

ОЦЕНКА ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРМОНАЛЬНЫХ БИОМАРКЕРОВ РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ У ГРЕБЦОВ НА БАЙДАРКАХ И КАНОЭ**Ж. А. Ризаев, Ш. Д. Хусайнбаев**

Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд, Узбекистан

Ключевые слова: биомаркер, гребцы, байдарка, каноэ, кортизол, тестостерон, цитокины, андрогены, эстрогены, интерлейкины.

Tayanch so'zlar: biomarker, eshkak eshuvchilar, baydarka, kanoé, kortizol, testosterone, tsitokinlar, androgenlar, esterogenlar, interleykinlar.

Key words: biomarker, rowers, kayak, canoe, cortisol, testosterone, cytokines, androgens, estrogens, interleukins.

Целью данного исследования было оценить реакцию отдельных иммунологических и гормональных биомаркеров (кортизола, тестостерона, IL-1, IL-6 и FNOa в ротовой жидкости) у спортсменов гребли на байдарках и каноэ. Субъектами были 24 гребца на байдарках и каноэ, мужского пола 14-18 лет, которые были распределены на две группы: спортсмены-гребцы - 24 человека систематически занимающихся греблей на байдарках и каноэ и имеющие спортивные разряды от I до III взр. и контрольная группа состоящая из 12 студентов факультета физической культуры. Измерения кортизола в слюне могут выявить циркадный ритм спортсменов, помогая предотвратить синдром перетренированности. Наблюдаемые вариации тестостерона в слюне у спортсменов, могут оказывать прямое влияние на состав тела и изменения скелетных мышц, улучшая мышечную силу, а также анаболизм и катаболизм белков, среди прочего. В свою очередь, использование цитокинов в качестве биомаркеров может позволить разработать персонализированные программы тренировок, адаптированные к индивидуальному режиму физической тренировки.

BAYDARKA VA KANOEDA ESHKAK ESHUVCHILARDA OG'IZ SUYUQLIGINING IMMUNOLOGIK VA GORMONAL BIOMARKERLARINI BAHOLASH**J. A. Rizaev, Sh. D. Husainbaev**

Самарканд давлат тиббиёт университети, Самарканд, Ўзбекистон

Ushbu tadqiqotning maqsadi tanlangan immunologik va gormonal biomarkerlarning (kortizol, testosteron, IL-1, IL-6 va og'iz suyuqligidagi TNF-a) baydarka va kanoeda eshkak eshish sportchilaridagi javobini baholash edi. Tatqiqotda 14-18 yoshli 24 nafar baydarka va kanoeda eshkak eshish bo'yicha erkaklar bo'lib, ular ikki guruhga bo'lingan: eshkak eshish sportchilari - baydarka va kanoeda eshkak eshish bilan muntazam shug'ullanadigan va I dan III chigacha bo'lgan sport toifalariga ega bo'lgan 24 kishi. va Jismoniy tarbiya fakultetining 12 nafar talabalaridan iborat nazorat guruhi. So'lakdagi kortizol o'lchovlari sportchilarning siklik ritmini aniqlashi mumkin, bu esa ortiqcha mashq qilish sindromining oldini olishga yordam beradi. Sportchilarda tuprik testosteronida kuzatilgan o'zgarishlar tana tarkibiga va skelet mushaklari o'zgarishiga, mushaklar kuchini yaxshilashga, oqsil anabolizmi va katabolizmiga va boshqalarga bevosita ta'sir qilishi mumkin. O'z navbatida, biomarkerlar sifatida sitokinlardan foydalanish insonning jismoniy tarbiya rejimiga moslashtirilgan shaxsiylashtirilgan o'quv dasturlarini ishlab chiqishga imkon beradi.

GRADE OF IMMUNOLOGICAL AND HORMONAL BIOMARKERS OF ORAL FLUID IN KAYAKERS AND CANOERS**J. A. Rizaev, Sh. D. Khusainbaev**

Samarkand state medical university, Samarkand, Uzbekistan

The aim of this study was to evaluate the response of individual immunological and hormonal biomarkers (cortisol, testosterone, IL-1, IL-6 and TNF α in oral fluid) in kayaking and canoeing athletes. The subjects were 24 kayak and canoe rowers, males aged 14-18, who were divided into two groups: rowing athletes - 24 people systematically engaged in kayaking and canoeing and having sports grades from I to III age. and a control group consisting of 12 students of the Faculty of Physical Education. Measurements of cortisol in saliva can reveal the circadian rhythm of athletes, helping to prevent overtraining syndrome. The observed variations of testosterone in saliva in athletes can have a direct effect on body composition and skeletal muscle changes, improving muscle strength, as well as anabolism and protein catabolism, among other things. In turn, the use of cytokines as biomarkers may allow the development of personalized training programs adapted to an individual physical training regime.

