

РОЛЬ НЕЙРОЭНДОКРИННОГО И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СПОРТСМЕНОВ В ФОРМИРОВАНИИ УСПЕШНОЙ СПОРТИВНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

*Светлана О. Гаврилова-Максимчик¹,
Светлана Г. Пашкевич², Янина А. Песоцкая³*

РЕЗЮМЕ

В данном исследовании проведен корреляционный анализ некоторых гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и индекса соотношения нейтрофилов к лимфоцитам с психофизиологическими показателями призеров и участников международных соревнований по гребле академической ($n = 33$). Результаты эксперимента показали, что высокого мастерства в гребле академической достигают гребцы, имеющие наличие достоверных связей между уровнями гормонов и психофизиологическими показателями. Установлено, что группа призеров соревнований, как у мужчин, так и у женщин имеет более сильные корреляционные связи с уровнями гормонов и индексом соотношения нейтрофилов к лимфоцитам (ИСНЛ), чем группа участников соревнований. ИСНЛ значимо выше в группе призеров соревнований и не зависит от пола. Выявленные закономерности можно использовать для прогнозирования возможных спортивных результатов в академической гребле.

¹Институт физиологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь, ¹ГУ «РНПЦ спорта», Минск, Республика Беларусь, ²Институт физиологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь. ³УО «Белорусский государственный университет физической культуры», Минск, Республика Беларусь.

Ключевые слова: нейроэндокринный статус; профессиональные спортсмены; выносливость; нейтрофилы; лимфоциты; сенсомоторная реакция; успешность соревновательной деятельности.

Cite: Gavrilova-Maksimchik S.O, Pashkevich S.G, Pesotskaya Ya.A. The role of neuroendocrine and psychophysiological status of professional athletes in the formation of successful sports implementation. *Cauc J Med & Psychol Sci.* 2024; V.2 (№ 1-2): 63-80; DOI 10.61699/cjmps-v2-i3-4-p63-80 (in Russian)

В спорте высших достижений, как и в других видах профессиональной деятельности, особо важным является наличие или отсутствие конкретных психологических качеств. Особенно важны такие свойства личности, как самообладание, степень психологической устойчивости, уровень мотивации и стремление к успеху. Эти качества являются весьма значимыми в экстремальной профессиональной сфере, которая связана с высокими физическими и эмоциональными воздействиями.

Изучение статуса психофизиологического состояния спортсменов имеет важное значение, где двигательные навыки непосредственно связаны с психофизиологическими характеристиками. Успешная соревновательная реализация часто зависит от концентрации внимания каждого атлета, способности адекватно оценивать принимаемые решения, умению грамотно корректировать свои действия по ходу прохождения дистанции, игры, поединка.

Известно, что перенапряжение проявляется изначально в функциональном изменении центральной нервной системы (ЦНС), а после отражается на работе скелетной мускулатуры. Таким образом, снижение энергетического обеспечения работы коры головного мозга, которое влечет за собой ухудшение психической работоспособности начинается намного раньше, чем снижение физической работоспособности. Следовательно, для получения более точной информации о степени продуктивности спортсменов в данный

момент необходимо изучать психофизиологические особенности работоспособности и напряжения.

Подвижность нервных процессов играет большую роль во время принятия решений в изменяющихся условиях, что необходимо для успешной реализации соревновательной деятельности [1-2]. В циклических видах спорта подвижность нервных процессов непосредственно влияет на способность формирования вариативного двигательного стереотипа. От скорости сенсомоторного реагирования, которое определяет степень функционального состояния центральной нервной системы, часто зависит исход состязаний.

Главенствующую роль в развитии состояния перенапряжения во всех видах спорта играет нервная система. Изучение влияния гормональной активности на функции головного мозга, участие гормонов в формировании психического статуса, памяти, особенностей поведения и обучения, остается одним из важных аспектов в области психоэндокринологии. Головной мозг, как и гонады, надпочечники, является нейроэндокринным органом. Стероидные гормоны как универсальные биологические регуляторы принимают участие в контроле практически всех физиологических функций организма. Накоплен большой объем экспериментальных данных, свидетельствующих о роли гормональной активности не только в репродуктивном поведении, но и влиянии на другие, не связанные с половым поведением формы [3-4].

Половые стероиды играют важную роль в функционировании не только репродуктивной, но и центральной нервной системы. Концентрации эстрогенов, тестостерона и прогестерона в ткани головного мозга выше, чем в крови и жировой ткани, что говорит о значимости влияния этих гормонов на работу ЦНС [5-7]. Такой вид спорта как академическая гребля включает в себя определенный набор тактических и технических сложных параметров, где необходимо проявление физических навыков, а также психической концентрации, устойчивости внимания и высокой степени помехоустойчивости при выполнении заданной работы. В связи с этим необходимо уделять особое внимание психофизиологическому статусу гребцов-академистов.

На сегодняшний день комплексным маркером успешности в спортивной деятельности является скорость сенсомоторной реакции, которая отражает степень адаптационных возможностей организма спортсмена и прямо зависит от физиологической подвижности нервных процессов [8-11].

Часто в видах спорта на выносливость особый интерес представляет содержание гемоглобина в крови, а также размер эритроцитов и содержание их в гемоглобине, потому как эти форменные элементы играют центральную роль в доставке кислорода. Однако, следует отметить, что лейкоциты, играя защитную роль в организме тоже косвенно способствуют работоспособности, поддерживая организм спортсмена в благоприятном состоянии (без инфекций) для выполнения тренировок.

Несмотря на то, что количество лейкоцитов, нейтрофилов и лимфоцитов получают в то же время и из той же пробы крови, что и информацию о содержании гемоглобина и эритроцитов, информации о количестве лейкоцитов уделяют мало внимания.

Определить состояние функции иммунной системы организма спортсмена можно посредством анализа крови. Согласно методике, разработанной Л. Х. Гаркави, важным информативным маркером в оценке степени напряженности адаптационных процессов по лейкограмме считается относительное число лимфоцитов. На основании этого факта им были разработаны неспецифические адаптационные реакции организма (НАРО): реакции стресса, тренировки, спокойной активации, повышенной активации и переактивации [12].

