

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**ФИЗИОЛОГИЯ
ЧЕЛОВЕКА**

Том 16

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

4

МОСКВА · 1992

УДК 612.017.1

© 1992 г.

В.С. Соколовский, Ю.И. Бажора

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ИММУННОГО СТАТУСА СПОРТСМЕНОВ

В работе представлены результаты иммунологического обследования спортсменов до и после максимальной физической нагрузки, основанные на оценке иммунограммы (расширенного анализа клеток периферической крови). Установлены особенности иммунограммы лиц, систематически занимающихся спортом, закономерности динамики иммунологических показателей в зависимости от спортивной квалификации, тренировочного стажа и вида спортивной деятельности. Показано, что использование комплекса экспресс-микрометодов значительно расширяет возможности системного подхода к решению иммунологических проблем спортивной медицины.

Проблема адаптации человека к условиям, предъявляющим повышенные требования к основным функциональным системам, в том числе к системе иммунитета, стимулирует научные изыскания спортивных медиков. Установлено положительное влияние физической культуры на неспецифическую резистентность и иммунологическую реактивность как детей, так и взрослых людей [1-3]. Имеющиеся сведения об изменениях, возникающих в иммунной системе спортсмена, указывают на однонаправленную отрицательную закономерность их по мере перехода от занятий физической культурой к интенсивной спортивной деятельности [4-8]. Это связано с тем, что при интенсивной физической нагрузке практически у всех спортсменов возникает острое или хроническое утомление, которое приводит к угнетению показателей неспецифической резистентности и иммунитета [9-12]. Ослабление системы иммунитета может быть одной из причин повышенной чувствительности спортсменов к бактериальным и вирусным инфекциям [13, 14].

Следует подчеркнуть, что за последнее десятилетие объем и интенсивность физических нагрузок на спортсменов возросли во много раз. В то же время тщательный анализ литературы показал, что комплексное исследование функционального состояния иммунной системы спортсменов с учетом показателей основных звеньев (А-, Т-, В-клеточной систем) до сих пор не проведено [15], что не позволяет дать полную оценку резервным возможностям организма и оптимизировать тренировочные режимы.

Целью настоящего исследования было изучение иммунного статуса спортсменов с использованием комплекса показателей различных звеньев системы иммунитета для выявления особенностей ее функционирования у физкультурников и спортсменов высокой квалификации, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта.

МЕТОДИКА

Было обследовано 173 здоровых мужчин в возрасте 18-50 лет. Экспериментальную группу составили 53 человека, которые систематически занимались физическими упражнениями. Из них 36 человек - спортсмены массовых разрядов, 17 - спортсмены высшей квалификации (мастера спорта СССР, заслуженные мастера спорта СССР, чемпионы СССР и Европы). Контрольную группу составили 120 здоровых лиц, систематически не занимающихся физической культурой.

При анализе влияния спортивной деятельности на иммунный статус учитывали

Показатели иммунограммы спортсменов ($\bar{X} \pm m_x$)

Показатель	Контрольная группа (n = 120)	Экспериментальная группа (n = 58)	Спортсмены массовых разрядов (n = 41)	Спортсмены высшего класса (n = 17)
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	6,53±0,13	6,75±0,27	7,20±0,53	6,34±0,59
Лимфоциты, %	26,6±0,44	33,33±2,31*	32,9±3,32	41,71±2,3 ^{a,6}
Т-лимфоциты (Е-РОЛ), %	64,9±0,82	52,67±2,53*	46,72±4,68 ^a	59,42±1,73 ^{a,6}
В-лимфоциты (М-РОЛ), %	11,8±0,50	12,67±1,06	11,09±1,30	14,57±2,16
Т-хелперы (тф-рез), %	42,10±0,80	41,83±1,94	34,54±4,30	51,14±2,64 ^{a,6}
Т-супрессоры (тф-чувств.), %	22,7±0,6	12,41±1,66*	10,36±2,26 ^a	6,57±1,13 ^a
Фагоцитоз, %				
ФИ	71,5±1,07	57,42±1,34*	57,27±1,66	56,57±2,88 ^a
Е-РОН, %	26,02±0,95	41,08±1,61*	43,27±2,85 ^a	36,57±2,60 ^a
Эозинофилы, %	1,66±0,12	2,54±0,26*	1,81±0,57	3,42±0,89 ^a
Моноциты, %	5,69±0,17	6,96±0,64	6,81±0,88	7,85±1,42
Нейтрофилы, %	66,09±0,45	57,08±2,46*	57,81±3,28 ^a	47,42±3,51 ^{a,6}
С/Я	64,5±0,42	55,0±2,33*	55,72±3,33 ^a	46,0±3,25 ^{a,6}
Индекс напряженности	2,53±0,11	1,36±0,05*	1,46±0,05 ^a	1,46±0,08 ^{a,6}

