ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ / HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.130.55

ИММУННЫЙ ГОМЕОСТАЗ У СПОРТСМЕНОВ В УСЛОВИЯХ КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ

Научная статья

Троценко А.А.[1, *], Щербина Ф.А.[2], Каравацкая Н.А.[3], Щербина А.Ф.[4], Шелков М.В.[5], Попов А.А.[6]
[1] ORCID : 0000-0002-4590-0550;
[2] ORCID : 0000-0002-0577-6866;
[4] ORCID : 0000-0003-2489-7978;
[1, 2] Мурманский арктический государственный университет, Мурманск, Российская Федерация
[3, 4, 6] Московский государственный институт культуры, Химки, Российская Федерация
[4, 4] Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация
[5] Мурманский государственный технический университет, Мурманск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (trotcenko2007[at]yandex.ru)

Аннотация

Цель работы – изучить состояние системы иммунитета в соревновательном микроцикле у спортсменов Кольского Севера в период полярной ночи. Обследовано 20 спортсменов мужчин, уроженцев Арктической зоны России, специализирующихся в борьбе самбо в возрасте 17-19 лет. Показано, что тренировочные нагрузки спортсменов-борцов в течение двухнедельного микроцикла (МКЦ) приводят к достоверному изменению фагоцитарной активности поли- и мононуклеаров, а также вызывают существенные сдвиги показателей Т – и В – системы иммунитета. Состояние иммунного гомеостаза у спортсменов в период подготовки и участия в соревнованиях в условиях Кольского Севера является маркером готовности спортсмена к решающим состязаниям.

Ключевые слова: спортсмены, гомеостаз, фагоцитарная активность, иммунный статус, Кольский Север.

IMMUNE HOMEOSTASIS IN ATHLETES IN THE KOLA ARCTIC

Research article

Trotsenko A.A.[1, *], Shcherbina F.A.[2], Karavatskaya N.A.[3], Shcherbina A.F.[4], Shelkov M.V.[5], Popov A.A.[6]
[1] ORCID : 0000-0002-4590-0550;
[2] ORCID : 0000-0002-0577-6866;
[4] ORCID : 0000-0003-2489-7978;
[1, 2] Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russian Federation
[3, 4, 6] Moscow State Institute of Culture, Khimki, Russian Federation
[4, 4] Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation
[5] Murmansk State Technical University, Murmansk, Russian Federation

* Corresponding author (trotcenko2007[at]yandex.ru)

Abstract

The aim of the work is to investigate the state of the immune system in the competitive microcycle in the athletes of the Kola North during the polar night. 20 male athletes, natives of the Arctic zone of Russia, specializing in sambo at the age of 17–19 years old were examined. It was shown that the training loads of male wrestlers during the two-week microcycle (MC) lead to a significant change in the phagocytic activity of poly- and mononuclear cells, as well as cause significant shifts in the T – and B – immunity system. The state of immune homeostasis in athletes during preparation and participation in competitions in the conditions of the Kola North is a marker of the athlete's readiness for key competitions.

Keywords: athletes, homeostasis, phagocytic activity, immune status, Kola North.

Введение

Высокие широты характеризуются многочисленными экстремальными факторами, которые оказывают существенное влияние на организм человека. В условиях Кольского Заполярья трудовая деятельность человека сопровождается функциональной перестройкой организма, более значительным функциональным напряжением организма, чем при труде идентичной тяжести в других климатических регионах и вызывает более быстрое истощение функциональных резервов организма [8]. Установлено, что спортсмены находятся в состоянии физического и психоэмоционального напряжения, а иногда и перенапряжения в период подготовки и участия в соревнованиях. При этом уровень стрессогенности психических и физических нагрузок зависит от индивидуально-типологических особенностей индивидуума и также от конкретных условий [6], [7]. Особую актуальность данная проблема приобретает в Заполярье, где климатические и эколого-социальные условия предъявляют повышенные требования к функционированию организма человека**.** Выявлено, что анализ иммунного гомеостаза у спортсменов позволяет оценить уровень напряженности адаптационных механизмов к психофизической нагрузке [5], [10]. Установлено, что система мононуклеарных фагоцитов (СМФ) инициирует иммунный ответ, а также сама обладает фагоцитарной активностью. Можно предполагать, что в период интенсивного тренировочного процесса, предшествующего соревнованиям, могут возникать заболевания различного генеза и нарушение функционирования клеток СМФ играет существенную роль в патогенезе заболеваний. Как известно, микроциклы являются основой тренировочного процесса, предшествующего соревнованиям [1], [4]. В связи с вышеуказанным, изучение влияния физических нагрузок (МКЦ)