В свою очередь Г. А. Макарова и соавт. [13] определили критерии типов НАРО, разработанные применительно к спортсменам, для использования в практике медико-биологического мониторинга.

Сегодня ИСНЛ широко используется практически во всех медицинских дисциплинах как надежный и легкодоступный маркер иммунного ответа на различные инфекционные и неинфекционные стимулы. В клинической практике широко используется индекс соотношения нейтрофилов и лимфоцитов, как биомаркер системного воспаления. В исследованиях [14-15] доказано, что данное соотношение коррелирует с количественным содержанием С-реактивного белка,

данный метод является дорогим и неудобным, в то время как отношение нейтрофилов и лимфоцитов рассчитывается при каждом гематологическом исследовании.

Исследование зарубежных ученых [16] свидетельствует, что ИСНЛ представляет собой интегративный экономичный маркер для установления клеточных иммунных изменений. Изучая роль воспаления в работе сердечно-легочной системы, исследователи отметили, что у пациентов с более высоким значением индекса соотношения нейтрофилов к лимфоцитам были установлены более низкие значения достижения порога анаэробного обмена и что данное соотношение клеток в предоперационный период было прямо связано с их значениями анаэробного порога [17]. Данный факт подтверждается и в работе с профессиональными атлетами, где была установлена отрицательная корреляционная связь между уровнем аэробной выносливости и ИСНЛ [18].

Соотношение нейтрофилов к лимфоцитам является маркером воспаления, который можно быстро, удобно и дешево получить из образцов крови. Детальное изучение нейроэндокринного статуса профессиональных спортсменов публикуется в нашем ранее опубликованном исследовании [19]. Чтобы предугадать успешность соревновательной деятельности спортсменов, чаще всего применяются антропометрические показатели и ряд педагогических критериев, однако не существует исследований, изучающих

влияние гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и соотношения нейтрофилов/лимфоциты на психофизиологический статус гребцов-академистов, и есть ли взаимосвязь данных психофизиологических маркеров на успешность соревновательной деятельности.

Целью нашей работы является изучить психофизиологические особенности, обеспечивающие высокую результативность соревновательной деятельности профессиональных спортсменов на примере гребцов-академистов с учетом их нейроэндокринного статуса и индекса соотношения нейтрофилов к лимфоцитам.

Материалы и методы исследования. Для корреляционного анализа уровня гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и ИСНЛ с показателями психофизиологического статуса в исследование включили результаты 33 спортсменов-добровольцев действующей сборной команды Республики Беларусь (РБ) по гребле академической среди юниоров и молодежи. Среди них 16 мужчин и 17 женщин. Все спортсмены имеют статус мастера спорта РБ. Выборку составили спортсмены, которые имели призовые места (1–3) на всех международных соревнованиях за последние 3 тренировочных сезона (Чемпионат Европы, Чемпионат России, Большая московская Регата, Владивостокская Регата) с 2021 по 2023 гг. В качестве группы сравнения участвовали спортсмены, не занявшие призовые места. Исследования проводили в специально-подготовительный и

предсоревновательный периоды годичной подготовки.

Забор капиллярной крови осуществляли утром натощак в начале недельного микроцикла подготовки после дня отдыха. В исследовании гормонального фона у женщин выборку составили те, у которых на момент забора крови была фолликулярная фаза менструального цикла, женщины с иной фазой цикла были исключены из исследования.

Поскольку сопоставление уровня гормонов, биохимических и гематологических показателей спортсменов и лиц, не занимающихся профессионально спортом, не является корректным, группы добровольцев из числа не спортсменов не формировали, не тратили на выполнение исследований и анализов бюджетные средства, а использовали стандартный лабораторный диапазон средне популяционных норм. Все добровольцы были заранее проинформированы об условиях эксперимента и дали согласие на участие в нем, а исследования выполнены с соблюдением основных биоэтических правил.

Психофизиологическое состояние спортсменов в данных периодах подготовки изучали при помощи программно-аппаратного комплекса «НС-Психотест». В сравнительном анализе сенсомоторных реакций проводили следующие методики: 1) определяли скорость простой зрительно-моторной реакции и три количественных критерия, позволяющие характеризовать с различных сторон текущее функциональное

состояние центральной нервной системы: функциональный уровень системы (ФУС), устойчивость реакции (УР) и уровень функциональных возможностей (УФВ); 2) тест Люшера (вегетативный коэффициент (ВК), суммарное отклонение от аутогенной нормы (СО); 3) проводили диагностику концентрации и устойчивости внимания по методике «Оценка внимания» совместно с этой методикой проведена оценка помехоустойчивости. Показатели коэффициента устойчивости внимания менее 0,8 свидетельствуют о низкой устойчивости внимания, более 1,0 – высокой устойчивости. Коэффициент концентрации внимания более 1,0 является признаком низкой концентрации, менее 0,8 – высокой концентрации внимания [20]. С целью проведения корреляционного анализа параллельно были определены уровни следующих гормонов: кортизол, тестостерон, дегидроэпиандростерона сульфат (ДГЭАС), прогестерон.

Определение уровня гормонов проводили в лаборатории биохимии ГУ «РНПЦ спорта» (Минск, РБ) с использованием фотометра для микропланшетов HiPo MPP 96 (Латвия). За физиологически оптимальные значения принимали предлагаемые нормативы для соответствующих коммерческих тест-наборов. Концентрацию в образцах рассчитывали на основании калибровочных кривых, построенных для серии стандартов.

Абсолютные значения нейтрофилов и лимфоцитов определяли при помощи гематологического автоматического анализатора Sysmex XT-2000i (Япония).

ИСНЛ рассчитывали путем деления абсолютного количества нейтрофилов на абсолютное количество лимфоцитов (количество нейтрофилов $[\times 10^3/\text{мкл}]$ / количество лимфоцитов $[\times 10^3/\text{мкл}]$) при уровне лейкоцитов в периферической крови от 4 до $9 \times 10^9/\text{л}$.