* Достоверные различия между аналогичными показателями обследуемых групп ($p < 0,05$):
^a — контрольной и спортивных групп, ^б — до нагрузки в группах физкультурников и спортсменов.

возраст спортсмена, спортивный стаж, квалификацию и характер физических упражнений (циклические и ациклические).

Иммунный статус оценивали на основании иммунограмм обследуемого контингента. Иммунограмма включала в себя 20 показателей, которые в достаточном объеме характеризуют состояние основных звеньев иммунной системы. Для их определения использовали комплекс методов иммунологических тестов [16].

Забор крови для исследований проводили до и после нагрузки максимальной интенсивности, а также спустя 30–36 ч после завершения мышечной нагрузки. Этот период, по данным литературы, отражает динамику восстановительных процессов в организме [17–20]. Выполняемая мышечная нагрузка была специфичной для каждого спортсмена, занимающегося определенным видом спорта.

Полученные результаты обработаны методами вариационной статистики [21].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что у спортсменов имелись существенные различия 13 из 20 показателей иммунограммы по сравнению с лицами, не занимающимися спортом (табл. 1). Изменения коснулись клеток как лимфоцитарного, так и гранулоцитарного ряда. У спортсменов было значительно выше содержание как абсолютного, так и относительного числа лимфоцитов по сравнению с неспортсменами. Были выявлены особенности в содержании отдельных популяций и субпопуляций лимфоцитов. В частности, было снижено процентное содержание Т-лимфоцитов, обладающих супрессорной активностью. В то же время отмечалось увеличение абсолютного числа В-лимфоцитов и относительного содержания «О»-лимфоцитов. В системе гранулоцитов было выявлено снижение процентного содержания нейтрофилов, очевидно, за счет сегментоядерной популяции. Имелись особенности и в функциональном состоянии гранулоцитов. Так, почти в 2 раза увеличивалось число нейтрофилов, образующих Е-розетки. Снижалось содержание клеток, фагоцитирующих дрожжи, тогда как количество поглощенных дрожжей на один фагоцит имело тенденцию к увеличению.

Показатели иммунограммы у спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта ($\bar{X} \pm m_x$)

Показатель	Вся группа (n = 42)	Спортивный стаж			Ациклические виды спорта (n = 15)
		до 5 лет (n = 17)	6-10 лет (n = 15)	> 10 лет (n = 11)	
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	6,49±0,27 ^б	6,82±0,36	6,24±0,63	6,36±0,48	8,05±0,70 ^а
Лимфоциты, %	32,9±2,63 ^а	29,86±3,23	30,20±6,76	37,25±4,26 ^а	35,5±5,06
Т-лимфоциты, (Е-РОЛ), %	55,2±1,53 ^а	53,14±1,99 ^а	59,20±4,45	54,50±1,95 ^а	50,0±3,92 ^а
В-лимфоциты (М-РОЛ), %	13,9±0,85 ^а	14,00±1,54	14,00 ± 2,0	12,38±2,25	12,50±1,89
Т-хелперы (тф-рез.), %	41,9±2,26	38,57±4,11	44,40±6,14	43,25±2,50	41,50±3,30
Т-супрессоры (тф-чувств.), %	13,2±1,82 ^а	14,57±3,90 ^а	14,80±4,03 ^а	11,0±2,04 ^а	8,50±3,95 ^а
Фагоцитоз, %					
ФИ	57,0±1,43 ^а	58,57±2,60 ^а	57,60±2,99 ^а	55,25±2,20 ^а	59,50±4,28 ^а
Е-РОН, %	42,8±1,68 ^а	46,00±2,99 ^{а,б}	43,20±2,06 ^{а,б}	39,75±2,89 ^{а,б}	32,50±0,50
Эозинофилы, %	2,40±0,28 ^а	2,42±0,53	1,80±0,49 ^б	2,75±0,45	3,25±0,48 ^а
Моноциты, %	6,75±0,71 ^а	6,29±1,44	5,60±0,51	7,88±1,23 ^а	8,00±1,47
Нейтрофилы, %	57,85±2,81 ^а	61,29±3,65	62,2±6,58	52,13±4,50 ^а	53,25±4,71 ^а
С/Я	55,80±2,66 ^а	59,43±3,43	60,0 ± 2,23 ^б	50,0±4,17 ^а	51,00±4,24
Индекс напряженности	1,32±0,05 ^а	1,19±0,06 ^{а,б}	1,37±0,10 ^а	1,42±0,09 ^а	1,53±0,13 ^а