В спорте важность оптимизации восстановительно-стрессового состояния имеет решающее значение. Эффективное восстановление после интенсивных тренировочных нагрузок, с которыми часто сталкиваются элитные спортсмены, часто может определять спортивный успех или неудачу. В последние десятилетия спортсмены, тренеры и спортивные ученые стремились найти новые творческие методы улучшения качества и количества тренировок спортсменов [1]. Эти усилия постоянно сталкиваются с препятствиями, включая перетренированность, усталость, травмы, болезни и выгорание. Перетренированность является проблемой для многих спортсменов. При этом, физиологические и психологические ограничения диктуют необходимость исследований, которые помогут избежать перетренированно-

сти, максимизировать восстановление и успешно найти тонкую грань между высокими и чрезмерными тренировочными нагрузками. Избегание перетренированности и достижение оптимальных результатов могут быть реализованы только тогда, когда спортсмены способны восстанавливаться и оптимально сбалансировать тренировочный стресс и последующее восстановление [2]. Как известно, интенсивные или продолжительные тренировки могут привести к выработке и последующему повышению уровня провоспалительных цитокинов. Эти цитокины, такие как интерлейкин-1 α , интерлейкин-1 β и интерлейкин-6 (IL-6), являются частью острого провоспалительного иммунного ответа на физиологические стрессоры. В периоды чрезмерной активности провоспалительные цитокины могут достигать хронически повышенных уровней. Доктор Люсиль Смит разработала «цитокиновую гипотезу», чтобы объяснить перетренированность спортсменов, в частности предположив, что чрезмерное производство и/или повышенная чувствительность тканей к специфическому цитокину IL-6 является основным фактором, приводящим к физиологическим изменениям в состоянии перетренированности [3]. Многочисленные исследования показывают, что нейроэндокринная система также является ценным параметром для анализа при определении того, перетренирован ли спортсмен [4]. Во время интенсивных и длительных тренировок нейроэндокринная система вырабатывает гормоны, которые смягчают метаболическую реакцию на физическую нагрузку. Эти гормоны также играют важную роль в функционировании иммунной системы во время физических упражнений [5]. Кроме того, хорошо известно, что в ответ на тренировочный стресс (т.е. чрезмерный) базальный уровень тестостерона у мужчин снижается, возможно, из-за ингибирующего действия кортизола [6]. Тестостерон и кортизол играют значительную роль в метаболизме белков, а также в метаболизме углеводов. Оба являются конкурентными агонистами на уровне рецепторов мышечных клеток. Соотношение тестостерон/кортизол используется как показатель анаболического/катаболического баланса. [7] Гребля требует от спортсменов хорошей физической формы и сильных двигательных навыков из-за ее циклического характера, когда движения повторяются снова и снова. Этот вид спорта требует средней выносливости, высокоинтенсивных нагрузок и физиологического разнообразия, особенно при промежуточном времени гребли от 5 минут 20 секунд до 8 минут, в зависимости от типа лодки. Гибкость, сила и выносливость особенно важны в гребле и взаимодействуют сложным образом [8]. Учитывая вышеизложенное, целью данного исследования было оценить реакцию отдельных иммунологических и гормональных биомаркеров (кортизола, тестостерона, IL-1, IL-6 и FNOa в ротовой жидкости) у спортсменов гребля на байдарках и каноэ.

Материал и методы исследования. Субъектами были 24 гребцов на байдарках и каноэ, мужского пола 14-18 лет (рост = $176,4 \pm 6,7$ см; масса = $78,0 \pm 12,2$ кг; содержание жира в организме = $14,7 \pm 7,6\%$), которые были распределены на две группы: спортсмены-гребцы - 24 человек систематически занимающихся греблей на байдарках и каноэ и имеющие спортивные разряды от I до III взр. Контрольная группа состоящая из 12 студентов факультета физической культуры, которые соответствовали по возрасту и полу основной группе. Исследования проводились на базах учебно-тренировочных сборов на водном стадионе при подготовке спортсменов национальной команды Республики Узбекистан по гребле на байдарках и каноэ в феврале - марте 2024 года.

Все подписали письменное информированное согласие в соответствии с Хельсинкской декларацией. Антропометрические данные (возраст, рост, масса тела, процент жира в организме) собирались на первом сеансе. Процент телесного жира определялся путем трехкратного измерения кожных складок на выбранных участках (живот, грудь и бедра) с использованием штангенциркуля (Skyndex, Fayetteville, AR), а процент телесного жира рассчитывался с использованием уравнения Джексона-Полока [9]. Образцы слюны собирали на неделе (исходный уровень) тогда как реакции психологического статуса и массу тела собирали еженедельно. Перед сбором образцов слюны испытуемых сначала просили прополоскать рот водой, сплюнуть, чтобы удалить частицы, а затем дать слюне накопиться; Затем образцы были собраны с помощью техники пассивного взятия проб слюны. Время суток (день; 15:00–17:00) для всех сборов слюны оставалось относительно постоянным в течение исследования для каждого субъекта (± 15 минут). Образцы хранили на льду до транспортировки в морозильную камеру (-80°C) для последующего анализа. Образцы слюны оценива-

ли на содержание свободного тестостерона (fT) и кортизола (C), IL-1, IL-6 и FNO-а. Сохраненным образцам слюны давали оттаять, а затем центрифугировали при 3000 g при 4 градусах Цельсия для удаления любых твердых частиц. Полученные образцы супернативированной слюны анализировали с использованием высокочувствительного иммуноферментного анализа. Испытуемым предлагалось выполнить тест PWC 170, который проходил следующим образом: две пяти минутные нагрузки на велоэргометре Monark Ergomedic 828 E, мощностью 50 ватт, после чего шел трех минутный отдых и повторная пяти минутная нагрузка мощностью определяемой по формуле PWC170. Запись показателей производилась до нагрузки, после первой и в конце второй нагрузки. Тренировочная нагрузка, интенсивность и объем контролировались персоналом по силовой и физической подготовке и контролировались главным исследователем, чтобы гарантировать, что прогресс остается в пределах $\pm 10\%$ от базовой нагрузки. Результаты исследования были обработаны с помощью программы SPSS 20. Были использованы тесты для оценки нормальности распределения исследуемых показателей и средства оценки статистической значимости между исследуемыми выборками в зависимости от характера распределения значений (t-критерий, критерий Мана-Уитни и т.д.