Статистическая обработка и анализ данных проводились на базе пакетов прикладных программ Microsoft Excel, Statistica 10.0 (русифицированная версия). Сила связи оценивалась с помощью корреляционного анализа Спирмена следующим образом: коэффициенты корреляции меньше 0,25 свидетельствуют о наличии слабой свя-

зи, 0,25-0,74 – умеренной, 0,75 и выше – сильной. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным $<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. В зависимости от лидерской позиции были установлены значимые отличия в уровнях гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси как у мужчин, так и у женщин [19].

Определение ИСНЛ так же имело достоверные различия между значениями призеров и участников соревнований и не зависело от пола (рис. 1).

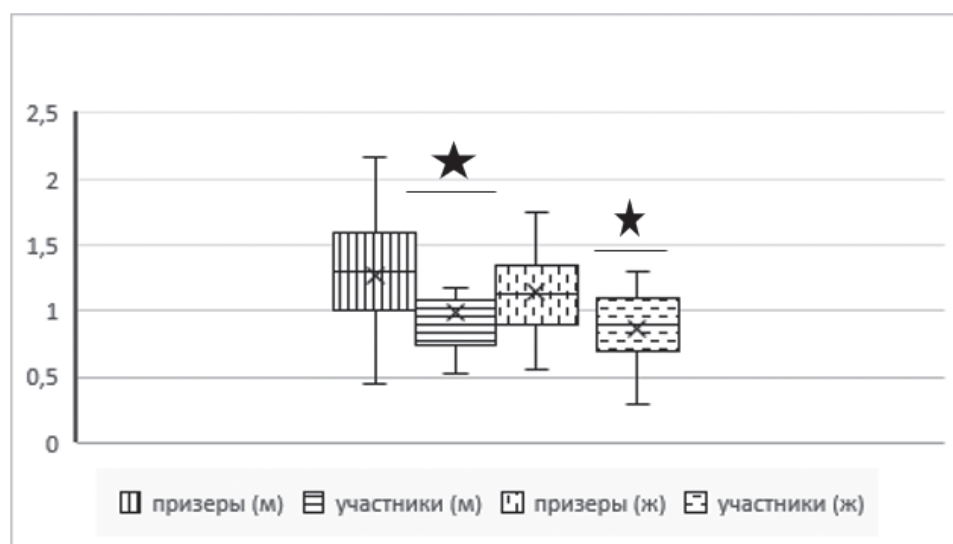


Рисунок 1 ИСНЛ добровольцев из числа спортсменов по гребле академической среди юниоров и молодежи, где м – мужчины; ж – женщины, где ★ – достоверные ($p < 0.05$) различия между призерами (1–3 места) и не занявшими призовые места в соревнованиях в период 2021–2023 гг.

У более успешных спортсменов, как среди мужчин, так и среди женщин, наблюдается значимо более высокий индекс соотношения нейтрофилов к лимфоцитам. У мужчин-лидеров этот показатель составил $1,28 \pm 0,42$, тогда как у женщин он равнялся $1,14 \pm 0,34$. В группе менее успешных

атлетов ИСНЛ у мужчин был равен $0,98 \pm 0,43$, а у женщин — $0,87 \pm 0,29$. На ИСНЛ влияет ряд условий, включая возраст, хронические заболевания, прием лекарственных препаратов, интенсивные физические нагрузки. Авторы исследования [21] считают, что нормальный диапазон соотношения

нейтрофилов к лимфоцитам находится в пределах 1-2 и значения выше 3,0 и ниже 0,7 у взрослых являются отклонением от физиологической нормы. Другие исследователи установили оптимальные значения данного соотношения на уровне $1,65 \pm 1,96$ [22].

В научной работе [23] показано, что у профессиональных спортсменов, специализирующихся в выносливости, отмечается более низкое содержание лейкоцитов, нейтрофилов и моноцитов в крови, чем у представителей других видов спорта, данный факт может быть обусловлен адаптивной реакцией на тренировки аэробной направленности.

В результате корреляционного анализа, который исследовал уровень гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и отношение

нейтрофилов к лимфоцитам в связи с психофизиологическими показателями, были выявлены значимые корреляционные связи как у мужчин (**табл. 1**), так и у женщин (**табл. 2**) среди призеров и участников соревнований по академической гребле. Следует подчеркнуть, что в рамках корреляционного анализа уровни исследуемых гормонов, как у мужчин, так и у женщин в обеих рассматриваемых группах находились в пределах нормальных референсных значений. Таким образом, когда мы говорим о снижении или увеличении концентрации определенного гормона в контексте корреляционных связей, необходимо учитывать, что эти изменения уровней гормонов рассматриваются исключительно в границах физиологического оптимума.

Таблица 1. Значение коэффициента корреляции Спирмена r между психофизиологическими показателями и сывороточной концентрацией гормонов и ИСНЛ у мужчин, где призеры – 1 гр., а участники – 2гр.

Корреляционная пара показателей	ρ	
	Призеры	Участники
Кортизол & к концентрации внимания (помехоустойчивость)	- 0,46*	0,11
Тестостерон & УР	0,65*	-0,33
Тестостерон & УФВ	0,65*	0,22
Тестостерон & ФУС	0,37 *	0,11
ДГЭАС & к устойчивости внимания (оценка внимания)	- 0,87*	-0,57
Прогестерон & к концентрации внимания (оценка внимания)	0,75*	0,50
Прогестерон & УР	0,65	-0,90*
Прогестерон & УФВ	0,21	-0,9*
ИСНЛ & ФУС	0,53*	0,16
ИСНЛ & УФВ	0,46*	0,16
Примечание * – достоверные корреляционные связи ($p < 0.05$)		

В процессе проведения корреляционного анализа у мужчин, которые стали призерами соревнований, была обнаружена значимая отрицательная корреляция между уровнем кортизола и концентрацией внимания в условиях помех. Этот факт указывает на то, что умеренное увеличение кортизола у потенциальных победителей может способствовать улучшению их способности концентрироваться на выполнении заданий, несмотря на наличие посторонних раздражителей. Важно подчеркнуть, что среди участников соревнований не было зарегистрировано значительных корреляционных взаимосвязей в этих показателях.

