

IV. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

ВЛИЯНИЕ ГЕМОМАГНИТОТЕРАПИИ НА ИММУННЫЙ СТАТУС И ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПОРТСМЕНОВ

Д.К. Зубовский, канд. мед. наук,

Белорусский государственный университет физической культуры

Изучение состояния системы иммунитета у спортсменов проводится исходя из знаний о роли иммунной системы в лимитировании физической работоспособности и об используемом в клинической медицине иммуномодулирующем действии низкоинтенсивного магнитного поля. В предлагаемой публикации кратко представлены результаты работы, отражающие возможности магнитотерапевтической коррекции функций иммунной системы в условиях высоких физических нагрузок.

INFLUENCE OF HAEMOMAGNETOTHERAPY ON THE IMMUNE STATUS AND PHYSICAL EFFICIENCY OF ATHLETES

A study of athletes' immune system is carried out on the basis of knowledge of its role in physical performance limitation and of the immunomodulatory effect of low-intensity magnetic field used in clinical medicine. The present publication summarizes the results of the work which reflect the possibilities of magnetotherapeutic correction of the immune system in conditions of high physical loads.

Введение. Одним из механизмов лимитирования работоспособности спортсменов является вторичный иммунодефицит, так как постоянные и продолжительные тренировки приводят к формированию у спортсменов транзиторных иммунодефицитных состояний [1, 2] и возвращение показателей иммунитета к нормальным значениям проводится с использованием иммуномодуляторов разной природы.

В течение последних лет мы исследуем эффективность низкоинтенсивной магнитотерапии как метода функциональной реабилитации в ходе тренировочного процесса [3].

Целью настоящего исследования явилось изучение возможности коррекции нарушений иммунного статуса у спортсменов циклических видов спорта различной степени подготовки с помощью метода гемомангнитотерапии (ГМТ).

Материалы и методы исследования. В исследовании участвовали 53 спортсмена-мужчины, представителей зимних циклических видов спорта (лыжные гонки, биатлон). Экспериментальную группу (ЭГ) № 1 составили 24 высококвал-

лифицированных спортсмена (I р. – 4, КМС – 13, МС – 6, МСМК – 1). Средний возраст спортсменов – $22,50 \pm 1,40$ года. Спортивный стаж – $11,60 \pm 2,4$ лет. В ЭГ № 2 (29 человек) вошли активно занимающиеся спортом студенты БГУФК (I разряд – 23, КМС – 6 человек). Средний возраст – $21,59 \pm 1,29$ лет. Спортивный стаж – $9,60 \pm 2,38$ лет. Обследование проводилось в специально-подготовительном периоде макроцикла, одной из основных задач которого являлось непосредственное становление спортивной формы на основе повышения уровня общей физической подготовленности.

Для оценки иммунного статуса исследовались: абсолютное и относительное количество лимфоцитов; количество Т- и В-лимфоцитов; количество Т-активных и Т-общих лимфоцитов в реакции розеткообразования с эритроцитами барана (Еа-РОК, Е-РОК); количество В-активных и В-общих лимфоцитов в реакции розеткообразования с эритроцитами мышей (М-РОК); субпопуляции лимфоцитов, обладающих Т-хелперной активностью – теофиллинрезистентные (Ттр.) лимфоциты и Т-супрессорной активностью – теофиллинчувствительные (Ттч.) в нагрузочном тесте Е-РОК с теофиллином [4]. Уровни основных классов иммуноглобулинов (А, G, М) методом радиальной иммунодиффузии в геле по Mancini [5]; уровень циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) методом преципитации 5-процентным раствором полиэтиленгликоля [3]; пробы с тималином и левамизолом [4] использованы для оценки функциональных резервов Т-системы. Для оценки глубины иммунных нарушений у спортсменов проводили анализ индивидуальных иммунограмм по А.М. Земскову [6]. Для оценки физической работоспособности (ФР) спортсменов использовался тест РWC₁₇₀. При выполнении процедур ГМТ использовался аппарат «УниСПОК» («ГемоСПОК»). Воздействие МП с индуктора ИАМВ 5 проводилось на область локтевого сгиба в месте проекции артериальных сосудов при следующих параметрах: магнитная индукция 70 ± 20 мТл; несущая частота 10 Гц и частотой модуляций в диапазоне от 60 до 200 Гц; продолжительность процедуры составляла 20 минут; на курс – 10 ежедневных процедур [6].

