

ИММУННЫЕ И МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ СДВИГИ У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ГРЕКО-РИМСКОЙ БОРЬБОЙ

Е.А. Дычко¹, В.А. Гаврилин², В.В. Флегонтова³, В.В. Дычко¹

¹Славянский государственный педагогический университет, dichko@list.ru

²Донецкий юридический институт, Украина

³Луганский государственный медицинский университет, Украина, www.lsmu.edu.ua

Введение. Состояние здоровья спортсменов и выявление у них структуры, причин и особенностей возникновения заболеваний продолжает оставаться одной из центральных проблем спортивной медицины. Непрерывный рост спортивных достижений требует выполнения тренировочных нагрузок всё большего объёма и интенсивности [5, 7, 8]. Нагрузки в спорте за последние двадцать лет возросли в 4-5 раз при ярко выраженном омоложении практически всех видов спорта. Это делает более сложной индивидуализацию тренировочной нагрузки, которая может стать чрезмерной и способствовать возникновению различных заболеваний в процессе достижения её оптимального уровня. С учётом важной роли системы иммунитета в поддержании физиологических механизмов гомеостаза актуальным представляется изучение иммунной системы спортсменов.

По вопросу о влиянии спортивных нагрузок на иммунитет не было единой точки зрения. Результаты ранних исследований свидетельствовали, что занятия физкультурой и спортом оказывали благоприятное воздействие, способствовали снижению заболеваемости, увеличению продолжительности жизни, улучшению показателей естественного иммунитета. Однако в работах, проведенных в 1970-80-х годах, было показано, что современный спорт высших достижений может оказывать угнетающее действие на систему иммунитета. В те времена некоторые авторы считали, что при спортивной тренировке показатели иммунитета повышаются, другие отмечали их снижение, третьи вообще не наблюдали динамики [1].

Анализ этих публикаций показал, что при оценке состояния иммунной системы в процессе тренировок и соревнований был допущен ряд методологических и методических ошибок, которые делали приведенные в литературе данные практически несопоставимыми. Методологическая ошибка заключалась в том, что состояние иммунной системы изучалось изолированно, как будто бы она является автономной. Методические ошибки состояли в том, что состояние иммунитета оценивалось отдельными, зачастую несопоставимыми, параметрами, без учета объёма и интенсивности нагрузки, возраста, стажа и квалификации спортсмена, периода годового тренировочного цикла и соревновательной деятельности [2-4, 6]. Статья является фрагментом плановой науч-

ной работы кафедры патофизиологии Луганского государственного медицинского университета «Иммунный, метаболический и микробиологический статус спортсменов» с государственной регистрацией (№ 0107U003013).

Цель исследования: изучить иммунные и метаболические нарушения, возникающие у спортсменов, занимающихся греко-римской борьбой.

Материал и методы исследования. Под наблюдением находился 161 спортсмен 18-23 лет массовых разрядов, занимавшийся греко-римской борьбой, мужского пола. Тренировочный макроцикл включал подготовительный, соревновательный и переходный периоды. Для выработки нормативных показателей было обследовано 46 практически здоровых нетренированных мужчин 18-23 лет. Работу выполняли с соблюдением всех положений биоэтики. Определение общего количества Т-лимфоцитов, Т-хелперов/индукторов, Т-супрессоров/цитотоксиков, натуральных киллеров и В-лимфоцитов проводили методом непрямой иммунной флуоресценции с использованием моноклональных антител, соответственно, CD3, CD4, CD8, CD16, CD22. Определение фагоцитарной активности нейтрофилов периферической крови проводили чашечным методом. Подсчитывали фагоцитарный индекс (ФИ) и фагоцитарное число (ФЧ). Определение циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) в сыворотке крови проводили по методу Digeon et al. (1977). Определение ДК ненасыщенных высших жирных кислот осуществляли по Стальной И.Д. (1977). Определение МДА в сыворотке крови проводили по методу Стальной И.Д. и Гаришвили Т.Г. (1977). Активность каталазы изучали по Королюк М.А. и соавт. (1988). Активность СОД определяли спектрофотометрическим методом. Интегральный коэффициент К (у.е.) высчитывали по формуле: $K = (ДК + МДА) / (каталаза + СОД)$. Определение содержания в сыворотке крови ПЦН, ТхВ2 и ПГЕ2 и ПГФ2 α проводили радиоиммунным методом с использованием коммерческих тест-систем фирмы *Amersham* (Великобритания). Полученные цифровые результаты обрабатывали статистически на персональном компьютере методами вариационной статистики.