Достоверные различия ($p < 0,05$) между аналогичными показателями: ^а – контрольной и спортивными группами, ^б – группами спортсменов, занимающихся ациклическими и циклическими видами спорта.

Разделение лиц, входивших в экспериментальную группу, на две подгруппы – спортсменов массовых разрядов и спортсменов высокого класса – позволило установить следующее: во-первых, в иммунограммах спортсменов этих двух подгрупп были различия по целому ряду показателей, во-вторых, между аналогичными показателями иммунограмм спортсменов высокого класса и контрольной группы различия были больше и они были более выражены, чем различия между аналогичными показателями иммунограмм спортсменов массовых разрядов и контрольной группы.

Непосредственно после специфической для каждого спортсмена массовых разрядов максимальной физической нагрузки существенно повышалось относительное содержание Т-лимфоцитов, Т-супрессоров, снижалось число В- и «О»-лимфоцитов. Одновременно увеличивалось абсолютное и относительное содержание гранулоцитов, особенно нейтрофилов и количество образуемых ими Е-розеток. Подобных изменений в системе лимфоцитов после специфических максимальных нагрузок у спортсменов высокого класса не обнаружено, а реакция со стороны гранулоцитов у них была противоположной. Сходной тенденцией для обеих групп было увеличение общего числа лейкоцитов.

Таким образом, у людей, систематически занимавшихся спортом, по сравнению с неспортсменами, имелись достоверные различия по целому ряду показателей иммунограммы, которые охватывали все основные звенья (Т-, В-, А-клетки) системы иммунитета. Указанные отклонения не выходили за пределы минимально-максимальных колебаний нормы. По данным литературы, интенсивная физическая нагрузка приводит к уменьшению числа циркулирующих Т-лимфоцитов, изменению состава их субпопуляций, увеличению уровня В-лимфоцитов, при этом снижается содержание иммуноглобулинов [22–24].

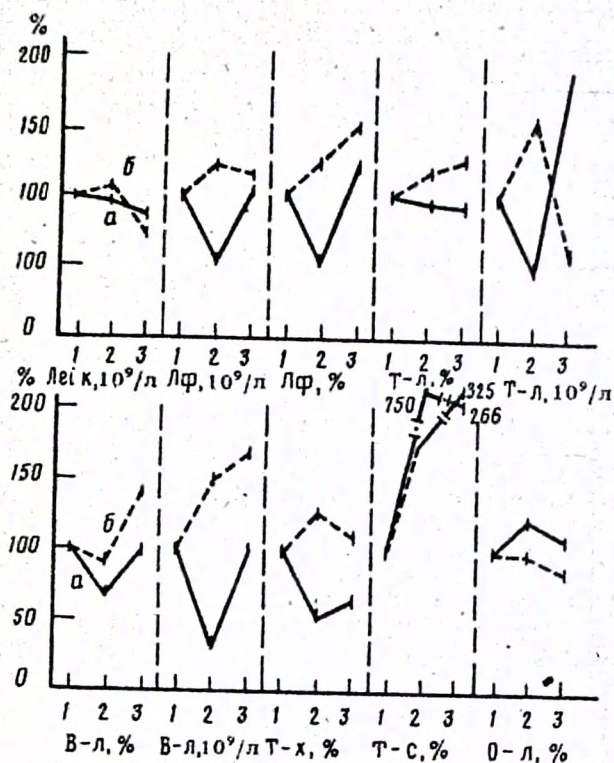


Рис. 1. Влияние специфической мышечной нагрузки на показатели иммунограммы (система лимфоцитов)

a – спортсмены со стажем до 5 лет; *б* – более 5 лет.