Статистическую обработку полученных результатов исследования проводили с использованием пакета прикладных программ STATISTIKA 5.0 с помощью t-критерия Стьюдента и корреляционным анализом с расчетом парных и множественных коэффициентов корреляций. Статистически значимыми коэффициентами корреляции принимались значения $r > 0,40$ ($p < 0,05$).

Полученные результаты и обсуждение. При первичном обследовании спортсменов зарегистрировано, что у спортсменов ЭГ № 1 имелась значительно большая степень напряжения иммунного ответа по сравнению с ЭГ № 2. В таблице 1. приведены результаты сравнения показателей иммунного статуса в ЭГ № 1 и № 2 до и после курса процедур ГМТ. Так, в ЭГ № 1 было снижено относительное и абсолютное количество общих Т-лимфоцитов и Ттр.-лимфоцитов, относительное количество Т-активных лимфоцитов при одновременном повышении относительного и абсолютного количества Ттч.-лимфоцитов, что приводило к снижению иммунорегуляторного индекса (ИРИ). При исследовании

функциональной активности Т-лимфоцитов в нагрузочных пробах с тималином зарегистрирован резистентный тип реагирования, а в пробах с левамизолом – гиперергический тип реагирования. В ЭГ № 2 наиболее значимо были снижены относительное количество Ттр.-лимфоцитов, относительное и абсолютное количество Т-активных лимфоцитов, а также повышено относительное и абсолютное количество Ттч.-лимфоцитов.

Таблица 1. – Показатели иммунитета спортсменов до и после курса процедур ГМТ (M±m)

Показатели	Нормативные показатели	ЭГ № 1 (n=24)		ЭГ № 2 (n=29)	
		до	после	до	после
Т-лимфоциты, %	47,3±1,53	36,14±1,5	39,6±1,56	41,9±3,1	37,9 ±1,9
Табс.-лимфоциты, кл/мл	829±57	726±46	779±57	876±123	727 ±80
Ттр.-лимфоциты, %	31,4±1,7	20,6±1,7*	26,9±1,7	19,3±2,7*	32,8 ±3,05
Ттр.абс.-лимфоциты, кл/мл	689±70	382 ±31*	515±35	419,0±53	528 ±62
Ттч.-лимфоциты, %	8,74±1,5	13,5±1,4	11,8±1,14	16,4±2,27**	7,73 ±1,6
Ттч.абс.-лимфоциты, кл/мл	180 ±38	288±37	265±32	260±29^	162 ±12
ИРИ	3,4±0,1	1,8±0,6	2,2±0,4	1,7±0,6	2,6±0,6
Такт.-лимфоциты, %	26,9±1,2	16,9±1,11	15,7±1,2	17,3±2,4	19,2 ±2,09
Такт.абс.-лимфоциты, кл/мл	614±106	332±24	284±24	351 ±45	284 ±40
В-лимфоциты, %	14,0±1,23	16,1±1,08	15,5±0,9	17,01 ±2,0	17,04 ±2,5
Вабс.-лимфоциты, кл/мл	245±26	318 ±28	308±26	292 ±63	340 ±54
Ig A, г/л	2,15±0,21	1,30±0,12	2,35±0,2	2,54 ±0,46*	2,27 ±0,23
Ig M, г/л	0,82±0,1	1,19±0,14	1,60±0,2	1,03 ±0,18	1,19 ±0,25
Ig G, г/л	12,78±1,13	12,55±0,8	14, 4±1,0	12,47 ±1,73	13,62 ±1,26
ЦИК, усл. ед.	39,93±5,06	70,0±6,8	72,8±7,7	65,9 ±13,0	62,4 ±9,3

Примечание – * – достоверность различий при сравнении с группой после ГМТ, P<0,05; ** – достоверность различий при сравнении с группой после ГМТ, P<0,001.