Результаты исследования и их обсуждение. В начале подготовительного периода тренировочного макроцикла показатели клеточного и гуморального звеньев иммунитета у спортсменов в ряде случаев существенно отличались от аналогичных показателей практически здоровых лиц, не занимавшихся спортом систематически (таблица 1). Указанные изменения в целом укладывались в относительный гиперсупрессорный вариант иммунодефицитного состояния с угнетением фагоцитарного звена иммунной системы и активацией иммунокомплексных реакций.

Таблица 1 – Иммунный статус спортсменов в подготовительном периоде тренировочного макроцикла

Показатель	Здоровые нетренированные лица (n=46)	Начало периода (n=161)	Конец периода (n=33)
CD3+-клетки, Г/л	1,44±0,07	1,19±0,05*	0,9±0,05***
CD4+-клетки, Г/л	0,93±0,05	0,77±0,04*	0,56±0,03***
CD8+-клетки, Г/л	0,41±0,02	0,41±0,02	0,35±0,018*
CD4/CD8, у.е.	2,25±0,11	1,88±0,09*	1,6±0,09***
CD22+-клетки, Г/л	0,29±0,02	0,32±0,016	0,28±0,01
CD16+-клетки, Г/л	0,15±0,007	0,16±0,008	0,17±0,009
ФИ нейтрофилов, %	85±3,5	76,2±3,6	64,8±2,6***
ФЧ нейтрофилов, у.е.	7±0,3	6,1±0,25*	4,1±0,17***
ЦИК общие, г/л	1,9±0,15	2,06±0,08	2,6±0,11***
ЦИК крупные, г/л	0,9±0,04	0,84±0,03	0,76±0,03*
ЦИК средние, г/л	0,6±0,03	0,71±0,03*	1,15±0,05***
ЦИК мелкие, г/л	0,4±0,02	0,52±0,02***	0,69±0,03***

Примечание – * p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001 по отношению к показателям здоровых нетренированных лиц.

Под влиянием физических нагрузок подготовительного периода происходило дальнейшее угнетение иммунной системы, проявляющееся формированием более выраженного относительно гиперсупрессорного варианта иммунодефицита, недостаточности фагоцитарной системы и усилением иммунокомплексных реакций.

Интенсивность физических нагрузок существенно увеличивалась в соревновательном периоде тренировочного макроцикла. Это сопровождалось еще более значительными изменениями иммунного статуса по сравнению с подготовительным периодом (таблица 2). По-прежнему имела место Т-лимфопения: уровень тотальных Т-лимфоцитов оказался сниженным по сравнению с показателем нетренированных лиц в 1,37 раза ($p < 0,001$). Изменения субпопуляционного состава Т-клеток выражались в уменьшении абсолютного количества Т-хелперов/индукторов в 1,37 раза и Т-супрессоров/цитотоксиков в 1,17 раза ($p < 0,01$). Значение индекса иммунорегуляции CD4/CD8 в начале соревновательного периода было в 1,14 раза ниже показателя нетренированных лиц ($p > 0,05$).