на состояние иммунного статуса является актуальным, так как позволяет оценить степень адекватности психофизических нагрузок и предупредить срыв механизмов адаптации у спортсменов [2], [3].

Цель работы – изучить состояние системы иммунитета в соревновательном микроцикле у спортсменов Кольского Севера в период полярной ночи.

Предполагалось, что специальные физические упражнения смешанной и анаэробной направленности в течение двухнедельного микроцикла достоверно повлияют на активность фагоцитоза нейтрофилов, индуцированную и спонтанную хемилюминесценцию нейтрофилов, активность фагоцитоза моноцитов, а также лейкограмму периферической крови спортсменов.

Материалы и методы исследования

Обследовано 20 спортсменов мужчин, уроженцев Арктической зоны России, специализирующихся в борьбе самбо в возрасте 17-19 лет (М-18,7; m ± 0,18), из них 90,7% были спортсмены первых разрядов и 9,3% являлись кандидатами в мастера спорта. Все участники подписали информированное согласие на исследование, которое проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Тренировочная нагрузка в течение двухнедельного цикла составляла в среднем 7000 -7100 усл. ед., а средняя интенсивность тренировки составляла 9,2 балла. Специальные физические упражнения смешанной и анаэробной направленности (скоростно-силовые упражнения, схватки) составляли 65% от общего объема тренировочной нагрузки двухнедельного микроцикла (МКЦ). В процессе реализации тренировочной программы проведено два пика ударных волн физических нагрузок. Двухнедельная тренировочная подготовка заканчивалась участием спортсменов в соревнованиях. Повторное обследование респондентов проводили через 24 ч. после участия в соревнованиях. Забор крови проводили медики специализированного медицинского центра «Гларус» (в рамках планового медицинского осмотра спортсменов). Изучена активность фагоцитоза нейтрофилов, индуцированная и спонтанная хемилюминесценция нейтрофилов, активность фагоцитоза моноцитов, а также лейкограмма периферической крови спортсменов.

Для исследования фагоцитарной активности нейтрофилов и моноцитов с применением люминесцентного микроскопа «Люмам» с микрофлуориметрической насадкой традиционно применялись дрожжи вида *S. Cerevisiae*. Весь процесс фагоцитоза в норме (70-100%) завершается через 1–1,5 ч. полным лизисом поглощенных дрожжей и визуально наблюдается в цитоплазме нейтрофила в виде пустых эндовакуолей с постепенным изменением цвета цитоплазмы от ярко-зелёного до ярко-оранжевого. Лейкограмму периферической крови испытуемых определяли по методике Шиллинга в четырёх участках мазка крови (четырёхпольный метод). Всего в мазке подсчитывали 100-200 клеток (лейкоциты всего, нейтрофилы, моноциты, лимфоциты в %) [11].

Достоверность полученных результатов исследования оценивали с помощью статистического критерия – углового преобразования Фишера ($\varphi_{эмпир}$*), сравнивая его с критическим значением $\varphi_{кр}$=1,59) для зависимых выборок, сравниваемых попарно в соответствии со статистическим уровнем значимости ($p \leq 0,01$ или $p \leq 0,05$) с учетом коэффициента дисперсии. Вероятность групповой ошибки контролировалась с помощью коррекции Бонферрони, а критический уровень значимости составлял 0,015.