Установлено, что уровень тестостерона у успешных спортсменов имеет прямую связь с количественными показателями ПЗМР, а именно с функциональным уровнем системы (ФУС), устойчивостью реакции (УР) и уровнем функциональных возможностей (УФВ) по методике Лоскутовой. Повышенные уровни тестостерона способствуют формированию устойчивого состояния центральной нервной системы (ЦНС) и позволяют атлету создавать адекватную функциональную структуру, которую он способен поддерживать на протяжении длительного времени. В группе спортсменов, участвующих в соревнованиях, среди мужчин не было выявлено значительных корреляций.

Анализ корреляции между уровнем ДГЭАС в сыворотке и коэффициентом устойчивости внимания продемо-

нстрировал отрицательную взаимосвязь в первой сравниваемой группе мужчин. Это указывает на то, что повышение концентрации данного гормона ассоциируется с ухудшением способности сосредоточиться. ДГЭАС играет значительную роль в управлении различными физиологическими процессами, и его уровень может служить индикатором психоэмоционального состояния. Во второй сравниваемой группе мужчин статистически значимых корреляций между этими переменными обнаружено не было.

Таким образом, наши данные предлагают новые перспективы для понимания взаимосвязи между гормональным статусом и когнитивными функциями. Важно учитывать индивидуальные различия и потенциальные модификаторы, которые могут влиять на характер этих взаимодействий. Дальнейшие исследования помогут уточнить роль ДГЭАС в когнитивной функции и его возможное применение в клинической практике.

У мужчин, достигнувших призовых мест, наблюдается прямая связь между количеством прогестерона в сыворотке и уровнем концентрации внимания. Когда уровень прогестерона увеличивается, концентрация внимания, как правило, снижается. Мы также выяснили, что уровень прогестерона в сыворотке у призеров значительно ниже в сравнении с участниками, и это не зависит от пола [19].

Количественные показатели ПЗМР (ФУС, УФВ) у представителей первой сравниваемой группы мужчин продемонстрировали положительную

корреляцию с индексом нейтрофилов к лимфоцитам. Как отмечается в источнике [24], соотношение ИСНЛ сигнализирует о возможных нарушениях клеточно-опосредованного иммунного ответа, что может быть связано с системным воспалением. Кроме того, исследования [25-27] выявили, что в период соревнований у профессиональных спортсменов происходят изменения в иммунной системе, характеризующиеся декомпенсацией.

Исследования показали, что воздействие психоэмоционального характера, которое непосредственно осуществляется через спортивные соревнования, вызывает значительное увеличение активности нейтрофилов в организме человека [28]. В нашем исследовании выявлено, что количественные психофизиологические показатели Лоскутовой (ФУС, УФВ), от которых зависят устойчивость функциональной системы организма и способности ЦНС к мобилизации, находятся в прямой зависимости от ИСНЛ у победителей соревнований.

Рост соотношения нейтрофилов и лимфоцитов в пределах оптимального диапазона способствует улучшению текущего функционального состояния ЦНС, а также увеличивает устойчивость организма к утомляемости.

Во второй группе, которую мы исследовали, у мужчин была обнаружена выраженная отрицательная корреляция между уровнем прогестерона и показателями устойчивости реакции, а также функциональными возможностями (по количественным критериям Лоскутовой в ПЗМР). Увеличение концентрации прогестерона в сыворотке крови оказывает негативное влияние на стойкость центральной нервной системы, что мешает спортсмену создать эффективную функциональную систему для выполнения поставленных задач.

Наши исследования показали, что снижение уровня прогестерона может свидетельствовать о благоприятном уровне активности, что, в свою очередь, повышает вероятность успешного функционирования в условиях стресса.

Таблица 2. Значение коэффициента корреляции Спирмена ρ между психофизиологическими показателями и сывороточной концентрацией гормонов и ИСНЛ у женщин, где призеры – 1 гр., а участники – 2гр.

Корреляционная пара показателей	ρ	
	Призеры	Участники
Кортизол & СО (тест Люшера)	- 0,52*	0,11
Кортизол & к концентрации внимания (помехоустойчивость)	0,51*	0,28
Тестостерон & ВК (тест Люшера)	0,51*	0,34
Тестостерон & к устойчивости внимания (оценка внимания)	- 0,73*	0,09
Прогестерон & к концентрации внимания (помехоустойчивость)	0,95*	0,02
ИСНЛ & ФУС	0,54*	0,05
ИСНЛ & к концентрации внимания (помехоустойчивость)	0,59*	-0,16
Примечание * – достоверные корреляционные связи ($\rho < 0.05$)		

В ходе сравнительного анализа сенсомоторных реакций среди женщин первой группы (призеры) была обнаружена обратная корреляция между уровнем кортизола и показателем эмоционального дискомфорта (СО) согласно тесту Люшера. Это указывает на то, что с уменьшением концентрации кортизола в крови наблюдается рост показателя СО, что, в свою очередь, приводит к значительной нервно-психической напряженности, которая не приносит продуктивности. Наличие этой достоверной зависимости позволяет оценить преобладающее настроение (СО) у женщин, исходя из уровня кортизола в сыворотке крови.

Также уровень кортизола у успешных спортсменок показал прямую корреляцию с их способностью к концентрации внимания в условиях помех. Существенное повышение кортизола у женщин негативно сказывается на способности организма противостоять различным отвлекающим факторам во время выполнения спортивных заданий.

