЛ-6 | 1,9 \pm 0,1 | 1,9 \pm 0,1 | 1,29 \pm 0,06*** |
| ИЛ-10 | 1,5 \pm 0,05 | 1,6 \pm 0,08 | 1,30 \pm 0,06* |
| ФНО- α | 3,7 \pm 0,13 | 3,8 \pm 0,2 | 3,11 \pm 0,16* |
| γ -ИФН | 3,2 \pm 0,11 | 3,3 \pm 0,17 | 2,47 \pm 0,12*** |

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ по сравнению с показателями референтной нормы.

Note: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ compared with the reference norm values.

Анализ данных, отраженных в табл. 1, демонстрирует, что до начала тренировок секреция всех исследуемых медиаторов лимфоцитами, выделенными из крови спортсменов, не выходила за границы референтных значений. Этот факт оставался неизменным независимо от того, какой интенсивности нагрузка планировалась в последующей тренировке.

Результаты и обсуждения

Проведенное исследование показало, что разовые тренировочные нагрузки оказывают воздействие на способность лимфоцитов периферической крови к секреции у спортсменов всех исследуемых дисциплин - аэробики, футбола и бега на средние дистанции. Примечательно, что интенсивность этого влияния напрямую коррелирует с уровнем физической нагрузки, которой подвергались атлеты во время единичной тренировки.

Сводные данные об изменениях секреторной активности лимфоцитов периферической крови для всей исследуемой группы спортсменов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

Повторное исследование секреторной функции лимфоцитов после тренировочного воздействия выявило существенную динамику показателей, но только в случаях, когда спортсмены подвергались нагрузкам среднего и пикового уровней. При этом единичные тренировки с пороговыми нагрузками не привели к значимым изменениям в секреторной активности лимфоцитов.

Более детальный анализ результатов исследования секреторной функции лимфоцитов у спортсменов общей группы, в зависимости от уровня физических нагрузок при тренировке, позволил отметить следующее.

В группе спортсменов, тренировавшихся в режиме физических нагрузок порогового уровня, нестимулированная секреция ИЛ-2 лимфоцитами периферической крови составила в среднем после тренировки $10,1 \pm 0,5$ пг/мл, что оказалось несущественно (в 1,02 раза) ниже показателя референтной нормы. Для нестимулированной секреции ИЛ-6 подобная степень снижения составила 1,07 раза, для ИЛ-10 – 1,05 раза, а для ФНО α и γ ИФН – 1,08 и 1,07 раза, соответственно ($p > 0,05$ во всех приведенных сопоставлениях).

Проведение однократной тренировки в режиме физических нагрузок среднего уровня, значительно снижало секреторную активность лимфоцитов крови спортсменов общей группы.

Детальный анализ показал, что после тренировки со средним уровнем нагрузки секреция ИЛ-2 лимфоцитами снизилась с $10,2 \pm 0,5$ пг/мл до $8,23 \pm 0,4$ пг/мл, что составило уменьшение в 1,24 раза относительно исходного уровня и в 1,25 раза ниже референтной нормы ($p < 0,01$ для обоих сравнений). Продукция ИЛ-6 также продемонстрировала значительное снижение – до $1,53 \pm 0,08$ пг/мл, что оказалось в 1,31 раза ниже исходного показателя и в 1,24 раза ниже нормативных значений ($p < 0,01$).

Другие исследуемые медиаторы показали менее выраженное снижение секреции. После воздействия нагрузок среднего уровня секреция ИЛ-10 уменьшилась в 1,16 раза как относительно референтной нормы, так и исходного уровня ($p < 0,05$). Секреция ФНО α снизилась в 1,18 и 1,17 раза соответственно, а γ ИФН – в 1,16 и 1,2 раза ($p < 0,05$ для всех сравнений).

В отличие от пороговых нагрузок, которые не вызывали существенных изменений, нагрузки среднего уровня привели к значимому подавлению секреции всех исследуемых медиаторов (ИЛ-2, ИЛ-6, ФНО α и γ ИФН) лимфоцитами периферической крови спортсменов различных специализаций.