По оси абсцисс: 1 – до нагрузки, 2 – сразу после нагрузки, 3 – через 30–36 ч после нагрузки. По оси ординат – процент различий

Применив комплекс методов, позволяющих одновременно оценивать многие параметры иммунной системы, мы выявили, что снижение одних показателей сопровождалось повышением величин других показателей. Это связано, очевидно, с тем, что иммунная система – многокомпонентная, динамическая система [25, 26]. Следовательно, иммунограммы различных групп спортсменов отражают варианты функционального состояния иммунной системы здоровых людей [27, 28]. Однако, как отмечено выше, интенсивные тренировки, ответственные соревнования у спортсменов высокой квалификации в итоге могут привести к исчезновению резервных возможностей иммунной системы [15] и система может перейти в состояние перенапряжения [27]. Учитывая это, мы изучили иммунограммы спортсменов, занимающихся циклическими и ациклическими видами спорта. Известно, что при однообразной мышечной деятельности циклического характера большой и субмаксимальной интенсивности признаки утомления проявляются через промежуток времени, равный 50% общей продолжительности работы, выполняемой до наступления явного утомления [18, 19]. Диагностика утомления чрезвычайно важна для рационального планирования различных структурных образований тренировочного процесса.

Анализ иммунограмм спортсменов, тренировочный режим которых носил циклический и ациклический характер, показал следующее (табл. 3). При циклическом типе физической деятельности в иммунограммах спортсменов имелись существенные различия по сравнению с контролем по 14 показателям, в то время как при ациклическом типе физической нагрузки различия были установлены по 11 показателям. Причем многие показатели иммунограммы у спортсменов с циклическим характером деятельности были ниже, чем у спортсменов, занимав-

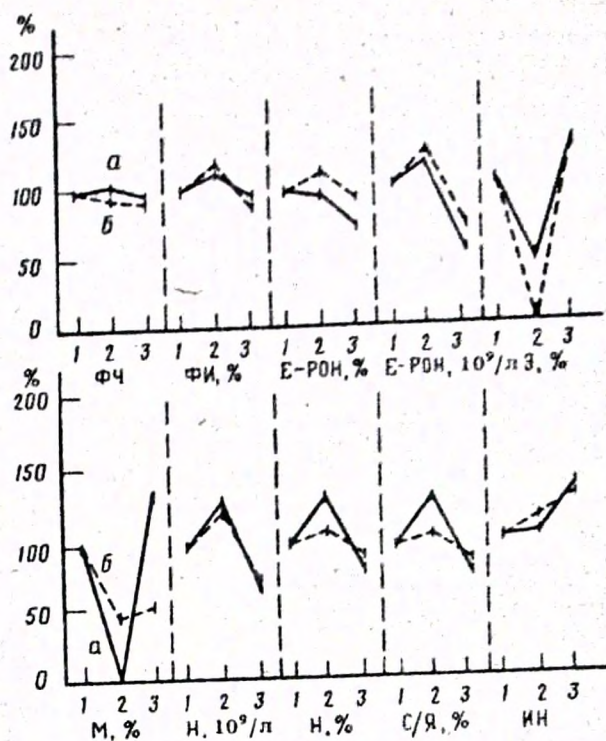


Рис. 2. Влияние специфической мышечной нагрузки на показатели иммунограммы (система гранулоцитов)

Обозначения см. рис. 1.