Исследования показали, что уровень тестостерона у женщин, достигнувших успеха, имеет прямую связь с показателем вегетативного баланса организма (ВК). Увеличение тестостерона у женщин сигнализирует о включении всех систем организма и доминировании активности симпатической нервной системы. Важно помнить, что оптимальное значение ВК составляет 1,2 единицы, что соответствует гармоничному состоянию симпатических и парасимпатических отделов вегетативной

нервной системы. Значения ВК равные 1,8 единицам и выше указывают на трудности организма с переносимостью физических нагрузок, что требует значительных волевых усилий. Ранее было установлено, что более успешные спортсменки имеют статистически значимо более высокий уровень тестостерона.

Существует обратная зависимость между коэффициентом устойчивости внимания и уровнем тестостерона в сыворотке крови. Увеличение содержания тестостерона у женщин способствует уменьшению их способности к сосредоточению.

Результаты данного исследования указывают на необходимость тщательного мониторинга колебаний уровня тестостерона у женщин, так как его рост сказывается на эффективности сенсомоторных реакций и приводит к повышению нервно-психической нагрузки.

В ходе корреляционного анализа между уровнем прогестерона и психофизиологическими показателями была обнаружена прямая корреляционная связь между данным биомаркером и коэффициентом устойчивости внимания при помехах. Выявленная прямая сильная корреляция позволяет предположить, что изменения в гормональном фоне могут существенно влиять на способность к концентрации и фокусировке когнитивных ресурсов. Значения данного коэффициента ниже 1 указывают на значительную уязвимость к внешним помехам, что может затруднять выполнение задач, требующих высокой степени

сосредоточенности. Данный факт подчеркивает важность поддержания оптимального уровня прогестерона для сохранения когнитивного здоровья у женщин.

У женщин-призеров соревнований была выявлена прямая связь равной силы между индексом нейтрофилов к лимфоцитам и оценкой по методике Лоскутовой (ФУС), а также с коэффициентом концентрации внимания (помехоустойчивость). В группе участниц с использованием ИСНЛ наблюдалась прямая корреляция с коэффициентом устойчивости внимания (помехоустойчивость) и с коэффициентом концентрации внимания (оценка внимания). Проведенный анализ данных позволяет сделать вывод о том, что как оптимальные, так и повышенные значения ИСНЛ позитивно влияют на мобилизационные ресурсы организма (ФУС) и показывают высокую помехоустойчивость, которая, как известно, тесно связана с высокой эмоциональной устойчивостью и способностью противостоять фоновым помехам. Таким образом, применение ИСНЛ может предоставить важную информацию об изменении уровня активности сенсомоторных реакций спортсмена.

В то же время, у второй группы женщин-участниц соревнований не было обнаружено никаких корреляционных связей между гормональными уровнями и психофизиологическими показателями.

Выводы. Адаптивные реакции организма атлетов, которые обусловлены нейрогуморальными изме-

нениями и психоэмоциональным воздействием в период соревновательной деятельности имеют прямое отражение в морфологическом составе крови.

В ходе выполняемого исследования были получены достоверные корреляционные связи между уровнями определяемых гормонов и психофизиологическими показателями у мужчин и женщин. Так содержание кортизола и тестостерона в сыворотке крови и ИСНЛ имело больше всего корреляционных связей с психофизиологическими показателями.

Наличие корреляционных связей между ДГЭАС наблюдалось только в группе успешных мужчин. Прогестерон имел прямые корреляционные связи в группе успешных спортсменов, как у мужчин, так и у женщин, обратные корреляционные связи были установлены во второй группе у мужчин.

При определении психофизиологических показателей коррелировали показатели ВК и СО у женщин (тест Люшера), коэффициенты устойчивости и коэффициенты концентрации внимания (оценка внимания и помехоустойчивость) как у мужчин, так и у женщин, количественные критерии простой зрительно-моторной реакции имели корреляционные связи с уровнем гормонов только у мужчин.

В данном исследовании впервые описана взаимосвязь влияния ИСНЛ на психофизиологические показатели профессиональных спортсменов в зависимости от результатов соревновательной деятельности. Индекс соотношения лимфоцитов к нейтрофилам

имел больше всего корреляционных связей с психофизиологическими показателями.

При сравнении сенсомоторных реакций спортсменов призеров и участников соревнований можно сделать следующий вывод, что группа призеров соревнований, как у мужчин, так и у женщин имеет более сильные корреляционные связи с уровнями гормонов, чем группа участников соревнований. В данном исследовании показано, что высокого мастерства в гребле академической достигают гребцы, имеющие наличие достоверных связей между уровнями гормонов и психофизиологическими показателями.

В настоящее время одним из интегративных показателей успешности в спортивной деятельности является скорость сенсомоторной реакции, которая находится в прямой зависимости от физиологической подвижности нервных процессов и отражает уровень адаптационного потенциала спортсмена.

Чтобы помочь сохранить физическое и психическое благополучие, повысить качество жизни и способствовать более полной профессиональной и личностной самореализации, необходимо принимать меры по оптимизации психофизиологического статуса спортсмена.

Анализ уровней определённых гормонов вместе с другими значимыми параметрами, характерными для конкретной спортивной дисциплины, позволяет предсказывать успехи в спортивной деятельности. Ключевым элементом в осуществлении спортивной практики являются выдающиеся результаты на соревнованиях, при этом важно сохранить здоровье спортсменов, как во время активных тренировок, так и после завершения спортивной карьеры.

Выявленные зависимости могут быть применены для прогнозирования потенциальных спортивных достижений в академической гребле.