Результаты исследований и их обсуждение. Гребля – это интенсивный тренировочный вид спорта, где тренировки состоят из сложных программ, которые необходимо хорошо подготовить и тщательно контролировать. Помимо реальных занятий на воде, тренировки включают гимнастические упражнения, тренировки на силовую выносливость, выносливость и упражнения для улучшения скорости и ловкости спортсменов [9]. Высокоинтенсивные упражнения во время тренировок и соревнований приводят к мышечной усталости, ограничивают работоспособность и создают повышенный риск перетренированности, травм, а также иммунологических, воспалительных и гормональных изменений [10]. В своих исследованиях, относительно гребцов [11,12] сообщили о взаимосвязи между гормональными характеристиками и результатами восстановительно-стрессовое состояние спортсмена. Благодаря раннему вмешательству индивидуальную тренировку можно адаптировать, чтобы помочь спортсмену справиться с тренировочным стрессом, оптимизировать восстановление и впоследствии предотвратить перетренированность. В последние годы слюна используется как альтернатива сыворотке для анализа иммунных маркеров, гормонов, стероидов, нестероидов и белковых соединений, являясь неинвазивным и безстрессовым выбором, несмотря на то, что концентрации в слюне отличаются от таковых. в сыворотке по некоторым маркерам. Образцы слюны показали хорошую корреляцию с анализами и могут быть собраны как в лаборатории, так и в полевых условиях часто, быстро и без медицинской подготовки [13,14,15,16]. Кортизол, считающийся основным гормоном катаболических процессов, секретируется вследствие интенсивных и стрессовых упражнений, а также психологического стресса, который при недостаточном восстановлении может вызвать иммуносупрессию [17,18,19]. Уровень свободного кортизола выше, чем уровень кортизола в слюне [20]. Высокие концентрации кортизола в слюне связаны с нарушением чувствительности к инсулину [21]. Как видно из представленных результатов исследования (таблица 1), после интенсивных тренировок периоды повышенного уровня кортизола, связанные с легким гипогликемическим состоянием, по-видимому, вызывают иммуносупрессивное состояние и снижают концентрацию глутамина в плазме. При этом, упражнения высокой интенсивности влияют на секреторный процесс коры надпочечников и запускают выработку кортизола у взрослых и подростков [22,23]. Тяжелые тренировки значительно увеличивают количество кортизола в слюне сразу после тренировки. На схожие изменения относительно уровня глутамина в крови указано в исследованиях многих авторов [24]. Между тем, во время упражнений средней интенсивности его уровень остается почти стабильным [25,26]. Необходимо отметить, что упражнения на выносливость производят более высокий уровень кортизола в плазме, чем интенсивные упражнения [27,28]. Факторы психологического стресса могут способствовать повышению уровня кортизола [29,30]. Было высказано предположение о связи между уровнем кортизола в слюне и тревогой [31,32]. Следовательно, измерения кортизола в слюне могут выявить циркадный ритм спортсменов, помогая предотвратить синдром перетренированности. Стероидные гормоны, обнаруживаемые в слюне, включают кортизол, андрогены, включая тестостерон и дегидроэпиандростерон (ДГЭА), эстроге-

ны, прогестерон и альдостерон. Некоторые компоненты сыворотки могут свободно переноситься через богатую липидами клеточную мембрану в ацинарные клетки слюнной железы и диффундировать в слюну. Однако этот механизм применим только к некоторым жирорастворимым компонентам, таким как стероидные гормоны. Предполагается, что стероиды слюны являются более чувствительным маркером изменений, чем стероиды плазмы [33]. В наших исследованиях тестостерон в слюне в сочетании с кортизолом использовался в качестве маркера анаболического статуса, так как, уровень тестостерона в слюне является надежным индикатором его концентрации в плазме [34]. При этом, как тестостерон, так и кортизол могут значительно повышаться при гипертрофических тренировках [35]. Как показано в результатах, представленной в таблице, уровень тестостерона в слюне линейно увеличивается во время тренировки и достигает своего пика после окончания тренировки. Тестостерон в слюне, по-видимому, является ценным инструментом для оценки производительности спортсменов и их готовности тренироваться на определенном уровне интенсивности, а также помогает планировать тренировки для достижения оптимальных результатов. Это можно объяснить тем, что тестостерон способствует нервно-мышечной работоспособности и долгосрочному развитию мышц [36]. Изменения концентрации кортизола можно наблюдать сразу после тренировки, однако существуют различия во времени, необходимом для нормализации, независимо от применения и типа метода восстановления, на которые могут влиять налагаемые упражнения, их продолжительность и интенсивность. Однако при интенсивных тренировках на велоэргометре сразу после тренировки было обнаружено значительное увеличение уровня тестостерона ($p < 0,05$), который оставался повышенным через 30 минут по сравнению с уровнем до тренировки.

Наблюдаемые вариации тестостерона в слюне у спортсменов, могут оказывать прямое влияние на состав тела и изменения скелетных мышц, улучшая мышечную силу, а также анаболизм и катаболизм белков, среди прочего [37]. Корреляция между уровнем тестостерона в слюне и сыворотке, по-видимому, не различается у гребцов на байдарках и каноэ в состоянии покоя, хотя существуют различия между полом и возрастом.

Соотношение концентраций тестостерона/кортизола (Т:С), используемое нами в качестве индекса физической нагрузки, баланса анаболического/катаболического индикатора,

Таблица 1.