Таблица 2 – Иммунный статус спортсменов в соревновательном периоде тренировочного макроцикла

Показатель	Здоровые нетренированные лица (n=46)	Начало периода (n=33)	Конец периода (n=33)
CD3+-клетки, Г/л	1,44±0,07	1,05±0,04***	0,47±0,02***
CD4+-клетки, Г/л	0,93±0,05	0,71±0,03***	0,2±0,008***
CD8+-клетки, Г/л	0,41±0,02	0,35±0,01**	0,27±0,011***
CD4/CD8, у.е.	2,25±0,11	1,98±0,08	0,74±0,03**
CD22+-клетки, Г/л	0,29±0,02	0,31±0,01	0,18±0,007***
CD16+-клетки, Г/л	0,15±0,007	0,17±0,007	0,07±0,003***
ФИ нейтрофилов, %	85±3,5	74,4±3*	51,7±2,1***
ФЧ нейтрофилов, у.е.	7±0,3	5,9±0,2**	2,7±0,11***
ЦИК общие, г/л	1,9±0,15	2,2±0,09	3,17±0,13***
ЦИК крупные, г/л	0,9±0,04	0,87±0,03	0,66±0,03***
ЦИК средние, г/л	0,6±0,03	0,86±0,03***	1,64±0,07***
ЦИК мелкие, г/л	0,4±0,02	0,49±0,02**	0,87±0,04***

Примечание – * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ по отношению к показателям здоровых нетренированных лиц.

Абсолютное содержание В-клеток и натуральных киллеров в начале соревновательного периода существенно не изменялось. В то же время, ФИ нейтрофилов был в 1,14 раза ($p < 0,05$), а ФЧ – в 1,19 раза ($p < 0,01$) ниже показателей здоровых нетренированных лиц. Концентрация общих ЦИК в сыворотке крови спортсменов в начале соревновательного периода превысила показатель нетренированных лиц в 1,16 раза ($p > 0,05$). Вместе с тем, во фракционном составе ЦИК имело место преобладание средних и мелких комплексов (соответственно, в 1,43 и в 1,23 раза) при содержании крупных ЦИК в пределах значений здоровых нетренированных лиц.

Повторное исследование иммунного статуса спортсменов в конце соревновательного периода позволило выявить существенные изменения показателей иммунитета. Так, абсолютное количество тотальных Т-клеток оказалось ниже показателя нетренированных лиц в 3,06 раза, а показателя в начале соревновательного периода – в 2,23 раза. Снижение количества Т-хелперов/индукторов составило при аналогичном сравнении 4,65 и 3,55 раза, Т-супрессоров/цитотоксиков – 1,52 и 1,3 раза (различия статистически достоверны во всех случаях).

Дисбаланс в системе иммунорегуляторных клеток сопровождался значительным снижением значения индекса CD4/CD8 – в 3,04 и 2,67 раза, соответственно, против показателя нетренированных лиц и в начале соревновательного периода ($p < 0,01$). Абсолютное содержание В-клеток и натуральных киллеров снизилось по сравнению с показателями нетренированных лиц в 1,61 и 2,14

раза. Значение ФИ нейтрофилов снизилось в 1,64 раза против показателя нетренированных лиц ($p<0,001$), ФЧ – в 2,59 раза ($p<0,001$). Концентрация общих ЦИК оказалась в 1,44 раза выше их уровня в начале соревновательного периода, и в 1,67 раза выше показателя нетренированных лиц (различия были статистически достоверны в обоих случаях). Увеличение концентрации общих ЦИК сопровождалось изменением их фракционного состава. При этом количество наименее патогенных крупных комплексов снижалось против показателя нетренированных лиц в 1,36 раза, а количество патогенных средних и мелких комплексов увеличивалось, соответственно, в 2,73 и в 2,18 раза ($p<0,001$ во всех случаях сопоставления).

Значительное уменьшение интенсивности физических нагрузок в переходном периоде тренировочного макроцикла способствовало обратной динамике развития иммунных нарушений у спортсменов. Вместе с тем, полной нормализации изменённых иммунных показателей не происходило (таблица 3).