Список литературы

1. Черкашин, И.А. (2015). Изучение индивидуально-типологических свойств высшей нервной деятельности и сенсомоторных функций студентов, занимающихся тайским боксом. Успехи современного естествознания. № 9: 576-578.
2. Paula Jr, E.P., Paza, D.L., Pierozan, G.C., Stefanello, J.M. (2016). Heart rate variability and emotional states in basketball players. Journal

References

1. Cherkashin, I.A. (2015). Izuchenie individual'no-tipologicheskikh svojstv vysshej nervnoj deyatel'nosti i sensomotornykh funkcij studentov, zanimayushchihsy tajskim boksom. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. № 9: 576-578.
2. Paula Jr, E.P., Paza, D.L., Pierozan, G.C., Stefanello, J.M. (2016). Heart rate variability and emotional states in basketball players // Jour-

- of Exercise Physiology. № 19 (6): 111-122.
3. McEwen, B.S., Alves, S.E., Bulloch, K., Weiland, N.G. (1998). Clinically relevant basic science studies of gender differences and sex hormone effects. *Psychopharmacology Bull.* 1998. №34: 251-259.
 4. Toran-Allerand, C.D., Singh, M., Setalo, G.J. (1999). Novel mechanisms of estrogen action in the brain: new players in an old story. *Frontiers in Neuroendocrinology.* №20: 97-121. doi: 10.1006/frne.1999.0177.
 5. Galea, L.A., Uban, K.A., Epp, J.R., Brummelte, S. et al. (2008). Endocrine regulation of cognition and neuroplasticity: Our pursuit to unveil the complex interaction between hormones, the brain, and behavior. *Can. J. Exp. Psychol.* № 62(4): 247-260. doi: 10.1037/a0014501.
 6. Lei, B., Wang, H., Jeong, S., Hsieh, J.T. et al. (2016). Progesterone improves neurobehavioral outcome in models of intracerebral hemorrhage. *Neuroendocrinology.* №103 (6): 665-677. doi: 10.1159/000442204.
 7. Pluchino, N., Luisi, M., Lenzi, E., Centofanti, M. et al. (2006). Progesterone and progestins: effects on brain, allopregnanolone and β -endorphin. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* № 102: 205-213. doi: 10.1016/j.jsbmb.2006.09.023.
 8. Верлин, С.В., Семаева, Г.Н., Маслова, И.Н. (2014). Факторы, определяющие эффективность
3. McEwen, B.S., Alves, S.E., Bulloch, K., Weiland, N.G. (1998). Clinically relevant basic science studies of gender differences and sex hormone effects. *Psychopharmacology Bull.* 1998. №34: 251-259.
 4. Toran-Allerand, C.D., Singh, M., Setalo, G.J. (1999). Novel mechanisms of estrogen action in the brain: new players in an old story. *Frontiers in Neuroendocrinology.* №20: 97-121. doi: 10.1006/frne.1999.0177.
 5. Galea, L.A., Uban, K.A., Epp, J.R., Brummelte, S. et al. (2008). Endocrine regulation of cognition and neuroplasticity: Our pursuit to unveil the complex interaction between hormones, the brain, and behavior. *Can. J. Exp. Psychol.* № 62(4): 247-260. doi: 10.1037/a0014501.
 6. Lei, B., Wang, H., Jeong, S., Hsieh, J.T. et al. (2016). Progesterone improves neurobehavioral outcome in models of intracerebral hemorrhage. *Neuroendocrinology.* №103 (6): 665-677. doi: 10.1159/000442204.
 7. Pluchino, N., Luisi, M., Lenzi, E., Centofanti, M. et al. (2006). Progesterone and progestins: effects on brain, allopregnanolone and β -endorphin. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* № 102: 205-213. doi: 10.1016/j.jsbmb.2006.09.023.
 8. Verlin, S.V., Semaeva, G.N., Maslova, I.N. (2014). Faktory, opredelyayushchie effektivnost'

- техники гребли. Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта № 4 (110): 29-34.
9. Чарыкова, И.А., Стаценко, Е.А., Парамонова, Н.А. (2009). Анализ особенностей сенсомоторного реагирования в условиях адаптации к физической активности разной направленности. Медицинский журнал. Научно-практический рецензируемый журнал. № 4: 119-121.
10. Шаханова, А.В., Хасанова, Н.Н. (2008). Системные механизмы адаптации детей и подростков в условиях расширенного двигательного режима. Физиологические проблемы адаптации: сб. науч. ст. Ставрополь: 204-205.
11. Del Percio, C., Babiloni, C., Bertollo, M. et al. (2009). Visuo-attentional and sensorimotor alpha rhythms are related to visuo-motor performance in athletes. Hum Brain Mapp. №30 (11): 3527-3540. doi: 10.1002/hbm.20776.
12. Гаркави, Л.Х., Квакина, Е.Б., Уколова, М.А. (1990). Адаптационные реакции и резистентность организма, 3-е издание дополненное: 224 с.
13. Макарова, Г.А., Холявко, Ю.А., Верлина Г.В. (2013). Клинико-лабораторное обследование спортсменов высшей квалификации: основные направления совершенствования. Лечебная физкультура и спортивная медицина. № 7(115): 4-12.
- tekhniki grebli. Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgafta № 4 (110): 29-34.
9. Charykova, I. A., Stacenko, E.A., Paramonova, N.A. (2009). Analiz osobennostej sensomotorogo reagirovaniya v usloviyah adaptacii k fizicheskoj aktivnosti raznoj napravlenosti .Medicinskij zhurnal. Nauchno-prakticheskij recenziruemyj zhurnal. № 4: 119-121.
10. Shahanova, A. V., Hasanova N.N. (2008). Sistemnye mekhanizmy adaptacii detej i podrostkov v usloviyah rasshirenogo dvigatel'nogo rezhima. Fiziologicheskie problemy adaptacii: sb. nauch. st. Stavropol: 204-205.
11. Del Percio, C., Babiloni, C., Bertollo, M. et al. (2009). Visuo-attentional and sensorimotor alpha rhythms are related to visuo-motor performance in athletes. Hum Brain Mapp. №30 (11): 3527-3540. doi: 10.1002/hbm.20776.
12. Garkavi, L.H., Kvakina, E.B., Ukolova, M.A. (1990). Adaptacionnye reakcii i rezistentnost' organizma, 3-e izdanie dopolnennoe: 224 s.
13. Makarova, G. A., Holyavko, YU.A., Verlina G.V. (2013). Kliniko-laboratornoe obsledovanie sportsmenov vysshej kvalifikacii: osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya. Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya medicina. № 7(115): 4-12.