Концентрации биомаркеров в слюне гребцов на байдарках и каноэ.

Показатели	Этапы исслед.	Гребцы на байдарках, n=26	Группа контроля, n=12
Кортизол (нмоль/л)	I	3,67 ± 0,42	2,57 ± 0,21
	II	3,91 ± 0,48	3,71 ± 0,38
	III	4,17 ± 0,54*	6,19 ± 0,52
Св. тестостерон (пмоль/л)	I	456,00 ± 12,98	417,44 ± 16,63
	II	513,24 ± 16,73	462,21 ± 17,28
	III	661,78 ± 19,47*	503,32 ± 18,87
ИЛ-1 (пг/мл)	I	215,48± 15,23	112,48 ± 9,34
	II	239,67± 16,34*	119,87 ± 10,23
	III	204,12± 14,57*	124,56 ±11,67
ИЛ-6 (пг/мл)	I	4,19 ± 0,39*	2,42 ± 0,14
	II	9,59 ± 1,57*	6,51 ± 0,43
	III	18,04 ± 3,47*	10,34 ± 1,05
ФНО-α, (пг/мл)	I	38,67± 3,12*	15,31± 1,45
	II	26,32± 2,17*	10,78± 1,53
	III	16,48± 3,14*	7,31± 0,64

Примечание :* - достоверность различий $P < 0,05$ относительно показателей групп контроля

где снижение Т:С указывало на недостаточное восстановление после физической нагрузки и может иметь негативные последствия, на восстановление поврежденных скелетных мышц и могут приводить к развитию синдрома перетренированности [11,28,36].

В исследованиях Смит Л.Л. (2000), доказано, что достоверное повышение уровня ИЛ-6 на нормофизиологическом уровне избирательно стимулирует липолиз в скелетных мышцах, тогда как жировая ткань не затрагивается.

В настоящее время существует множество различных биомаркеров, которые используются для оценки эффективности физических упражнений. К ним относятся, биохимические биомаркеры, такие как цитокины, гормоны и метаболические маркеры [39,40,41]. Хотя эти биомаркеры полезны, существует потребность в более надежных и точных биомаркерах, которые могут дать более точную информацию о влиянии физических упражнений на организм. Одними из наиболее перспективных биомаркеров для оценки эффективности методик являются цитокины [42]. Цитокины — это сигнальные молекулы, которые участвуют в иммунных и воспалительных реакциях и играют главную роль в регуляции состояния организма на физической нагрузке [43]. Измеряя уровни цитокинов до и после тренировки, можно определить эффективность различных видов упражнений в результате особых иммунных и воспалительных процессов. Как известно, ИЛ-1 активирует широкий спектр генов, включая те, которые обеспечивают кодирование цитокинов, тем самым увеличивая собственную экспрессию, а также экспрессию ИЛ-2 и ИЛ-6 [44]. ИЛ-1 оказывает провоспалительное и дегенеративное действие на поверхность суставов [45] и способствует дегенерации хряща.

Наиболее изученным и описанным провоспалительным цитокином при физической активности является ИЛ-6. Он продуцируется не только иммунными клетками (Т- и В-лимфоцитами, НК-клетками и моноцитами), но и неиммунными клетками (глиальными клетками, гладкомышечными клетками, хондроцитами и астроцитами) [46]. ИЛ-6 является мощным медиатором фазы острой реакции, которая представляет собой каскад, инициирующий стрессоры, такие как устойчивость, повреждение тканей или тяжелая физическая активность. Этот механизм предназначен для предотвращения дальнейших повреждений и инициирования процессов восстановления [47]. ИЛ-6 оказывает противовоспалительное действие путем введения противовоспалительных цитокинов [48]. Молекулярные исследования показали, что двойное действие ИЛ-6 зависит от передачи сигналов клетками. Растворимые рецепторы ИЛ-6 переключаются с провоцирующим эффектом, а рецепторы Gp130 — с противовоспалительным эффектом [49]. Анализ показателей уровня ИЛ-6 в слюне у гребцов на байдарках и каноэ показало в подавляющее большинство исследований на увеличение содержания ИЛ-6 во все этапы исследования. Однако величина этого увеличения, как показывают полученные результаты зависит от продолжительности тренировок, их мощности и психологического настроя.

Как известно, TNF- α в основном продуцируется макрофагами и адипоцитами. Он является основным медиатором острой воспалительной реакции [50]. Его основная связанная функция — стимулировать лейкоциты, сигнализирующие участки клеток, и активировать их для уничтожения циклов и активировать участки [51]. В передаче сигналов TNF участвуют два рецептора: TNFR1 и TNFR2. TNFR1 конституционально экспрессируется на клетках большинства типов, и его сигналы передачи в основном являются провоспалительной и апоптотической. TNFR2 в основном ограничен эндотелиальными клетками, эпителиальными клетками и субпопуляциями иммунных клеток, а его передача сигналов является противовоспалительной и способствует пролиферации клеток [52,53]. Как и в случае с большинством цитокинов, реакция TNF- α на физическую нагрузку во многом зависит от интенсивности тренировки. Исследования показали, что регулярные физические упражнения вызывают подавление TNF- α с помощью ИЛ-6, стимулируя появление противовоспалительных цитокинов, таких как ИЛ-10, что согласуется исследованиями [54]. Было высказано предположение, что повышение уровня TNF- α при напряженных тренировках вызвано повреждением мышц во время тренировки [69]. Экспрессия TNF- α в скелетных мышцах увеличивается во время эксцентрических упражнений, что приводит к повреждению мышц, хотя преобразование мРНК TNF- α в другое не обнаружено [56-68]. Одним из причин использования цитокинов в качестве биомаркеров у гребцов на байдарках и каноэ является возникновение синдрома перетренированности у спортсменов. Это основано на гипотезе о том, что иници-