Результаты исследования и обсуждение

У борцов после двухнедельного микроцикла наблюдалось более высокое, чем до начала содержание лейкоцитов в крови (n=20; $\varphi_э$*=2,90>$\varphi_{кр}$=1,59; $p \leq 0,01$). При этом абсолютное количество лимфоцитов достоверно не изменилось (n=20; $\varphi_э$*=0,89<$\varphi_{кр}$=1,59; $p \leq 0,05$), а содержание нейтрофилов и моноцитов существенно и достоверно увеличилось (n=20; $\varphi_э$*=4,15>$\varphi_{кр}$=1,59; $p \leq 0,01$) (Табл. 1).

Таблица 1 - Лейкограмма у спортсменов под влиянием физических нагрузок двухнедельного микроцикла

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.130.55.1

Показатели	Статистические показатели	Перед двухнедельным микроциклом (n=20)	После двухнедельного микроцикла (n=20)
Лейкоциты, %	M ± m p	5,61 ± 0,69	7,14 ± 0,37 ≤ 0,01
Нейтрофилы, %	M ± m p	38,00 ± 1,32	45,12 ± 2,34 ≤ 0,01
Моноциты, %	M ± m p	3,0 ± 1,20	6,25 ± 1,02 ≤ 0,01
Лимфоциты, %	M ± m p	58,43 ± 3,45	56,23 ± 3,45 ≤0,05

Примечание: p − уровень значимости различий по сравнению с исходными и итоговыми показателями спортсменов двухнедельного микроцикла

Характеристика функциональной активности лейкоцитов после двухнедельного микроцикла также значительно и достоверно изменилась по сравнению с предыдущим исследованием (Табл. 2).

Таблица 2 - Состояние иммунологических показателей у спортсменов до и после тренировочных микроциклов

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.130.55.2

Показатели	Статистические показатели	Перед двухнедельным микроциклом	После двухнедельного микроцикла
Фагоцитарная активность нейтрофилов, %	M ± m p	85,30 ± 3,34	95,12 ± 1,40 p ≤ 0,01
Активность (интенсивность) фагоцитоза нейтрофилов	M ± m p	360,5 6 ± 13 ,54	540,23 ± 25,67 p ≤ 0,001
Индуцированная хемилюминесценция нейтрофилов, относительный критерий	M ± m p	210,45 ± 34,23	423,12 ± 45,12 p ≤ 0,01
Лизосомальная активность нейтрофилов, усл./ед.	M ± m p	305,45 ± 34,23	546,23 ± 19,13 p ≤ 0,01
Активность (интенсивность) фагоцитоза моноцитов, %	M ± m p	81,34 ± 3,49	94,65 ± 2,45 p≤ 0,01
Интенсивность фагоцитоза моноцитов	M ± m p	312,67 ± 21,12	412,07 ± 23,46 p ≤ 0,001
Лизосомальная активность моноцитов, усл. /ед.	M ± m p	136,40 ± 21,12	245,50 ± 15,23 p ≤ 0,001
Т – лимфоциты, %	M ± m p	28,10 ± 1,67	16,23 ± 4,34 p ≤ 0,05

*Примечание: n=20; $\varphi_э$*среднее=3,55>$\varphi_{кр}$=1,59*

Повышение фагоцитарного потенциала нейтрофилов и моноцитов свидетельствует о значительном напряжении механизмов защиты в течение двухнедельного микроцикла. У борцов отмечалось повышение интенсивности фагоцитоза моноцитов (ИФМ) и интенсивности фагоцитоза моноцитов (ИФН), а также отмечено повышение лизосомальной активности моноцитов (ЛАМ) и лизосомальной активности нейтрофилов (ЛАН), что отражает активацию деструктивных механизмов фагоцитов после двухнедельного микроцикла.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование показало, что нагрузки двухнедельного микроцикла приводили к повышению фагоцитарной активности нейтрофилов и моноцитов. Кроме того, наблюдались существенные, достоверные сдвиги показателей Т – лимфоцитов, т.е. специфической системы иммунитета. Важно понимать, что любые показатели функционального состояния спортсменов являются интегральными характеристиками, прямо и косвенно отражающими адаптационные возможности организма в целом. Результаты исследования могут быть полезны тренерам, готовящих к соревновательному периоду борцов-спортсменов, и самим спортсменам при соблюдении режима дня, тренировочного процесса особенно в восстановительный период с учетом полярной ночи.