Оценка иммунного статуса после курса процедур ГМТ выявила ее положительное влияние на показатели клеточного иммунитета, и особенно на содержание иммунорегуляторных клеток. Так, в ЭГ № 1 отмечено достоверное повышение относительного и абсолютного количества Ттр.-лимфоцитов (26,9±1,7 % и 515±35 кл/мл против 20,6±1,7 % и 382 ±31 кл/мл, P<0,05). Кроме того, зарегистрирована тенденция к увеличению относительного и абсолютного количества общих Т-лимфоцитов и к снижению относительного и абсолютного количества Ттч.-лимфоцитов. Изменения содержания иммунорегуляторных клеток привело к нормализации в этой группе ИРИ (2,2±0,4 % против 1,8±0,6 %). Аналогичные изменения наблюдались в ЭГ № 2. Так, отмечено достоверное повыше-

ние относительного количества Ттр.-лимфоцитов ($32,8 \pm 3,05$ против $19,3 \pm 2,7$), а также достоверное снижение относительного и абсолютного количества Ттч.-лимфоцитов ($16,4 \pm 2,27$ % против $7,73 \pm 1,6$ % и 260 ± 29 против 162 ± 12 соответственно). В связи с нормализацией содержания иммунорегуляторных клеток произошло увеличение ИРИ.

Показательными, по сравнению со среднегрупповыми показателями, выглядят данные об изменении после курса процедур ГМТ числа лиц с отклонениями в иммунном статусе. В таблице 2. представлены результаты подсчета относительного числа лиц с показателями, выходящими за пределы нормы.

Таблица 2. – Частота отклонений индивидуальных показателей иммунной системы, %

Показатели	ЭГ № 1 (n=24)		ЭГ № 2 (n=29)	
	до	после	до	после
Т-лимфоциты, %	60	22*	50	45
Табс.-лимфоциты, кл/мл	35	15	31	28
Ттр.-лимфоциты, %	85	57	78	25*
Ттр.абс.-лимфоциты, кл/мл	61	30*	58	24*
Ттч.-лимфоциты, %	51	22*	55	15*
Ттч.абс.-лимфоциты, кл/мл	38	26	40	18*
Такт.-лимфоциты, %	80	65	70	62
Такт.абс.-лимфоциты, кл/мл	43	35	40	38
ИРИ	42	20*	50	18*
В-лимфоциты, %	11	8,4	12	9
Вабс.-лимфоциты, кл/мл	8	9	10	8
IgA	3	4	4	4
IgM	3,5	4	5	4
IgG	6	7	10	8

Примечание – * – достоверность различий при сравнении с исходной иммунограммой, $P < 0,05$.

Как видно из приведенных данных, в обеих группах после курса процедур ГМТ число лиц с отклонениями показателей иммунного статуса существенно снизилось. В ЭГ № 1 достоверно уменьшилось число спортсменов со сниженными цифрами относительного количества общих Т-лимфоцитов, абсолютного количества Ттр.- и относительного – Ттч.-лимфоцитов, а также – ИРИ. Кроме того, отмечена тенденция к снижению числа спортсменов с низкими показателями абсолютного количества Т-лимфоцитов и Ттч.-лимфоцитов, а также относительного количества Ттч.-лимфоцитов.

В ЭГ № 2 достоверно снизилось число спортсменов с изменением абсолютного и относительного количества Ттр., Ттч.-лимфоцитов и ИРИ.

Обращает на себя внимание тот факт, что в обеих группах число спортсменов со снижением Такт.-лимфоцитов осталось практически неизменным. Отсутствие реакции со стороны активных лимфоцитов, говорит о том, что им-

мунная система находится в напряжении и применяемые методы ее стимуляции улучшают не фазу быстрого реагирования, а больше воздействуют на пролонгированную реакцию иммунной системы.