Согласно данным табл. 1, максимальное угнетение секреторной активности лимфоцитов наблюдалось после однократных тренировок с пиковыми нагрузками.

После проведения однократной тренировки в пиковом режиме физических нагрузок нестимулированная секреция ИЛ-2 лимфоцитами оказалась в 1,36 раза ниже референтной нормы и исходного уровня секреции данного медиатора перед тренировкой ($p < 0,001$), а также было в 1,09 ($p > 0,05$) и в 1,33 раза ($p < 0,001$) ниже аналогичных уровней секреции ИЛ-2, зарегистрированных после тренировок со средним и пороговым уровнем физических нагрузок, соответственно.

Сходные изменения наблюдались и в отношении секреции ИЛ-6 и γ ИФН.

Однократная тренировка в режиме физических нагрузок пикового уровня вызывала снижение секреции ИЛ-6 лимфоцитами в 1,47 раза, против аналогичных показателей референтной нормы и исходного уровня секреции перед тренировкой ($p < 0,001$ в обоих случаях). При сравнении уровней секреции ИЛ-6 после тренировок различной интенсивности выявлено снижение в 1,19 раза относительно нагрузок среднего уровня ($p < 0,05$) и в 1,37 раза относительно пороговых нагрузок ($p < 0,001$).

Секреция γ ИФН после пиковых нагрузок снизилась до $2,47 \pm 0,12$ пг/мл, что на 30% ниже референтной нормы ($p < 0,001$). В сравнении с другими режимами тренировок этот показатель был ниже на 11% ($p > 0,05$) относительно средних нагрузок и на 21% ($p < 0,05$) относительно пороговых.

Влияние пиковых нагрузок на секрецию ИЛ-10 и ФНО α было сопоставимо с эффектом от нагрузок среднего уровня. После пиковых нагрузок секреция ИЛ-10 снизилась в 1,15 раза, а ФНО α – в 1,19 раза относительно референтной нормы ($p < 0,05$ для обоих показателей).

Обобщая полученные данные, можно заключить, что однократные тренировки с пиковыми нагрузками оказывают наиболее выраженное супрессивное действие на секреторную активность лимфоцитов периферической крови у спортсменов всех исследуемых дисциплин (аэробика, футбол, бег на средние дистанции) по сравнению с нагрузками среднего и порогового уровней.

Детальный анализ влияния различных тренировочных режимов на секреторную функцию лимфоцитов с учетом спортивной специализации атлетов представлен в табл. 2-4.

Таблица 2

Секреторная активность лимфоцитов крови спортсменов, занимающихся аэробикой, в зависимости от уровня физических нагрузок в течение тренировки ($M\pm m$).

Table 2

Secretory activity of blood lymphocytes of athletes engaged in aerobics, depending on the level of physical activity during training ($M\pm m$).

| Показатель пг/мл | Референтная норма (n=45) | Перед тренировкой (n=43) | После тренировки (n=43) |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Физические нагрузки порогового уровня | | | |
| ИЛ-2 | 10,3±0,6 | 10,5±0,5 | 10,2±0,5 |
| ИЛ-6 | 1,9±0,1 | 2,1±0,1 | 1,8±0,09 |
| ИЛ-10 | 1,5±0,05 | 1,6±0,08 | 1,4±0,07 |
| ФНО- α | 3,7±0,13 | 3,7±0,15 | 3,5±0,18 |
| γ -ИФН | 3,2±0,11 | 3,3±0,17 | 3,1±0,16 |
| Физические нагрузки среднего уровня | | | |
| ИЛ-2 | 10,3±0,6 | 10,3±0,5 | 8,4±0,4* |
| ИЛ-6 | 1,9±0,1 | 1,9±0,1 | 1,59±0,08* |
| ИЛ-10 | 1,5±0,05 | 1,6±0,08 | 1,35±0,07 |
| ФНО- α | 3,7±0,13 | 3,5±0,18 | 3,24±0,16* |
| γ -ИФН | 3,2±0,11 | 3,2±0,16 | 2,84±0,14* |
| Физические нагрузки пикового уровня | | | |
| ИЛ-2 | 10,3±0,6 | 10,2±0,5 | 7,9±0,4** |
| ИЛ-6 | 1,9±0,1 | 2,0±0,1 | 1,39±0,07** |
| ИЛ-10 | 1,5±0,05 | 1,7±0,09 | 1,33±0,07* |
| ФНО- α | 3,7±0,13 | 3,9±0,2 | 3,12±0,16** |
| γ -ИФН | 3,2±0,11 | 3,5±0,15 | 2,6±0,13*** |