атором возникновения синдрома перетренированности являются повреждения мышечной, скелетной или суставной систем на фоне физических усилий. Рассматриваемая травма относится к таким ситуациям, как продолжение тренировки после острой травмы без адекватного периода восстановления, что может привести к ухудшению исходного состояния и прогрессированию образования «естественной» травмы, связанной с физической формой. Предполагается, что возникшее повреждение вызывает выброс воспалительных факторов, например цитокинов. Отличительной чертой ОТС являются интенсивные тренировки и ограниченный отдых, что вызывает хроническое состояние здоровья. В этом случае провоспалительные цитокины IL-1 β , IL-6 и TNF- α могут быть биомаркерами для выявления синдрома перетренированности в качестве индикатора мышечного повреждения [61]. В свою очередь, исследование цитокинов в качестве биомаркеров у гребцов на байдарках и каноэ, может принести множество преимуществ, таких как улучшение состояния тренировок, раннее проявление перетренированности и риска травм, персонализированные программы тренировок, объективные терапевтические вмешательства и лучшее понимание процессов. В свою очередь, использование цитокинов в качестве биомаркеров может позволить разработать персонализированные программы тренировок, адаптированные к индивидуальному режиму физической тренировки. В заключение отметим, что будущее использование цитокинов в качестве биомаркеров для оценки эффективности тренировок (особенно среди профессиональных спортсменов) может дать определенные преимущества. Однако для того, чтобы это произошло, необходимы более масштабные исследования, включающие как спортсменов, так и группы, не занимающиеся тренировками. Кроме того, продолжая исследования в этом направлении, у нас есть возможность лучше понять закономерности физической атлетики и то, как они существуют у разных людей. Это может привести к новому пониманию физических упражнений на организме, новым стратегиям, оптимизации программ тренировок и предотвращению травм, а также использованию физической активности для профилактики.

Использованная литература:

1. Андерсон, Т.; Хааке, С.; Лейн, Арканзас; Хакни, А.С. Изменения уровня тестостерона, кортизола и интерлейкина-6 в слюне в состоянии покоя как биомаркеры перетренированности. Балт. Ж. Спортивное здоровье. 2016 , 101 , 2–7.
2. Бадд Х., Пьетрасик-Кендиорра С., Бом С., Фолькер-Рехадж К. Гормональные реакции на физический и когнитивный стресс в школьной среде. Неврология. Летт. 2010 г.; 474 : 131–134.
3. Бакурау RFP, Бассит Р.А., Савада Л., Наварро Ф., Мартинс Э., Роза Л. Углеводные добавки во время интенсивных тренировок и иммунный ответ велосипедистов. Клини. Нутр. 2002 г.; 21 : 423–429.
4. ВанБругген, доктор медицины; Хакни, АС; МакМюррей, Р.Г.; Ондрак, К.С. Взаимосвязь между уровнями кортизола в сыворотке и слюне в ответ на различную интенсивность физических упражнений. Межд. Дж. Спортивная физиол. Выполнять. 2011 , 6 , 396–407.
5. Вуд С.Дж., Клоу А., Хаклбридж Ф., Лоу Р., Смит Н. Физическая подготовка и предшествующая физическая активность связаны с меньшей секрецией кортизола во время психосоциального стресса. Борьба со стрессом при тревоге. 2018 год; 31 : 135–145.
6. Виру А., Виру М. Предварительная подготовка выступлений в силовых видах спорта эндогенным тестостероном: Памяти профессора Кармело Боско. Ж. Условие прочности. Рез. 2005 г.; 19 :6–8.
7. Гозанский В.С., Линн Дж.С., Лауденслэгер М.Л., Корт В.М. Кортизол в слюне, определяемый иммуноферментным анализом, предпочтительнее общего кортизола в сыворотке для оценки динамической активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Клини. Эндокринолог. 2005 г.; 63 :336–341.
8. Глисон М., Ниман Д.С., Педерсен Б.К. Физические упражнения, питание и иммунная функция. Дж. Спортивная наука. 2004 г.; 22 : 115–125.
9. Гоф П., Майлс И.А. Рецепторы фактора некроза опухоли: плейотропные сигнальные комплексы и их дифференциальные эффекты. Передний. Иммунол. 2020; 11 :585880.
10. Дэвис К.Т., Фью Дж.Д. Влияние физических упражнений на функцию коры надпочечников. Дж. Прил. Физиол. 1973 год; 35 : 887–891.
11. Кук Нью-Джерси, Рид Г.Ф., Уокер Р.Ф., Харрис Б., Риад-Фахми Д. Изменения активности надпочечников и яичек, наблюдаемые с помощью анализа слюны у мужчин во время марафонского забега. Евро. Дж. Прил. Физиол. 1986 год; 55 : 634–638.