шихся ациклическими видами спорта. Для выяснения причин этой тенденции мы проанализировали особенности иммунограмм у спортсменов с циклической деятельностью в зависимости от спортивного стажа. Оказалось, что наиболее существенные изменения наблюдались в показателях иммунного статуса у спортсменов высокой квалификации, стаж спортивной деятельности которых составлял более 10 лет. Из указанных факторов вытекает, что длительная физическая нагрузка циклического характера (более 10 лет) приводит к выраженным отклонениям в иммунном статусе, которое свидетельствует о снижении резервных возможностей системы иммунитета. В пользу такого перенапряжения свидетельствуют результаты, полученные нами при обследовании спортсменов в динамике с учетом периода восстановления (рис. 1, 2). Так, у спортсменов, тренировочный стаж которых был до 5 лет, через 30–36 ч после завершения физической нагрузки происходило восстановление большей части показателей иммунограмм. У спортсменов с тренировочным стажем более 5 лет многие показатели иммунограмм в восстановительный период не достигли исходного уровня. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. Во-первых, установленный по данным исследования других функциональных систем организма 1,5-суточный восстановительный период [18] после максимальных двигательных нагрузок не является периодом полного восстановления. Во-вторых, многолетние физические нагрузки вызывают снижение резервных возможностей иммунной системы. Из этого следует, что в критерии оценки восстановительного процесса следует ввести показатели иммунограммы. Конкретные периоды иммунологического контроля для спортсменов различных видов спорта могут быть определены в дальнейших исследованиях с учетом основных факторов биоритмологии.

У спортсменов с длительным периодом интенсивного тренировочного режима и многочисленными спортивными состязаниями происходят глубокие изменения в

иммунном статусе, что требует разработки соответствующих организационных и лечебных мероприятий, направленных на коррекцию адаптационных механизмов иммунной системы спортсменов [29]. При этом необходимо учитывать специфику возникновения спортивных иммунодефицитов [15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В иммунограммах спортсменов имеются качественные и количественные различия по сравнению с таковыми у лиц, не занимающихся спортом. Обнаруженные изменения в иммунном статусе более выражены у спортсменов высокой квалификации.

У людей, занимающихся циклическими видами спорта, установлены существенные сдвиги в иммунограмме, которые нарастают по мере увеличения стажа спортивной деятельности и достигают максимальных отклонений в группе лиц, имеющих тренировочный стаж более 10 лет. Полученные результаты свидетельствуют об отрицательном влиянии многолетних тренировочных нагрузок циклического характера на систему иммунитета у спортсменов высокого класса. Это подтверждается и тем, что у людей с многолетним спортивным стажем большинство показателей иммунограммы в течение восстановительного периода после максимальных нагрузок не достигает исходного уровня.

Апробированный и примененный нами в спортивной медицине комплекс методов иммунологического обследования позволяет одновременно вывести многие показатели различных звеньев системы иммунитета. Полученная с помощью этого комплекса методов иммунограмма дает возможность оценивать иммунный статус под влиянием различных факторов. Данный комплекс методов значительно расширяет возможности иммунологических исследований в массовых масштабах и тем самым будет способствовать более четкому управлению механизмами тренировочных режимов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков В.Н., Бухарин О.В. Оптимальная физическая нагрузка – неспецифический защитный фактор организма к инфекции // Вопросы неспецифической профилактики и лечения инфекционных заболеваний. Челябинск, 1966. С. 61.
2. Палькова А.А. Изменяемость некоторых иммунологических показателей воздействием лечебной физкультуры. Таллинн, 1969. 96 с.
3. Кондрашов Г.Ф., Розов Е.А., Просняков Е.А. и др. Состояние некоторых факторов естественного иммунитета у спортсменов в период соревнований // Реактивность организма. Таллинн, 1971. С. 32.
4. Левандо В.А., Тамплатов Р.Ю., Бунатян А.Ф. Заболеваемость и защитные свойства организма спортсмена // Проблемы спортивной медицины. М.: ВНИИФК, 1975. С. 50.
5. Шубик В.М., Левин М.Я. Иммунологическая реактивность юных спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 1982. 136 с.
6. Шубик В.М., Левин М.Я. Иммунитет и здоровье спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 1985. 175 с.
7. Антропова Е.Н., Учкин П.Н., Воротишкова И.Е. и др. Иммунологический контроль при общей и специальной тренировке // Теория и практика физ. культуры. 1990. № 6. С. 17.
8. Сауткин М.Ф., Иванова Т.Н. Неспецифическая резистентность и заболеваемость юных гимнасток // Теория и практика физ. культуры. 1990. № 6. С. 22.
9. Вязьменский В.Ю., Левин М.Я., Шубик В.М. Изучение факторов неспецифического иммунитета у пловцов // Теория и практика физ. культуры. 1977. № 4. С. 29.
10. Волков В.Н., Бухарин О.В. Способ оценки функционального состояния спортсменов: А. с. 891095 А 61 К39/00, СССР. 1981.
11. Суркина И.Д., Орлова Г.С., Овчаренко Л.Н. и др. Т- и В-лимфоциты у спортсменов // Теория и практика физ. культуры. 1980. № 5. С. 20.
12. Суркина И.Д. Стресс и иммунитет у спортсменов // Теория и практика физ. культуры. 1981. № 3. С. 18.
13. Векслер Х.М., Розов Е.Е., Хейфец-Тетельбаум Б.А. Глубокая аутофлора кожи у подводных пловцов в период интенсивных тренировок // Аутофлора здорового и больного организма. Таллинн, 1972. С. 52.