14. Balta, S., Celik, T., Mihailidis, D.P., Ozturk, S., Demirkol, S., Aparchi, M., et al. (2016). Association between atherosclerosis and neutrophil-lymphocyte ratio. *Clin. App. Thrombus Hemost.* №22 (5): 405-411. doi: 10.1177/1076029615569568.
15. Chen, S.I., Liao, Y.H., Zhou, S.S., Song, Y.K., Tsai, S.K. (2017). An initial systemic inflammatory state impairs adaptation to training in elite taekwondo athletes. *PLOS One.* № 12(4): 1-15. doi: 10.1371/journal.pone.0176140.
16. Wahl, P., Mattis, S., Zimmer, P. (2020) Acute impact of recovery on the restoration of cellular immunological homeostasis. *Int. J. Sport Med.* №41 (1): 12-20. doi: 10.1055/a-1015-0453.
17. Sultan, P., Edwards, M.R., Gutierrez del Arroyo, A., Kane, D., Sneyd, J.R., Struthers, R., et al. (2014). Cardiopulmonary exercise capacity and preoperative markers of inflammation. *Mediators of inflammation.* №1: 1-8. doi: 10.1155/2014/727451.
18. Sacher, J., Wesemann, F., Joisten, N., Waltzik, D., Bloch, W., Predel, G. (2023). Markers of cellular integrative immunity in elite athletes. *Int. J. Sports Med.* № 44(4): 298-308. doi: 10.1055/a-1976-6069.
19. Гаврилова-Максимчик, С.О., Песоцкая, Я.А., Пашкевич, С.Г. (2024) Сравнительный анализ уровня гормонов гребцов-академистов в зависимости от результативности соревнова-
14. Balta, S., Celik, T., Mihailidis, D.P., Ozturk, S., Demirkol, S., Aparchi, M., et al. (2016). Association between atherosclerosis and neutrophil-lymphocyte ratio. *Clin. App. Thrombus Hemost.* №22 (5): 405-411. doi: 10.1177/1076029615569568.
15. Chen, S.I., Liao, Y.H., Zhou, S.S., Song, Y.K., Tsai, S.K. (2017). An initial systemic inflammatory state impairs adaptation to training in elite taekwondo athletes. *PLOS One.* № 12(4): 1-15. doi: 10.1371/journal.pone.0176140.
16. Wahl, P., Mattis, S., Zimmer, P. (2020) Acute impact of recovery on the restoration of cellular immunological homeostasis. *Int. J. Sport Med.* №41 (1): 12-20. doi: 10.1055/a-1015-0453.
17. Sultan, P., Edwards, M.R., Gutierrez del Arroyo, A., Kane, D., Sneyd, J.R., Struthers, R., et al. (2014). Cardiopulmonary exercise capacity and preoperative markers of inflammation. *Mediators of inflammation.* №1: 1-8. doi: 10.1155/2014/727451.
18. Sacher, J., Wesemann, F., Joisten, N., Waltzik, D., Bloch, W., Predel, G. (2023). Markers of cellular integrative immunity in elite athletes. *Int. J. Sports Med.* № 44(4): 298-308. doi: 10.1055/a-1976-6069.
19. Gavrilova-Maksimchik, S.O., Pesockaya, YA.A., Pashkevich, S.G. (2024) Sravnitel'nyj analiz urovnya gormonov grebcov-akademistov v zavisimosti ot rezul'tativnosti sorevnovatel'noj

- тельной деятельности. Новости медико-биологических наук. Т.24, №1: 5-12.
20. Мантрова, И. Н. (2007). Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике. Иваново, 216 с.
21. Zahorek, R. (2021). The ratio of neutrophils and lymphocytes, perspectives of the past, present and future. Bratislava Medical Journal. № 122(7): 474-488. doi: 10.4149/BLL_2021_078.
22. Forget, P., Khalifa, C., Defour, J.P., Latinne, D., Van Pel, M.C., Kock, M. (2017). What is the normal value of the neutrophil-to-lymphocyte ratio? BMC Res Notes. № 10(1): 1-4. doi: 10.1186/s13104-016-2335-5.
23. Horn, P. L., Pyne, D. B., Hopkins, W. G., Barnes, C. J. (2010). Lower white blood cell counts in elite athletes training for highly aerobic sports. Eur. J. Appl. Physiol. № 110(5): 925-932. doi: 10.1007/s00421-010-1573-9.
24. McMillan, D.C. (2009). Systemic inflammation, nutritional status and survival in patients with. Clin. Nutr. Metab. Care. №12: 223-226. doi: 10.1097/MCO.0b013e32832a7902.
25. Базарин, К.П., Савченко, А.А. (2013). Особенности метаболической активности нейтрофильных гранулоцитов у спортсменов в динамике тренировочного цикла. Спортивная медицина: наука и практика. № 1 (10): 246-247.
- deyatel'nosti. Novosti mediko-biologicheskikh nauk. T.24, №1: 5-12.
20. Mantrova, I. N. (2007). Metodicheskoe rukovodstvo po psihofiziologicheskoy i psihologicheskoy diagnostike. Ivanovo, 216 s.
21. Zahorek, R. (2021). The ratio of neutrophils and lymphocytes, perspectives of the past, present and future. Bratislava Medical Journal. № 122(7): 474-488. doi: 10.4149/BLL_2021_078.
22. Forget, P., Khalifa, C., Defour, J.P., Latinne, D., Van Pel, M.C., Kock, M. (2017). What is the normal value of the neutrophil-to-lymphocyte ratio? BMC Res Notes. № 10(1): 1-4. doi: 10.1186/s13104-016-2335-5.
23. Horn, P. L., Pyne, D. B., Hopkins, W. G., Barnes, C. J. (2010). Lower white blood cell counts in elite athletes training for highly aerobic sports. Eur. J. Appl. Physiol. № 110(5): 925-932. doi: 10.1007/s00421-010-1573-9.
24. McMillan, D.C. (2009). Systemic inflammation, nutritional status and survival in patients with. Clin. Nutr. Metab. Care. №12: 223-226. doi: 10.1097/MCO.0b013e32832a7902.
25. Bazarin, K.P., Savchenko, A.A. (2013). Osobennosti metabolicheskoy aktivnosti nejtrofil'nyh granulocitov u sportsmenov v dinamike trenirovochnogo cikla. Sportivnaya medicina: nauka i praktika. № 1 (10): 246-247.