12. Крютер Б.Т., Кристиан К. Взаимосвязь между концентрацией тестостерона и кортизола в слюне и тренировочными показателями тяжелоатлетов-олимпийцев. Дж. Спортивная медицина. Физ. Соответствовать. 2010 г.; 50 : 371–375.
13. Киршбаум К., Хеллхаммер Д. Х. Кортизол слюны в психонейроэндокринных исследованиях: последние разработки и применения. Психонейроэндокринология. 1994 год; 19 : 313–333.
14. Кремер В.Дж., Маркителли Л., Гордон С.Е., Харман Э., Дзиадос Дж.Э., Мелло Р., Фрикман П., Маккарри Д., Флек С.Дж. Гормональные реакции и реакции факторов роста на протоколы упражнений с тяжелыми отягощениями. Дж. Прил. Физиол. 1990 год; 69 : 1442–1450.
15. Кениг А., Мюльбауэр Р.Ц., Флейш Х. Фактор некроза опухоли альфа и интерлейкин-1 стимулируют резорбцию костей *in vivo*, что способствует выделению с мочой [3 H]тетрациклина у предварительно меченых мышей. Дж. Боун Майнер. Рез. 1988 год; 3 :621–627.
16. Крейн Л.Дж., Миллер Д.Л. Индукция белков изолированными гепатоцитами. Мол. Клетка. Биохим. 1983 год; 53–54 : 89–109.
17. Кастелл Л.М., Портманс Дж.Р., Леклерк Р., Брассер М., Дюшато Дж., Ньюсхолм Е.А. Некоторые аспекты: состояние острой фазы после марафонского забега и эффекты воздействия глутамина. Евро. Дж. Прил. Физиол. Оккупировать. Физиол. 1997 год; 75 : 47–53.
18. Крейгхед Д.Х., Хайнбокель Т.К., Фриберг К.А., Россман М.Дж., Джекман Р.А., Янковски Л.Р., Гамильтон М.Н., Зиэмба Б.П., Рейс Дж.А., Д'Алессандро А. и др. Эффективная по времени силовая тренировка мышц при пониженном кровяном давлении улучшает состояние эндотелия, биодоступность NO и окислительный стресс у людей среднего возраста и повышает у людей артериальное артериальное давление выше нормы. Варенье. Сердечный доц. 2021 год; 10 :e020980.
19. Ладер М. Тревога и депрессия. В: Гейл А., Эдвардс Дж.А., редакторы. Физиологические корреляты человеческого поведения III: индивидуальные различия и психопатология. Академическая пресса; Лондон, Великобритания: 1983. стр. 155–167.
20. Ли Э.К., Фрагала М.С., Кавурас С.А., Куин Р.М., Прайор Дж.Л., Casa DJ. Биомаркеры в спорте и физических упражнениях: отслеживание здоровья, продуктивности и здоровья спортсменов. J. Условие прочности. Рез. 2017 год; 31 : 29:20–2937.
21. Маседо Сантьяго Л.А., Нето Л.Г.Л., Борхес Перейра Г., Лейте Р.Д., Мостарда К.Т., де Оливейра Брито Монзани Дж., Соуза В.Р., Родригес Пиньейру АХМ, Наварро Ф. тренировки с отягощениями Исследование на иммуновоспалительные реакции, ФНО-экспрессия альфа-гена и состав тела у женщин. Дж. Старение Рез. 2018 год; 2018 : 1467025.
22. Молдовяну А.И., Шепард Р.Дж., Шек П.Н. Цитокиновый ответ на физическую активность и тренировку. Спорт Мед. 2001 г.; 31 : 115–144.
23. Морли Дж. Э., Перри Х. М., Патрик П., Доллбаум С. М., Келлс Дж. М. Валидация слюнного тестостерона в качестве скринингового теста на мужской гипогонадизм. Стареющий мужчина. 2006 г.; 9 : 165–169.
24. Меузен Р., Дюкло М., Глисон М., Ритдженс Г., Штайнакер Дж., Урхаузен А. Профилактика, диагностика и лечение синдрома перетренированности. Европейский журнал спортивной науки. 2006 г.; 6 (1): 1–14.
25. Минетто М, Райнольди А, Гаццони М, Терзоло М, Боррионе П, Термине А, Пакотти П. Дифференциальные реакции интерлейкина-6 сыворотки и слюны на острую напряженную физическую нагрузку. Европейский журнал прикладной физиологии. 2005 г.; 93 (5–6): 679–686.
26. Нири Дж. П., Малбон Л., Маккензи Д. С. Взаимосвязь между сывороткой, слюной и мочевым кортизолом и ее влияние во время восстановления после тренировки. Дж. Наук. Мед. Спорт. 2002 г.; 5 : 108–114.
27. Ниман Д.К., Нельсен-Каннарелла С.Л., Фагоага О.Р., Хенсон Д.А., Шеннон М., Хьертман Дж.М.Э., Шмитт Р.Л., Болтон М.Р., Остин М.Д., Шиллинг Б.К. и др. Иммунная функция у элитных гребцов и женщин.
28. Ортега Э., Коллазос М.Э., Мейнар М., Баррига К., Де ла Фуэнте М. Стимуляция фагоцитарной функции нейтрофилов у малоподвижных мужчин после острой умеренной нагрузки. Евро. Дж. Прил. Физиол. Оккупировать. Физиол. 1993 год; 66 :60–64.
29. Островски К., Роде Т., Зачо М., Асп С., Педерсен Б.К. Доказательства того, что интерлейкин-6 вырабатывается в скелетных мышцах человека во время длительного бега. Ч. 3 Ж. Физиол. 1998 год; 508 : 949–953.
30. Островски К., Роде Т., Асп С., Шерлинг П., Педерсен Б.К. Баланс про- и противовоспалительных цитокинов при напряженных физических нагрузках у людей. Дж. Физиол. 1999 год; 515 : 287–291.
31. Перлмуттер П., ДеРоуз Г., Самсон К., Линехан Н., Сен Ю., Бегдаш Л., Вон Д., Ко А. Реакция кортизола пота и слюны на стресс и факторы питания. наук. Республика 2020; 10 :19050. doi:
32. Педерсен Б.К., Феббрайо М.А. Мыши как эндокринный орган: фокус на интерлейкине-6, полученном из мышц. Физиол. Версия 2008 г.; 88 : 1379–1406.
33. Претолани М. Интерлейкин-10: противовоспалительный цитокин с терапевтическим потенциалом. Клини. Эксп. Аллергия. 1999 год; 29 : 1164–1171.
34. Пик Дж.М., Сузуки К., Хордерн М., Уилсон Г., Носака К., Кумбс Дж.С. Изменения цитокинов в ткани в зависимости от интенсивности упражнений и повреждения мышц. Евро. Дж. Прил. Физиол. 2005 г.; 95 : 514–521.
35. Петерсен А.М., Педерсен Б.К. Противовоспалительный эффект физических упражнений. Дж. Прил. Физиол. 2005 г.; 98 : 1154–1162
36. Робсон-Ансли П.Дж., де Миландер Л., Коллинз М., Ноукс Т.Д. Острое введение интерлейкина-6 ухудшает спортивные результаты у здоровых, тренированных бегунов-мужчин. Канадский журнал прикладной физиологии. 2004 г.; 29 (4): 411–418. [PubMed] [Академия Google]