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ по сравнению с показателями референтной нормы.

Note: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ compared with the reference norm values.

Таблица 3

Секреторная активность лимфоцитов крови спортсменов, занимающихся футболом, в зависимости от уровня физических нагрузок в течение тренировки ($M\pm m$).

Table 3

Secretory activity of blood lymphocytes of athletes involved in football, depending on the level of physical activity during training ($M\pm m$).

| Показатель пг/мл | Референтная норма (n=45) | Перед тренировкой (n=47) | После тренировки (n=47) |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Физические нагрузки порогового уровня | | | |
| ИЛ-2 | 10,3±0,6 | 10,2±0,5 | 10,0±0,5 |
| ИЛ-6 | 1,9±0,1 | 2,0±0,1 | 1,7±0,09 |
| ИЛ-10 | 1,5±0,05 | 1,45±0,07 | 1,4±0,07 |
| ФНО- α | 3,7±0,13 | 3,9±0,19 | 3,4±0,17 |
| γ -ИФН | 3,2±0,11 | 3,5±0,18 | 2,9±0,15 |
| Физические нагрузки среднего уровня | | | |
| ИЛ-2 | 10,3±0,6 | 10,1±0,5 | 8,0±0,4** |
| ИЛ-6 | 1,9±0,1 | 1,8±0,09 | 1,5±0,08** |
| ИЛ-10 | 1,5±0,05 | 1,4±0,07 | 1,26±0,06** |
| ФНО- α | 3,7±0,13 | 3,8±0,2 | 3,05±0,15** |
| γ -ИФН | 3,2±0,11 | 3,4±0,12 | 2,65±0,13** |

Продолжение таблицы 3
Continuation of Table 3

| Физические нагрузки пикового уровня | | | |
|-------------------------------------|----------|----------|--------------|
| ИЛ-2 | 10,3±0,6 | 10,2±0,5 | 7,3±0,4*** |
| ИЛ-6 | 1,9±0,1 | 1,9±0,1 | 1,12±0,06*** |
| ИЛ-10 | 1,5±0,05 | 1,6±0,08 | 1,28±0,06** |
| ФНО- α | 3,7±0,13 | 3,8±0,19 | 3,09±0,15** |
| γ -ИФН | 3,2±0,11 | 3,1±0,16 | 2,4±0,12*** |

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ по сравнению с показателями референтной нормы.
Note: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ compared with the reference norm values.

Таблица 4
Секреторная активность лимфоцитов крови спортсменов, занимающихся бегом на средние дистанции, в зависимости от уровня физических нагрузок в течение тренировки ($M \pm m$).

Table 4
Secretory activity of blood lymphocytes of athletes engaged in middle-distance running, depending on the level of physical activity during training ($M \pm m$).