В результате оценки степени иммунных расстройств установлено, что в ЭГ № 1 после курса процедур ГМТ число лиц с иммунными расстройствами значительно уменьшилось. При этом не выявлено спортсменов со второй и третьей степенью иммунной недостаточности по таким показателям, как абсолютное количество Ттр.-лимфоцитов ($P < 0,001$). Это, в особенности важно, так как до проведения курса процедур ГМТ число лиц с данными нарушениями составляло 50 и 54,5 % соответственно. Уменьшилось число спортсменов с нарушениями в содержании относительного числа общих Т-лимфоцитов с 54,5 до 27 % ($P < 0,02$) и их абсолютного числа с 50 до 12,5 % ($P < 0,001$). Частота лиц (%) с недостаточностью в содержании абсолютного количества Т-активных лимфоцитов снизилось с 50 до 12,5 % ($P < 0,001$), абсолютного числа Ттч.-лимфоцитов – с 60 до 33 % ($P < 0,05$).

При анализе влияния ГМТ на число лиц со второй и третьей степенью иммунных расстройств в ЭГ № 2, где этих расстройств изначально ниже, чем в ЭГ № 1, число спортсменов с выраженной недостаточностью Т-звена иммунитета сократилось более существенно по сравнению с ЭГ № 1, причем произошло это за счет 11 спортсменов, у которых отмечено более выраженное влияние ГМТ на показатели ФР (PWC_{170} и $PWC_{отн.}$).

Достоверное снижение числа спортсменов со второй и третьей степенью иммунных расстройств в ЭГ № 2 отмечено по относительному и абсолютному числу общих Т-лимфоцитов, по абсолютному количеству Ттр.-лимфоцитов (12 % против 52 %, $P < 0,05$) и по относительному количеству Ттч.-лимфоцитов (10 % против 50 %, $P < 0,05$). В отличие от ЭГ № 1 наблюдается положительная динамика со стороны Такт.-лимфоцитов, однако различия недостоверны.

Оценка резервов адаптации Т-системы иммунитета и функциональной активности Т-лимфоцитов в нагрузочных тестах с тималином и левамизолом не выявила значительных изменений в типах реагирования. Курс процедур ГМТ оказывал иммуномодулирующее влияние на функциональную активность Т-лимфоцитов в обеих группах. Однако на фоне изначально более низкой функциональной активности Т-лимфоцитов у спортсменов ЭГ № 1 это воздействие было менее выраженным.

В ЭГ № 1 исходное среднее значение PWC_{170} составило $1473,12 \pm 87,03$ кгм/мин, $PWC_{отн.}$ – $21,82 \pm 1,5$ кгм/мин/кг ($P > 0,05$) и соответствовало среднему уровню ФР. После курса процедур ГМТ среднегрупповые значения изучаемых показателей ФР увеличились и составили: PWC_{170} – $1572,26 \pm 83,5$ кгм/мин, $PWC_{отн.}$ – $23,34 \pm 1,3$ кгм/мин/кг, но по-прежнему находились в диапазоне ФР выше средней ($P > 0,05$). Следует отметить выход максимальных и минимальных показателей PWC_{170} и $PWC_{отн.}$ на более высокий уровень ФР. Так, максимальные показатели PWC_{170} и $PWC_{отн.}$ после курса НГМТ составили соответственно 2015,0 против 1913,82 кгм/мин и 29,42 против 28,94 кгм/мин/кг. Минимальные цифры

PWC_{170} и $PWC_{отн.}$ повысились после курса НГМТ до среднего уровня и соответственно составили 1368,0 против 1275,5 кгм/мин и 20,0 против 17,47 кгм/мин/кг ($P>0,05$).

Во ЭГ № 2 исходные показатели были существенно ниже аналогичных в ЭГ № 1, что объясняется более низкой спортивной квалификацией участников. Так, средний уровень показателя PWC_{170} составлял $1002,99 \pm 49,87$ кгм/мин, $PWC_{отн.}$ – $14,53 \pm 0,52$ кгм/мин/кг ($P>0,05$). После проведения курса процедур ГМТ данные показатели увеличились и составили $1061,84 \pm 37,6$ кгм/мин и $15,33 \pm 0,43$ кгм/мин/кг, соответственно ($P>0,05$). Возросли цифры минимальных и максимальных индивидуальных значений PWC_{170} и $PWC_{отн.}$. Так, минимальные значения PWC_{170} и $PWC_{отн.}$ до курса процедур ГМТ составляли 623,08 и 11,69 кгм/мин/кг, после – 688,24 и 12,21 кгм/мин/кг соответственно ($P>0,05$). Максимальные показатели до курса процедур ГМТ соответствовали 1358,82 и 19,41 кгм/мин/кг, после – 1535,63 и 21,94 кгм/мин/кг ($P>0,05$).