А именно: целесообразно включать в тренировочный процесс двухнедельные микроциклы с интенсивными тренировками при подготовке к решающим стартам (состязаниям) в условиях Кольского Севера во время полярной ночи периодически за два-три месяца до соревнований, затем сделать восстановительную паузу не менее чем за неделю до стартов. Такой подход позволит снизить деструктивные механизмы функционирования фагоцитов и позволит восстановить, повысить функции специфической и неспецифической защиты организма.

Выводы:

1. Тренировочный процесс в рамках двухнедельного микроцикла вызывает глубокие сдвиги иммунологического гомеостаза.

2. У борцов после двухнедельного микроцикла наблюдалось более высокое, чем до начала содержание лейкоцитов в крови. При этом абсолютное количество лимфоцитов достоверно не изменилось, а содержание нейтрофилов и моноцитов существенно и достоверно увеличилось

3. Повышение фагоцитарного потенциала нейтрофилов и моноцитов свидетельствует о значительном напряжении механизмов защиты в течение двухнедельного микроцикла. У борцов отмечалось повышение интенсивности фагоцитоза моноцитов и интенсивности фагоцитоза моноцитов, а также отмечено повышение лизосомальной

активности моноцитов и лизосомальной активности нейтрофилов, что отражает активацию деструктивных механизмов фагоцитов.