Таблица 3 – Иммунный статус спортсменов в переходном периоде тренировочного макроцикла

Показатель	Здоровые нетренированные лица (n=46)	Начало периода (n=33)	Конец периода (n=33)
CD3+-клетки, Г/л	1,44±0,07	0,91±0,04***	1,18±0,05**
CD4+-клетки, Г/л	0,93±0,05	0,54±0,02***	0,75±0,03**
CD8+-клетки, Г/л	0,41±0,02	0,37±0,015	0,42±0,02
CD4/CD8, у.е.	2,25±0,11	1,44±0,06***	1,79±0,07***
CD22+-клетки, Г/л	0,29±0,02	0,26±0,01	0,31±0,015
CD16+-клетки, Г/л	0,15±0,007	0,13±0,005*	0,12±0,006*
ФИ нейтрофилов, %	85±3,5	61,9±2,5***	65,8±3***
ФЧ нейтрофилов, у.е.	7±0,3	4,8±0,2***	5,2±0,2***
ЦИК общие, г/л	1,9±0,15	2,57±0,1***	2,3±0,09*
ЦИК крупные, г/л	0,9±0,04	0,79±0,03*	0,8±0,03*
ЦИК средние, г/л	0,6±0,03	1,12±0,04***	0,97±0,04***
ЦИК мелкие, г/л	0,4±0,02	0,65±0,03***	0,53±0,02**

Примечание – * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$ по отношению к показателям здоровых нетренированных лиц.

В конце переходного периода абсолютное количество тотальных Т-лимфоцитов оставалось ниже соответствующего показателя практически здоровых лиц в 1,22 раза ($p<0,01$), количество Т-хелперов/индукторов – в 1,24 раза, а количество Т-супрессоров/цитотоксиков находилось в границах значений здоровых нетренированных лиц. Указанные положительные изменения в субпопуляционном составе Т-клеток сопровождалось увеличением значения индекса CD4/CD8 в 1,24 раза против уровня в начале переходного периода, однако данный показатель оставался в 1,26 раз ниже показателя нетренированных лиц.

Была зарегистрирована полная нормализация содержания В-клеток, тогда как количество натуральных киллеров было в 1,25 раза ниже ($p<0,05$) показателя нетренированных лиц. Не произошло полного восстановления к концу переходного периода и фагоцитарной активности нейтрофилов: ФИ оставался в 1,29 раза ниже показателя нетренированных лиц, а ФЧ – в 1,35 раза (в обоих случаях различия статистически достоверны). Уровень общих ЦИК в сыворотке крови к концу переходного периода снизился относительно уровня в начале данного периода в 1,12 раза, однако превышал аналогичный показатель нетренированных лиц в 1,21 раза ($p<0,05$). Наряду с этим, имел место и дисбаланс во фракционном составе ЦИК, при котором снижение удельного веса крупных комплексов составило 1,13 раза, а увеличение содержания средних и мелких комплексов – соответственно, 1,62 и 1,33 раза ($p<0,05$ в двух последних случаях).

Результаты изучения состояния оксидантной и антиоксидантной систем спортсменов в подготовительном периоде представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Состояние оксидантной и антиоксидантной систем спортсменов в подготовительном периоде тренировочного макроцикла

Показатель, сыворотка крови	Здоровые нетренированные лица (n=46)	Начало периода (n=161)	Конец периода (n=33)
ДК, мкмоль/л	44,5±1,9	46,3±1,8	61,3±2,5***
МДА, мкмоль/л	18,6±0,7	19,6±0,8	36,2±1,4***
Каталаза, мкат/ч•л	21,8±0,9	22,2±0,9	30,3±1,8***
СОД, МЕ/мг Нв	2,4±0,12	2,5±0,1	2,9±0,12***
К, у.е.	2,61±0,1	2,67±0,11	2,94±0,12*

Примечание – * $p < 0,05$, *** $p < 0,001$ по отношению к показателям здоровых нетренированных лиц.