Более показателена динамика индивидуальных показателей ФР. Так, обнаружено, что до проведения курса процедур ГМТ в ЭГ № 2 группе низкий уровень ФР отмечен у 4 человек, средний – у 18 человек, высокий – 2 человек. После курса процедур ГМТ эти цифры составили соответственно 0, 20 и 4 человека.

Проведенный корреляционный анализ выявил связь между исходными показателями PWC_{170} и абсолютным ($r=0,468$, $P<0,05$) и относительным ($r=0,419$, $P<0,05$) количеством Ттр.-лимфоцитов в ЭГ № 1. После курса процедур ГМТ корреляционная связь между исходными показателями ФР и количеством Ттр.-лимфоцитов в ЭГ № 1 исчезает. Следовательно, динамика выявленных корреляционных связей отражает напряжение механизмов адаптации в ходе выполнения постоянных физических нагрузок и подтверждает достаточно давно известный факт, что «платой» за более высокую ФР является иммунодепрессия.

Во ЭГ № 2 корреляционной связи между изучаемыми параметрами иммунограммы и ФР до и после курса процедур ГМТ выявлено не было. По нашему мнению, это связано с тем, что при более низком уровне ФР этой группы обследованных спортсменов не происходит выраженной дезадаптации состояния иммунной системы.

Заключение. Выявленные показатели ФР у представителей циклических видов спорта разной спортивной квалификации в различных периодах учебно-тренировочного процесса определялись уровнем тренированности спортсменов в момент исследования. Роль экстремальных физических нагрузок и эмоционального перенапряжения, дезрегулирующих деятельность гомеостатических систем, подтверждена значительно большей степенью напряжения ответа Т-клеточного звена иммунитета у высококвалифицированных спортсменов.

Показательно также то, что у 26 из 29 обследуемых спортсменов ЭГ № 2 во время выполнения тестовой нагрузки исходно не было зарегистрировано электрокардиографических признаков атипичных реакций со стороны сердечно-сосудистой системы. В то же время неблагоприятная реакция на физическую нагрузку и отрицательные изменения на ЭКГ (существенное снижение или резкое

увеличение высоты зубца Т и/или интервала ST), исходно была выявлена у 14 из 24 (58,3 %) спортсменов ЭГ № 1. Это свидетельствовало о напряжении механизмов адаптации и компенсации, ввиду обнаруженных у этих же спортсменов изменений иммунологических показателей.

Несмотря на разницу в исходном уровне ФР и иммунного статуса, тем не менее корригирующее и модулирующее действие курса НГМТ на количественные и функциональные показатели иммунитета и ФР однозначно проявилось у всех спортсменов.

В ЭГ № 1 это действие заключалось в возвращении показателей Т-клеточного иммунитета к нормальным значениям. С одной стороны, это свидетельствует об иммунокорригирующем действии НГМТ (устранение иммунодефицита), а с другой стороны – о высоких адаптационных резервах у спортсменов этой группы. Это подтверждается также и стимуляцией функциональной активности Т-лимфоцитов левамизолом.

Показатели иммунного статуса спортсменов ЭГ № 2 практически соответствовали норме, тем не менее существовавший сдвиг в соотношении иммунорегуляторных субпопуляций также был преодолен после курса процедур ГМТ, что проявилось в нормализации ИРИ. Функциональная активность лимфоцитов у этих спортсменов не изменилась, что, скорее всего, свидетельствует о сниженном резервном потенциале в этой группе.

Установлено, что курс процедур ГМТ привел уменьшению числа лиц со второй и третьей степенью иммунной недостаточности, в особенности в ЭГ № 2. Эти изменения были менее выражены в ЭГ № 1, что свидетельствует о большем напряжении адаптации иммунной системы у этой группы спортсменов.