Некорректно спланированный тренировочный процесс может привести к перенапряжению механизмов адаптации, а в дальнейшем и к заболеваниям. Данная проблема приобретает особую актуальность в Заполярье, где к механизмам адаптации предъявлены повышенные требования.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Афанасьева И.А. Иммунный гомеостаз у спортсменов высокой квалификации: дис. … докт. биол. наук / Афанасьева Ирина Александровна. — Смоленск, 2012. — 357 с.
2. Байгужин П.А. Функциональное состояние организма: технологии оценки в спорте и рекреационном туризме (обзор) / П.А. Байгужин, Д.З. Шибкова, А.В. Шевцов // Человек. Спорт. Медицина. — 2022. — Т. 22. — № 4. — С. 25-34.
3. Комарова А.В. Современные технологии диагностики функционального состояния спортсменов / А.В. Комарова // Физическая культура и спорт в условиях глобализации образования: материалы II международной научно-практической конференции, Чита, 6-7 ноября 2014 г. — Чита, 2014.
4. Першин Б.Б. Физические нагрузки и иммунологическая реактивность / Б.Б. Першин, А.Б. Гелиев, Д.В. Толстов // Аллергология и иммунология. — 2003. — № 3. — С. 46-64.
5. Попова О.Н. Климатогеофизическая характеристика Кольского Заполярья / О.Н. Попова, Ю.Ф. Щербина // Экология человека. — 2012. — № 5. — С. 3-7.
6. Стернин Ю.И. Особенности регуляции иммунной системы при высокой физической нагрузке / Ю.И. Стернин, Г.Ю. Кнорринг // Цитокины и воспаление. — 2007. — Т. 6. — № 2. — С. 63-68.
7. Таймазов В.А. Спорт и иммунитет / В.А. Таймазов, В.Н. Цыган, Е.Г. Макеева. — Санкт-Петербург, 2003. — 191 с.
8. Троценко А.А. Особенности формирования иммунитета на разных этапах жизненного цикла человека / А.А. Троценко // Международный научно-исследовательский журнал. — 2015. — № 6-2(37). — С. 40-42. — DOI: 10.18454/IRJ.2227-6017
9. Хватова М.В. Функциональное состояние человека как интегральная характеристика / М.В. Хватова // Вестник Тамбовского университета. Серия гуманитарные науки. — 2008. — № 3(59). — С. 22-27.
10. Щербина Ф.А. Дыхание человека в Арктике в сезоны световой апериодичности / Ф.А. Щербина, А.Ф. Щербина, Ю.Ф. Щербина. — Архангельск, 2018. — 134 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Afanas'eva I.A. Immunnyj gomeostaz u sportsmenov vysokoj kvalifikacii [Immune Homeostasis in Highly Qualified Athletes]: dis. … of PhD in Biological Sciences / Afanas'eva Irina Aleksandrovna. — Smolensk, 2012. — 357 p. [in Russian]
2. Bajguzhin P.A. Funkcional'noe sostojanie organizma: tehnologii ocenki v sporte i rekreacionnom turizme (obzor) [Functional State of the Body: Assessment Technology in Sports and Recreational Tourism (review)] / P.A. Bajguzhin, D.Z. Shibkova, A.V. Shevcov // Chelovek. Sport. Medicina [Human. Sport. Medicine]. — 2022. — Vol. 22. — № 4. — P. 25-34. [in Russian]
3. Komarova A.V. Sovremennye tehnologii diagnostiki funkcional'nogo sostojanija sportsmenov [Modern Technologies of Diagnostics of the Athletes' Functional State] / A.V. Komarova // Fizicheskaja kul'tura i sport v uslovijah globalizacii obrazovanija [Physical Training and Sports in the Conditions of Globalization in Education]: materials of 2nd International Scientific-practical Conference, Chita, November 6-7, 2014. — Chita, 2014. [in Russian]
4. Pershin B.B. Fizicheskie nagruzki i immunologicheskaja reaktivnost' [Physical Activity and Immunological Reactivity] / B.B. Pershin, A.B. Geliev, D.V. Tolstov // Allergologija i immunologija [Allergology and Immunology]. — 2003. — № 3. — P. 46-64. [in Russian]
5. Popova O.N. Klimatogeofizicheskaja harakteristika Kol'skogo Zapoljar'ja [Climatogeophysical Characteristics of the Kola Polar Region] / O.N. Popova, Ju.F. Shherbina // Jekologija cheloveka [Human Ecology]. — 2012. — № 5. — P. 3-7. [in Russian]
6. Sternin Ju.I. Osobennosti reguljacii immunnoj sistemy pri vysokoj fizicheskoj nagruzke [Features of Regulation of the Immune System under High Physical Exertion] / Ju.I. Sternin, G.Ju. Knorring // Citokiny i vospalenie [Cytokines and Inflammation]. — 2007. — Vol. 6. — № 2. — P. 63-68. [in Russian]
7. Tajmazov V.A. Sport i immunitet [Sport and Immunity] / V.A. Tajmazov, V.N. Cygan, E.G. Makeeva. — Saint Petersburg, 2003. — 191 p. [in Russian]
8. Trocenko A.A. Osobennosti formirovanija immuniteta na raznyh jetapah zhiznennogo cikla cheloveka [Features of the Formation of Immunity at Different Stages of the Human Life Cycle] / A.A. Trocenko // Mezhdunarodnyj nauchno-

issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2015. — № 6-2(37). — P. 40-42. — DOI: 10.18454/IRJ.2227-6017 [in Russian]

9. Hvatova M.V. Funkcional'noe sostojanie cheloveka kak integral'naja harakteristika [Functional State of a Person as an Integral Characteristic] / M.V. Hvatova // Vestnik Tambovckogo universiteta. Serija gumanitarnye nauki [Bulletin of the Tambov University. Series of Human Sciences]. — 2008. — № 3(59). — P. 22-27. [in Russian]

10. Shherbina F.A. Dyhanie cheloveka v Arktike v sezony svetovoj aperiodichnosti [Human Breathing in the Arctic in the Seasons of Light Aperiodicity] / F.A. Shherbina, A.F. Shherbina, Ju.F. Shherbina. — Arhangelsk, 2018. — 134 p. [in Russian]