37. Робсон П. Выяснение необъяснимого синдрома низкой производительности у спортсменов, занимающихся выносливостью: гипотеза интерлейкина-6. Спортивная медицина. 2003 г.; 55 (10): 771–781.
38. Рахман М.С., Чжао Х., Лю Дж.Дж., Торрес Э.К., Тиберт Б., Кумар П., Калдо В., Линдефорс Н., Форселл Ю., Лавебратт К. Упражнения снижают утренний уровень кортизола в слюне у пациентов с депрессией. Мол. Нейропсихиатрия. 2019 год; 4 : 196–203.
39. Робсон П.Дж., Бланнин А.К., Уолш Н.П., Кастелл Л.М., Глисон М. Влияние интенсивности, продолжительности и восстановления упражнений на функцию нейтрофилов *in vitro* у спортсменов мужского пола. Межд. Дж. Спортивная медицина. 1999 год; 20 :1–8.
40. Ронсен О., Леа Т., Бахр Р., Педерсен Б.К. Повышенная реакция плазменных Ил-6 и Ил-1 α на повторных и одиночных циклах длительной езды на велосипеде у элитных спортсменов. Дж прил. Физиол. 2002 г.; 92 : 2547–2553.
41. Смит Л.Л. Цитокиновая гипотеза перетренированности: физиологическая адаптация к чрезмерному стрессу? Медицина и наука в спорте и физических упражнениях. 2000 г.; 32 (2): 317–331.
42. Crewther BT, Sanctuary CE, Kilduff LP, Carruthers JS, Gaviglio CM, Cook SJ. Реакция на тренировки концентраций тестостерона и кортизола без слюны и их связь с последующими результатами соревнований в профессиональной лиге регби. J. Условие прочности. Рез. 2013; 27 : 471–476.
43. Staessen J, Fiocchi R, Fagard R, Hespel P, Amery A. На чувствительность барорефлекса сонных артерий в покое и во время физических упражнений не влияет антагонизм опиоидных рецепторов. Евро. Дж. Прил. Физиол. Оккупировать. Физиол. 1989 год; 59 : 131–137.
44. Стивенсон Л.А., Колка М.А., Франческони Р., Гонсалес Р.Р. Циркадные изменения активности ренина плазмы, катехоламинов и альдостерона во время физических упражнений у женщин. Евро. Дж. Прил. Физиол. Оккупировать. Физиол. 1989 год; 58 : 756–764.
45. Симс Дж. Э., Смит Д. Е. Семейство IL-1: регуляторы иммунитета. Нат. Преподобный Иммунол. 2010 г.; 10 :89–102.
46. Сузуки К., Ямада М., Куракаке С., Окамура Н., Ямая К., Лю К., Кудо С., Коватари К., Накадзи С., Сугавара К. Циркулирующие цитокины и гормоны с иммуносупрессивным, нотрофильным механизмом. Потенциальный прайминг проводится после упражнений на выносливость у людей. Евро. Дж. Прил. Физиол. 2000 г.; 81 : 281–287.
47. Старки Р.Л., Роллан Дж., Ангус Д.Д., Андерсон М.Дж., Феббрайо М.А. Циркулирующие моноциты не являются значительным повышением уровней ИЛ-6 и TNF-альфа в плазме после длительного бега. Являюсь. Дж. Физиол. Клеточная Физиол. 2001 г.; 280 : C769–C774.
48. Смит Л.Л. Цитокиновая гипотеза перетренированности: последовательная адаптация к усилению стресса? Мед. наук. Спортивное время. 2000 г.; 32 :317.
49. Томас Н.Э., Лейшон А., Хьюз М.Г., Дэвис Б., Грэм М., Бейкерм Дж.С. Влияние анаэробных упражнений на уровень кортизола, тестостерона и иммуноглобулина в слюне (А) у мальчиков в возрасте 15–16 лет. Евро. Дж. Прил. Физиол. 2009 г.; 107 : 455–461.
50. Тэм К.С., Фрост Э.А., Се В., Руд Дж., Равуссин Э., Редман Л.М. Команда Пеннингтона КАЛЕРИ. Никакого влияния ограничения калорий на уровень кортизола в слюне у мужчин и женщин с избыточным весом. Метаболизм. 2014 г.; 63 : 194–198.
51. Тезема Г., Джордж М., Мондал С., Мативана Д. Сывороточные сердечные маркеры обратно влияют на VO₂max у спортсменов-любителей в ответ на адаптацию к тренировкам на выносливость. Открытые спортивные выступления VMJ. Мед. 2019 год; 5 : e000537.
52. Тофт А.Д., Йенсен Л.Б., Бруунсгаард Х., Ибфельт Т., Халкьер-Кристенсен Дж., Феббрайо М., Педерсен Б.К. Цитокиновый ответ на эксцентрические упражнения у молодых и платных людей. Являюсь. Дж. Физиол. Клеточная Физиол. 2002 г.; 283 : C289–C295.
53. Урхаузен А., Габриэль Х., Киндерманн В. Гормоны крови как маркеры тренировочного стресса и перетренированности. Спортивная медицина. 1995 год; 20 (4): 251–276.
54. Ушики К., Цунэкава К., Сёхо Ю., Марта Л., Исигаки Х., Мацумото Р., Янагава Ю., Накадзава А., Ёсида А., Накадзима К. и др. Оценка стресса, вызванного физической нагрузкой, путем автоматического измерения концентрации кортизола в слюне в пределах циркадного ритма у японских бегунов на длинные дистанции. Спорт Мед. Открыть. 2020; 6:38 .
55. Уилмор Дж. Х., Костилл Д. Л. Физиология спорта и тренировок. 2-е изд. Редактор Маноле; Сан-Паулу, Бразилия: 2001 г.
56. Филер Э., Лак Г. Дегидроэпиандростерон (ДГЭА), а не тестостерон, демонстрирует андрогенную реакцию слюны на физические упражнения у элитных гандболисток. Межд. Дж. Спортивная медицина. 2000 г.; 21 :17–20.
57. Феррейра В.Л., Борба Х.Л., Бонетти Ад.Ф., Леонарт Л., Понтароло Р. Цитокины и интерфероны: виды и функции. ИнтехОпен; Вена, Австрия: 2018.
58. Фекедулеги Д., Иннес К., Эндрю М.Э., Тинни-Зара К., Чарльз Л.Е., Эллисон П., Виоланти Дж.М., Нокс С.С. Качество сна и кортизоловая реакция на пробуждение (CAR) среди сотрудников правоохранительных органов: сдерживающая роль физической активность в свободное время. Психонейроэндокринология. 2018 год; 95 : 158–169.
59. Хакни АС. Стресс и нейроэндокринная система: роль физических упражнений как фактора стресса и модификатора стресса. Экспертное обозрение эндокринологии и обмена веществ. 2006 г.; 1 (6): 783–792.
60. Хакни А., Вальц Э. Гормональная адаптация и стресс от физических упражнений: роль глюкокортикоидов. Тенденции спортивной науки. 2013; 4 (20): 165–171.