В конце подготовительного периода концентрация ДК в сыворотке крови спортсменов превышала показатель здоровых нетренированных лиц в 1,38 раза ($p < 0,001$), МДА – в 1,95 раза ($p < 0,001$). В то же время, активность каталазы в сыворотке крови к концу периода увеличилась против показателя нетренированных лиц в 1,39 раза, а активность СОД – в 1,21 раза ($p < 0,001$ в обоих случаях). Указанные изменения показателей ПОЛ и системы АОЗ вели к увеличению коэффициента К в 1,13 раза ($p < 0,05$).

Состояние оксидантной и антиоксидантной систем спортсменов в соревновательном периоде характеризовалось ещё более выраженными изменениями, чем в подготовительном периоде (таблица 5). В начале соревновательного периода у спортсменов контрольной группы уровень ДК сыворотки крови превысил показатель нетренированных лиц в 1,36 раза, в конце периода – в 1,89 раза (и оказался в 1,39 раза выше показателя в начале соревновательного периода, $p < 0,05$ во всех случаях сравнения). Концентрация МДА в начале соревновательного периода превышала показатель здоровых нетренированных лиц в 1,88 раза, а в конце периода – в 2,82 раза ($p < 0,001$ в обоих случаях). Активность каталазы в начале периода превысила показатель нетренированных лиц в 1,32 раза, в конце периода – в 1,72 раза (и оказалась в 1,3 раза выше показателя в начале периода (во всех случаях сравнения различия были статистически достоверны). Увеличение активности СОД против показателя нетренированных лиц в начале соревновательного периода составило 1,14 раза ($p < 0,05$), а в конце периода – 1,32 раза ($p < 0,001$).

Таблица 5 – Состояние оксидантной и антиоксидантной систем спортсменов в соревновательном периоде тренировочного макроцикла

Показатель, сыворотка крови	Здоровые нетренированные лица (n=46)	Начало периода (n=33)	Конец периода (n=33)
ДК, мкмоль/л	44,5±1,9	60,7±2,4***	84,2±3,4***
МДА, мкмоль/л	18,6±0,7	34,9±1,3***	52,5±2,1***
Каталаза, мкат/ч•л	21,8±0,9	28,7±1,7***	37,4±1,5***
СОД, МЕ/мг Нв	2,4±0,12	2,74±0,11*	3,17±0,12***
К, у.е.	2,61±0,1	3,04±0,13**	3,37±0,13***

Примечание – * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ *** – $p < 0,001$ по отношению к показателям здоровых нетренированных лиц.

Коэффициент К в начале соревновательного периода оказался недостоверно выше аналогичного показателя в конце подготовительного периода, но в 1,16 раза превысил показатель здоровых нетренированных лиц. В конце соревновательного периода значение коэффициента К превысило показатель нетренированных лиц в 1,29 раза, и в 1,15 раза – показатель в конце подготовительного периода (во всех случаях сравнения различия статистически значимы).

В переходном периоде тренировочного макроцикла нарушения в системах ПОЛ/АОЗ уменьшались, однако полного восстановления изменённых показателей не происходило (таблица 6). В

начале переходного периода показатели ПОЛ и системы АОЗ оставались повышенными относительно показателей здоровых нетренированных лиц: ДК – в 1,8 раза, МДА – в 2,53 раза, активность каталазы и СОД – в 1,65 и в 1,28 раза соответственно, значение коэффициента К – в 1,25 раза. В конце подготовительного периода концентрация ДК в сыворотке крови превышала показатель нетренированных лиц в 1,56 раза ($p < 0,001$). Уровень МДА был ниже, чем в начале переходного периода, в 1,44 раза, и в 1,75 раза превышал показатель нетренированных лиц ($p < 0,05$ в обоих случаях). Активность каталазы в сыворотке крови в конце переходного периода оставалась увеличенной против показателя нетренированных лиц в 1,3 раза, но была в 1,26 раза ниже, чем в начале данного периода. Для СОД при аналогичном сравнении изменения составили 1,15 и 1,12 раза.