| Показатель пг/мл | Референтная норма (n=45) | Перед тренировкой (n=39) | После тренировки (n=39) |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Физические нагрузки порогового уровня | | | |
| ИЛ-2 | 10,3±0,6 | 10,4±0,5 | 10,1±0,5 |
| ИЛ-6 | 1,9±0,1 | 2,0±0,1 | 1,80±0,09 |
| ИЛ-10 | 1,5±0,05 | 1,55±0,08 | 1,50±0,08 |
| ФНО- α | 3,7±0,13 | 3,80±0,19 | 3,41±0,17 |
| γ -ИФН | 3,2±0,11 | 3,10±0,16 | 3,0±0,15 |
| Физические нагрузки среднего уровня | | | |
| ИЛ-2 | 10,3±0,6 | 10,2±0,5 | 8,3±0,4** |
| ИЛ-6 | 1,9±0,1 | 2,2±0,11 | 1,50±0,08** |
| ИЛ-10 | 1,5±0,05 | 1,50±0,08 | 1,30±0,07* |
| ФНО- α | 3,7±0,13 | 3,70±0,18 | 3,15±0,16* |
| γ -ИФН | 3,2±0,11 | 3,30±0,16 | 2,77±0,14* |
| Физические нагрузки пикового уровня | | | |
| ИЛ-2 | 10,3±0,6 | 10,5±0,5 | 7,5±0,4*** |
| ИЛ-6 | 1,9±0,1 | 1,80±0,09 | 1,25±0,06*** |
| ИЛ-10 | 1,5±0,05 | 1,51±0,08 | 1,31±0,06* |
| ФНО- α | 3,7±0,13 | 3,70±0,19 | 3,11±0,16** |
| γ -ИФН | 3,2±0,11 | 3,30±0,17 | 2,42±0,14*** |

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ по сравнению с показателями референтной нормы.

Note: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$ compared with the reference norm values.

Анализ данных, представленных в табл. 2-4, показывает, что однократные тренировки с пороговыми нагрузками не вызывали значимых изменений секреторной активности лимфоцитов периферической крови у спортсменов всех исследуемых дисциплин. Однако при переходе к нагрузкам среднего уровня наблюдалось подавление секреторной функции лимфоцитов, причем наиболее выраженные изменения зафиксированы у футболистов по сравнению с бегунами на средние дистанции и спортсменами, занимающимися аэробикой.

При воздействии нагрузок среднего уровня

секреция ИЛ-2 снизилась относительно референтной нормы: у представителей аэробики – в 1,23 раза ($p < 0,05$), у футболистов – в 1,29 раза, у бегунов – в 1,24 раза ($p < 0,01$ для обеих групп). При этом абсолютные значения секреции ИЛ-2 статистически значимо не различались между группами спортсменов разных специализаций.

Секреция ИЛ-6 после тренировок средней интенсивности у спортсменов-аэробистов снизилась до $1,59 \pm 0,08$ пг/мл, что в 1,19 раза ниже референтной нормы ($p < 0,05$). У футболистов и бегунов на средние дистанции отмечено более выраженное снижение – в 1,27 раза ($p < 0,01$ для обеих групп).

Однако средние показатели секреции ИЛ-6 между группами спортсменов разных специализаций существенно не отличались.

У спортсменов, занимающихся аэробикой, однократная тренировка в режиме средних физических нагрузок не вызывала значимого снижения секреции лимфоцитами ИЛ-10 (степень уменьшения против референтной нормы – 1,11 раза, $p>0,05$). Напротив, в группах спортсменов-футболистов и спортсменов-бегунов на средние дистанции подобная кратность падения секреции ИЛ-10 составила 1,19 ($p<0,01$) и 1,15 ($p<0,05$) раза. Абсолютные показатели секреции ИЛ-10 во всех трёх анализируемых группах спортсменов существенных различий между собой не имели.

Под влиянием однократной тренировки в режиме физических нагрузок среднего уровня нестимулированная секреция ФНО α лимфоцитами у спортсменов, занимающихся аэробикой, составила в среднем $3,24\pm0,16$ пг/мл, против $3,7\pm0,13$ пг/мл для референтной нормы (степень снижения – 1,14 раза, $p<0,05$). В группе спортсменов-футболистов подобная кратность изменения секреции ФНО α составила 1,21 раза ($p<0,01$), а у спортсменов-бегунов на средние дистанции – 1,17 раза ($p<0,05$). Как и в случае с ИЛ-2, ИЛ-6 и ИЛ-10, абсолютные уровни секреции во всех трёх группах спортсменов достоверной разницы не имели.