26. Базарин, К.П., Савченко, А.А., Александрова, Л.И. (2013). Изменение функциональной активности нейтрофильных гранулоцитов крови у квалифицированных спортсменов. Бюл. ВСНЦ СО РАМН. №6: 16-18.
26. Bazarin, K.P., Savchenko, A.A., Aleksandrova, L.I. (2013). *Izmenenie funkcional'noj aktivnosti nejtrofil'nyh granulocitov krovi u kvalificirovannyh sportsmenov.* Byul. VSNC SO RAMN. №6: 16-18.
27. Базарин, К.П., Титова, Н.М. (2014). Динамические изменения активности ферментов системы антиоксидантной защиты в плазме крови у профессиональных регбистов. Бюл. ВСНЦ СО РАМН. №3: 9-13.
27. Bazarin, K.P., Titova, N.M. (2014). *Dinamicheskie izmeneniya aktivnosti fermentov sistemy antioksidantnoj zashchity v plazme krovi u professional'nyh regbistov.* Byul. VSNC SO RAMN. №3: 9-13.
28. Ellarda, D.R., Castleb, P.C., Miana, R. (2001). The effect of a short-term mental stressor on neutrophil activation. *International Journal of Psychophysiology.* №41 (1): 93-100. doi: 10.1016/s0167-8760(00)00180-x.
28. Ellarda, D.R., Castleb, P.C., Miana, R. (2001). The effect of a short-term mental stressor on neutrophil activation. *International Journal of Psychophysiology.* №41 (1): 93-100. doi: 10.1016/s0167-8760(00)00180-x.

ABSTRACT

THE ROLE OF NEUROENDOCRINE AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATUS OF PROFESSIONAL ATHLETES IN THE FORMATION OF SUCCESSFUL SPORTS IMPLEMENTATION

Gavrilova-Maksimchik S.O,¹ Pashkevich S. G,² Pesotskaya Ya. A³

¹Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus. ¹State Institution "Republican Scientific and Practical Center for Sports", Minsk, Republic of Belarus. ²Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus. ³Educational Institution "Belarusian State University of Physical Education", Minsk, Republic of Belarus.

In this study, a correlation analysis of some hormones of the hypothalamic-pituitary-adrenal system and the neutrophil to lymphocyte ratio index with the psychophysiological indicators of winners and participants in international rowing competitions (n = 33) was carried out. This study shows that rowers who have significant connections between hormone levels and psychophysiological indicators achieve high mastery in rowing. It was found that the group of competition winners

in both men and women has stronger correlations with hormone levels and ISNL than the group of competition participants. ISNL is significantly higher in the group of competition winners and does not depend on gender. The identified patterns can be used to predict possible sports results in rowing.

Key words: neuroendocrine status; professional athletes; endurance; neutrophils; lymphocytes; sensorimotor reaction; success of competitive activity.

რეზიუმე

პროფესიონალი სპორტსმენების ნეიროენდოკრინული და ფსიქოფიზიოლოგიური სტატუსების ადგილი წარმატებულ სპორტულ რეალიზაციის ჩამოყალიბებაში

გავრილოვა-მაქსიმჩიკი ს.ო.¹, პაშკევიჩი ს.გ.², პესოცკაია ი.ა.³.

¹ ბელარუსის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი, მინსკი, ბელარუსის რესპუბლიკა; ² სახელმწიფო საწარმო «სპორტის RNPC», მინსკი, ბელარუსის რესპუბლიკა; ³ ბელარუსის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი, მინსკი, ბელარუსის რესპუბლიკა; ³ საგანმანათლებლო დაწესებულება «ბელორუსის ფიზიკური კულტურის სახელმწიფო უნივერსიტეტი», მინსკი, ბელორუსის რესპუბლიკა.

აკადემიური ნიჩბოსნობის საერთაშორისო შეჯიბრებების მონაწილეთა და პრიზიორთა (n = 33) ჰიპოთალამურ-ჰიპოფიზურ-თირკმელზედა ჯირკვლის სისტემის ზოგიერთი ჰორმონის, ნეიტროფილების და ლიმფოციტების თანაფარდობის ინდექსის და ფსიქოფიზიოლოგიური მაჩვენებლების კორელაციური ანალიზის საფუძველზე გამოჩნდა, რომ ის ნიჩბოსნები, რომლებსაც ჰორმონალურ და ფსიქოფიზიოლოგიურ პარამეტრებს შორის მყარი კავშირი აღენიშნებათ, ნიჩბოსნობაში მაღალ აკადემიურ შედეგებს აღწევენ. დადგინდა, რომ შეჯიბრების პრიზიორებს, როგორც მამაკაცებში, ასევე ქალებში, ჰორმონების დონესა და ნეიტროფილების და ლიმფოციტების თანაფარდობის ინდექსთან უფრო ძლიერი კორელაციური კავშირი ახასიათებთ, ვიდრე შეჯიბრების სხვა მონაწილეებს. რაც ნიშნავს იმას, რომ სქესის მიუხედავად, ნეიტროფილების და ლიმფოციტების თანაფარდობის ინდექსი მნიშვნელოვნად მაღალი აქვთ შეჯიბრების გამარჯვებულებს. გამოვლენილი კანონზომიერება შეიძლება გამოყენებულ იქნას აკადემიურ ნიჩბოსნობაში შესაძლო სპორტული შედეგების პროგნოზირებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ნეიროენდოკრინული მდგომარეობა; პროფესიონალი სპორტსმენები; გამძლეობა; ნეიტროფილები; ლიმფოციტები; სენსომოტორული რეაქცია; წარმატება შეჯიბრში.