Таблица 6 – Состояние оксидантной и антиоксидантной систем спортсменов в переходном периоде тренировочного макроцикла

Показатель, сыворотка крови	Здоровые нетренированные лица (n=46)	Начало периода (n=33)	Конец периода (n=33)
ДК, мкмоль/л	44,5±1,9	80,3±3,2**	69,5±2,8***
МДА, мкмоль/л	18,6±0,7	47±1,9***	32,6±1,3***
Каталаза, мкат/ч•л	21,8±0,9	35,9±1,4***	28,4±1,1***
СОД, МЕ/мг Hb	2,4±0,12	3,08±0,12**	2,75±0,11*
К, у.е.	2,61±0,1	3,26±0,13***	3,28±0,11***

Примечание – * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$ по отношению к показателям здоровых нетренированных лиц.

Значение коэффициента К в конце переходного периода достоверно от показателя в начале данного периода не отличалось, и было в 1,26 раза выше ($p < 0,001$) показателя нетренированных лиц.

Выводы и перспективы дальнейших исследований в данном направлении. Таким образом, у спортсменов, занимающихся греко-римской борьбой, в течение тренировочного макроцикла, имеют место иммунные и метаболические нарушения. Иммунные нарушения выражаются в уменьшении абсолютного количества Т- и В-лимфоцитов и натуральных киллеров, в развитии относительного гиперсупрессорного варианта иммунодефицита, в снижении фагоцитарной активности нейтрофилов и в увеличении в сыворотке крови ЦИК преимущественно за счёт средних и мелких комплексов. Метаболические нарушения проявляются увеличением в сыворотке крови содержания продуктов ПОЛ (ДК и МДА), активности ферментов системы АОЗ (каталазы и СОД), дисбалансом в системе ПОЛ/АОЗ. Степень выраженности выявленных нарушений у спортсменов умеренная в подготовительном периоде и наибольшая – в соревновательном. К концу переходного периода нарушения у спортсменов не исчезают. Данные, полученные нами в результате настоящего исследования, послужат базисом для разработки комплекса реабилитационных мероприятий.

Литература:

1. Ляпин В.П. Реакции системы крови у борцов / В.П. Ляпин. – Луганск, 2003. – 160 с.
2. Ляпин В.П. Состояние клеточного иммунитета у борцов в зависимости от времени года / В.П. Ляпин, Н.К. Казимирко // Экспериментальна і клінічна медицина. – 2004. – № 4. – С. 80-82.
3. Ляпин В.П. Состояние клеточного иммунитета у борцов разных квалификационных категорий в течение тренировочного цикла / В.П. Ляпин // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання та спорту. – 2003. – № 14. – С. 77-81.
4. Суздальницкий Р.С. Новые подходы к пониманию спортивных стрессорных иммунодефицитов / Р.С. Суздальницкий, В.А. Левандо // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 1. - С. 18-22.
5. Таймазов В.А. Спорт и иммунитет / Таймазов В.А., Цыган В.Н., Мокеева Е.Г. - СПб.: Издательство «Олимп СПб», 2003. – 200 с.
6. Ушаков А.В. Состояние клеточного звена иммунитета у спортсменов, занимающихся греко-римской борьбой, дзюдо и тайским боксом, в течение тренировочного макроцикла / А.В. Ушаков, Д.Н. Борулько, В.В. Андреева, С.И. Ступченко // Материалы XIV Межгородской конференции молодых учёных «Актуальные проблемы патофизиологии». – С.-Пб., 2008. – С. 101-103.
7. Шинкарёв С.И. Комплексные реакции систем крови и кроветворения при адаптации организма к физическим нагрузкам, вызывающим утомление / С.И. Шинкарёв // Материалы международной научно-

практической конференции «Олимпийский спорт, физическая культура, здоровье нации в современных условиях». – Луганск. – 2004. – С. 260-262.

8. Шубик В.М. Иммунитет и здоровье спортсменов / В.М. Шубик, М.Я. Левин. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 170 с.