Секреция γ ИФН в культурах лимфоцитов периферической крови под влиянием однократной тренировки с физическими нагрузками среднего уровня у спортсменов, занимающихся аэробикой, снижалась, относительно референтной нормы в 1,13 раза ($p<0,05$), тогда как у спортсменов-бегунов на средние дистанции она оказалась сниженной в 1,21 и в 1,16 раза, соответственно ($p<0,01$ и 0,05). Абсолютные показатели секреции γ ИФН в указанных группах спортсменов существенных различий между собой не имели.

Таким образом, физические нагрузки среднего уровня при однократных тренировках, у спортсменов, занимающихся аэробикой, футболом и бегом на средние дистанции, существенно угнетают секреторную активность лимфоцитов периферической крови, что проявляется уменьшением нестимулированной секреции ИЛ-2, ИЛ-6, ИЛ-10, ФНО α и γ ИФН. Спортивная специализация спортсменов существенного влияния на секреторную функцию лимфоцитов не оказывает.

Проведение однократных тренировок в режиме физических нагрузок пикового уровня вызывало усиление недостаточности секреторной активности лимфоцитов крови у спортсменов всех наблюдаемых групп. Тем не менее, как и в случае с физическими нагрузками среднего уровня, абсолют-

ные показатели секреции медиаторов лимфоцитами при пиковых физических нагрузках у спортсменов разной специализации существенно не различались.

После однократной тренировки с пиковыми нагрузками уровень секреции ИЛ-2 лимфоцитами варьировался в зависимости от спортивной специализации: у представителей аэробики он составил $7,9\pm0,4$ пг/мл, у футболистов – $7,3\pm0,4$ пг/мл, у бегунов на средние дистанции – $7,5\pm0,4$ пг/л. По сравнению с референтной нормой наблюдалось снижение в 1,3 раза для аэробики ($p<0,01$), в 1,41 раза для футбола и в 1,37 раза для бегунов ($p<0,001$ в обоих случаях). При этом межгрупповые различия в абсолютных показателях секреции ИЛ-2 не достигли статистической значимости.

Воздействие пиковых нагрузок на секрецию ИЛ-6 проявилось неравномерно среди различных спортивных дисциплин. У спортсменов, практикующих аэробику, отмечено снижение в 1,37 раза относительно референтной нормы ($p<0,01$). Более выраженное подавление секреции наблюдалось у футболистов – в 1,7 раза и у бегунов на средние дистанции – в 1,52 раза ($p<0,001$ для обеих групп). При этом абсолютный уровень секреции ИЛ-6 у спортсменов-футболистов оказался достоверно ниже такового у спортсменов, занимающихся аэробикой, но не имел существенной разницы с уровнем секреции ИЛ-6 в группе спортсменов-бегунов на средние дистанции.

Сходные степени снижения секреции в наблюдаемых группах спортсменов после однократной тренировки с пиковыми физическими нагрузками были зарегистрированы и для ИЛ-10. У спортсменов, занимающихся аэробикой, кратность снижения указанного медиатора против референтной нормы составила 1,13 раза ($p<0,05$), у спортсменов-футболистов – 1,17 раза ($p<0,01$), а у спортсменов-бегунов – 1,15 раза ($p<0,05$). При этом значимой разницы между абсолютными показателями секреции ИЛ-10 в сравниваемых группами спортсменов не выявлено.

После воздействия пиковых нагрузок секреция γ ИФН лимфоцитами у спортсменов-аэробистов снизилась до $2,6\pm0,13$ пг/мл, что в 1,23 раза ниже референтной нормы ($p<0,001$). У футболистов и бегунов на средние дистанции отмечено более выраженное снижение – в 1,33 раза ($p<0,001$ для обеих групп). Существенных различий в абсолютных значениях секреции γ ИФН между группами не выявлено.