14. Суздальницкий Р.С., Левандо В.А., Кассиль Г.Н. и др. Стрессорные и спортивные иммунодефициты у человека // Теория и практика физ. культуры. 1990. № 6. С. 9.
15. Левандо В.А., Суздальницкий Р.С., Кассиль Г.Н. и др. Стрессорные иммунодефициты у человека // Успехи физиол. наук. 1990. Т. 21. № 3. С. 79.
16. Лебедев К.А., Понякина И.Д., Резенталь В.М. и др. Организация массового иммунологического обследования больных в клинко-диагностической лаборатории многопрофильной больницы: Метод. рекомендации. М.: МЗ РСФСР, 1988. 33 с.
17. Виру А.А. Гормональные механизмы адаптации и тренировки. М: Наука, 1981. 155 с.
18. Платонов В.Н. Адаптация в спорте. Киев: Здоров'я, 1988. 216 с.
19. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. М.: Физкультура и спорт, 1988. 208 с.
20. Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н. Биоритмы, спорт, здоровье. М.: Физкультура и спорт, 1989. 208 с.
21. Основы математической статистики: Учебное пособие для институтов физической культуры / Под ред. В.С. Иванова. М.: Физкультура и спорт, 1990. 176 с.
22. Goodwin J.S., Bromberg S., Stazak C. et al. Effect of physical stress of sensitivity of Lymphocytes to inhibition by prostaglandin E₂ // J. Immunol. 1981. V. 127. № 2. P. 518.
23. Hedfors E., Holm G., Ivansen M., Wahren J. Physiological variation of blood Lymphocyte reactivity: T-cell subsets, immunoglobulin production and mixed-Lymphocyte reactivity // Clin. Immunol. and Immunopathol. 1983. V. 27. № 1. P. 9.
24. Landmann R.M.A., Müller E.B., Perini C. et al. Changes of immunoregulatory cells induced by psychological and physical stress: relationship to plasma catecholamines // Clin. Exp. Immunol. 1984. V. 58. № 1. P. 127.
25. Петров Р.В., Лебедев К.А. Новое в клинической иммунологии // Клин. медицина. 1985. № 3. С. 5.
26. Lebedev K.A., Ponyakina I.D. A systems approach to the assessment of human immune status // Sov. Med. Rev. D. Immunol. 1989. V. 2. P. 1.
27. Лебедев К.А., Понякина И.Д. Общий синдром иммунологической недостаточности // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Иммунология. 1988. Т. 22. С. 147.
28. Лебедев К.А., Понякина И.Д., Авдеева В.С. Иммунный статус человека. Сообщение I. Необходимость системного подхода // Физиология человека. 1989. Т. 15. № 1. С. 131.
29. Першин Б.Б., Суздальницкий Р.С., Левандо В.А., Кузьмин С.Н. Местный и гуморальный иммунитет у спортсменов в процессе тренировок и ответственных соревнований // Теория и практика физ. культуры. 1981. № 6. С. 18.

Одесский медицинский
институт им. Н.И. Пирогова

Поступила в редакцию
19.I.1991