61. Хантер К.А., Джонс С.А. IL-6 как ключевой цитокин для здоровья и болезней. *Нат. Иммунол.* 2015 г.; 16 : 448–457.
62. Хименес-Мальдонадо А., Монтеро С., Лемус М., Серна-Кортес Х., Родригес-Эрнандес А., Мендоса М.А., Мельников В., Гамбоа-Домингес А., Муньис Х., Вирхен-Ортис А. , и другие. Хронические физические формы умеренной и высокой степени снижают уровень фактора некроза опухоли печени Альфа и изменения площади островков Лангерганса у здоровых крыс. *Ж. Опорно-двигательный аппарат. Нейрональное взаимодействие.* 2019 год; 19 : 35-37
63. Хейр Р., Стеллваген Д. TNF-опосредованная гомеостатическая синаптическая пластичность: от моделей *in vitro* к моделям *in vivo*. *Передний. Клетка. Неврология.* 2020; 14 :565841.
64. Хамада К., Ванье Э., Сачек Дж. М., Витселл А. Л., Рубенофф Р. Старение скелетных мышц человека поражает местный воспалительный ответ цитокинов на острые эксцентрические движения. *ФАСЭБ Дж.* 2005 г.; 19 : 264–266
65. Чжан Ж.-М., Ан Дж. Цитокины, запасы и боль. *Межд. Анестезиол. Клин.* 2007 г.; 45 : 27–37.
66. Шнейер Л.Х. Содержание амилазы в отдельных слюнных выделениях человека. *Дж. Прил. Физиол.* 1956 год; 9 : 453–455.
67. Шимоджо М., Рикеттс М.Л., Петрелли М.Д., Моради П., Джонсон Г.Д., Брэдвелл А.Р., Хьюисон М., Хауи А.Дж., Стюарт П.М. Иммунодетекция 11-бетагидроксистероиддегидрогеназы типа 2 в тканях-мишенях минералокортикоидов человека: данные о ядерной локализации. *Эндокринология.* 1997 год; 138 : 1305–1311.
68. Эк М.В., Беркхоп Х., Николсон Н., Сулон Дж. Влияние воспринимаемого стресса, черт характера, состояний настроения и стрессовых ежедневных событий на кортизол в слюне. *Психосома. Мед.* 1996 год; 58 : 447–458.
69. Юримяэ Й., Вайксаар С., Чистка П. Реакция циркулирующих воспалительных цитокинов на проявление выносливости у женщин-гребцов. *Межд. Дж. Спортивная медицина.* 2018 год; 39 : 1041–1048.