Обобщая полученные результаты, можно заключить, что степень влияния однократных тренировок на секреторную активность лимфоцитов периферической крови прямо пропорциональна

уровню физической нагрузки. При этом пороговые нагрузки вызывают минимальные изменения, нагрузки среднего уровня приводят к умеренным сдвигам, а пиковые нагрузки оказывают максимальное супрессивное действие на секрецию всех исследуемых медиаторов.

Важно отметить, что спортивная специализация не оказывает существенного влияния на характер изменений секреторной функции лимфоцитов при одинаковом уровне нагрузок.

Полученные результаты коррелируют с данными предыдущих исследований, изучавших влияние систематических длительных тренировок различной интенсивности на спортсменов других специализаций [1-4, 7-12, 14].

Выводы

Однократные тренировки при физических

нагрузках среднего и пикового уровней, у спортсменов, занимающихся аэробикой, футболом и бегом на средние дистанции, вызывают существенные изменения секреторной активности лимфоцитов, которые проявляются в снижении секреции ИЛ-2, ИЛ-6, ИЛ-10, ФНО- α и γ ИФН. Степень нарушения секреторной активности лимфоцитов, независимо от их спортивной специализации, сходна при одинаковом уровне физических нагрузок. Наибольшие нарушения секреторной активности лимфоцитов вызывают однократные тренировки при физических нагрузках пикового уровня. Физические нагрузки порогового уровня при однократной тренировке негативного влияния на секреторную активность лимфоцитов крови у спортсменов разной спортивной специализации не оказывают.

Список источников

1. Андреева В.В. Патогенетические особенности развития иммунных и метаболических нарушений у спортсменов, занимающихся греко-римской борьбой, и их коррекция антиоксидантами: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Луганск, 2009. 18 с.
2. Гайдаш И.С., Гаврилин В.А., Ушаков А.В., Андреева В.В. Реакции системы крови у спортсменов, занимающихся греко-римской борьбой: монография. Луганск: Луганский государственный медицинский университет, 2009. 192 с.
3. Галлий С.М. Влияние физических нагрузок тренировочного процесса на состояние иммунных и метаболических показателей у спортсменов, занимающихся паверлифтингом: автореф. дис. ... канд. биолог. наук. Луганск, 2007. 16 с.
4. Глазков Е.С. Роль интенсивных физических нагрузок в возникновении метаболических и иммунных нарушений организма и коррекция их кверцетином: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Луганск, 2009. 16 с.
5. Пятый Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. 459 с.
6. Дубровский В.И. Спортивная физиология. М.: Гуманитар. Изд. Центр ВЛАДОС, 2005. 462 с. : ил. (учеб. для сред. и высш. учеб. заведен по физ. культуре).
7. Коган А.С., Савельева В.В. Иммунорезистентность и состояние здоровья спортсменов при повышенных физических нагрузках циклического характера // Теория и практика физической культуры. 2007. № 1. С. 30 – 32.
8. Ляпин В.П. Реакции системы крови у борцов. Луганск, 2003. 160 с.
9. Флегонтовой В.В., Шейко В.В., Ясько В.И. и др. Метаболические, иммунные и гематологические изменения у спортсменов разных специализаций (рукопашный бой, борьба дзюдо, бодибилдинг) и их коррекция. Луганск: СПД Резников В.С., 2012. 112с.
10. Гаврилин В.А., Казимирко Н.К., Смирнов С.Н. и др. Нарушения иммунного и метаболического статуса спортсменов в течение тренировочного процесса и их коррекция. Луганск: СПД Резников В.С., 2010. 200 с.
11. Ступченко С.И. Коррекция с помощью антиоксидантов и энтеросорбентов для изменения иммунных показателей спортсменов, занимающихся греко-римской борьбой // Украинский журнальчик клинической и лабораторной медицины. 2008. № 3. С. 61 – 65.
12. Ушаков А.В. Воздействие физических нагрузок на популяционный состав и функциональную активность лимфоцитов периферической крови борцов дзюдо в динамике тренировочного макроцикла // Общая патология и патологическая физиология. 2007. № 3. С. 91 – 98.
13. Хейфец Л.Б., Абалакина В.А. Разделение форменных частей крови человека в градиенте плотности верографин-фиксоля // Лабораторное дело. 1973. № 10. С. 579 – 581.
14. Ясько Г.В. Воздействие силовых тренировок на адаптационные возможности иммунной и метаболической систем спортсменов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Луганск, 2012. С. 16.
15. Бёюм А. Выделение мононуклеарных клеток и гранулоцитов из крови человека // Скандинавский журнал клинических лабораторных исследований. 1968. № 97. С. 77 – 89.