Тенденция к росту ФР и положительное влияние курса процедур ГМТ на динамику индивидуальных показателей ФР (как и отклонений в иммунном статусе) спортсменов-студентов свидетельствуют о стабильном функционировании их организма, однако уже в условиях невысокого уровня тренированности.

Следует отметить, что спортсмены обеих групп на момент проведения исследования не предъявляли жалоб и были практически здоровы. Тем не менее через 6–7 дней после начала курса НГМТ субъективно спортсмены отмечали прилив сил, улучшение сна и настроения, уменьшение явлений локального переутомления нервно-мышечного аппарата.

Известно, что в такой ситуации до возникновения выраженного патологического процесса прямое фармакологическое вмешательство в интраиммунную регуляцию считается нецелесообразным [1, 7, 8]. В этой связи обнаруженное корригирующее и модулирующее действие комплексное воздействие немедикаментозной технологии (ГМТ) у спортсменов различной квалификации может использоваться как для восстановления или стимуляции работоспособности, так и с целью профилактики переутомления.

Выводы

1. Рост уровня квалификации спортсменов циклических видов спорта, связанный с многолетними экстремальными психофизическими нагрузками, сопро-

вождается выраженными изменениями количественных (снижено относительное и абсолютное количество общих и Ттр.-лимфоцитов, относительное количество Такт.-лимфоцитов и ИРИ) и функциональных показателей Т-клеточного звена иммунитета.

2. Курс процедур ГМТ из 10 процедур оказывает корригирующее влияние на иммунорегуляторные субпопуляции (повышение содержания Ттр.-лимфоцитов, снижение количества Ттч.-лимфоцитов, нормализация значений ИРИ), на функциональную активность Т-лимфоцитов по данным нагрузочных проб и сопровождается увеличением уровня ФР по показателям PWC_{170} и $PWC_{отн.}$.

3. Уровень реагирования иммунной системы и показателей ФР на проведение курса процедур ГМТ определяется их исходным состоянием.

1. Суздальницкий, Р. С. Иммунологические аспекты спортивной деятельности человека / Р. С. Суздальницкий, В. А. Левандо // Теория и практика физической культуры – 1998. – № 10. – С. 3–46.

2. Середенко, Л. П. Использование физических факторов для коррекции работоспособности спортсменов / Л. П. Середенко [и др.] // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2009. – № 5. – С. 241–244.

3. Зубовский, Д. К. Введение в спортивную физиотерапию / Д. К. Зубовский, В. С. Улащик. – Минск, 2009. – 235 с.

4. Новиков, Д. К. Оценка иммунного статуса / Д. К. Новиков, В. И. Новикова. – М.; Витебск, 1996. – 281 с.

5. Mancini, G. Immunochemical quantification the antigen by single radial immunodiffusion / G. Mancini, A. O. Carbonara, J. F. Heremans // Immunochemistry. – 1965. – Vol. 2. № 3. – P. 2.

6. Земсков, В. М. Принципы дифференцированной иммунокоррекции / В. М. Земсков, А. М. Земсков // Иммунология. – 1996. – № 3. – С. 4–6.

7. Иванова, Н. И. Влияние физических нагрузок на системы иммунитета / Н. И. Иванова, В. В. Талью // Теория и практика физической культуры. – 1981. – № 1. – С. 82–83.

8. König, D. Sport und Infekt der oberen Atemwege Epidemiologie, Immunologie und Einflussfaktoren / D. König [et al.] // Dt. Zeitschr Sportmed. – 2000. – № 51. – S. 244–250.

Поступила 20.05.2015

ДИНАМИКА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ У ДЕВУШЕК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫМИ ВИДАМИ ЛЕГКОЙ АТЛЕТИКИ

Т.В. Лойко, канд. пед. наук, доцент,

Белорусский государственный университет физической культуры

В работе анализируется динамика вегетативной регуляции сердечной деятельности в годичном цикле спортивной тренировки у спортсменок различной квалификации, специализирующихся в скоростно-силовых видах легкой атлетики.