References

1. Andreeva V.V. Pathogenetic features of development of immune and metabolic disorders in athletes engaged in Greco-Roman wrestling, and their correction by antioxidants: author's abstract. dis. ... candidate of medical sciences. Lugansk, 2009. 18 p.
2. Gaidash I.S., Gavrilin V.A., Ushakov A.V., Andreeva V.V. Reactions of the blood system in athletes engaged in Greco-Roman wrestling: monograph. Lugansk: Lugansk State Medical University, 2009. 192 p.
3. Gallium S.M. Influence of physical loads of the training process on the state of immune and metabolic parameters in athletes engaged in powerlifting: author's abstract. dis. ... candidate of biological sciences. Lugansk, 2007. 16 p.
4. Glazkov E.S. The role of intense physical activity in the occurrence of metabolic and immune disorders of the body and their correction with quercetin: author's abstract. diss. ... candidate of medical sciences. Lugansk, 2009. 16 p.
5. Pyatyi Glanz S. Medical and biological statistics. Moscow: Praktika, 1998. 459 p.
6. Dubrovsky V.I. Sports physiology. Moscow: Humanitarian. Publishing Center VLADOS, 2005. 462 p. : ill. (textbook for secondary and higher educational institutions established in physical education).
7. Kogan A.S., Savyelyeva V.V. Immunoresistance and health status of athletes with increased physical activity of a cyclic nature. Theory and practice of physical education. 2007. No. 1. P. 30 – 32.
8. Lyapin V.P. Blood system reactions in wrestlers. Lugansk, 2003. 160 p.
9. Flegontovoy V.V., Sheiko V.V., Yasko V.I. et al. Metabolic, immune and hematological changes in athletes of different specializations (hand-to-hand combat, judo wrestling, bodybuilding) and their correction. Lugansk: SPD Reznikov V.S., 2012. 112 p.
10. Gavrilin V.A., Kazimirko N.K., Smirnov S.N. et al. Disturbances in the immune and metabolic status of athletes during the training process and their correction. Lugansk: SPD Reznikov V.S., 2010. 200 p.
11. Stupchenko S.I. Correction with antioxidants and enterosorbents to change the immune parameters of athletes involved in Greco-Roman wrestling. Ukrainian journal of clinical and laboratory medicine. 2008. No. 3. P. 61 – 65.
12. Ushakov A.V. Impact of physical activity on the population composition and functional activity of peripheral blood lymphocytes of judo wrestlers in the dynamics of the training macrocycle. General pathology and pathological physiology. 2007. No. 3. P. 91 – 98.
13. Kheifets L.B., Abalakina V.A. Separation of human blood formed parts in the verografin-ficoll density gradient. Laboratory work. 1973. No. 10. P. 579 – 581.
14. Yasko G.V. Impact of strength training on the adaptive capabilities of the immune and metabolic systems of athletes: author's abstract. diss. ... candidate of biological sciences. Lugansk, 2012. P. 16.
15. Boyum A. Isolation of mononuclear cells and granulocytes from human blood. Scandinavian journal of clinical laboratory research. 1968. No. 97. P. 77 – 89.

Информация об авторах

Капустина Е.В., кандидат биологических наук, доцент, Академия физической культуры и спорта, Южный федеральный университет

Иванова О.А., старший преподаватель, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)

© Капустина Е.В., Иванова О.А., 2025