

570.23 ✓
794 ЛЬВОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Для служебного пользования

Экз. № . 100053

С Т Е П И Н А

Алиmpiада Яковлевна

УДК 612.7+612.821.8 : 799.32

**РОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
НЕРВНОЙ, МЫШЕЧНОЙ И СЕНСОРНЫХ
СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ
К СПЕЦИАЛЬНЫМ ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ**

14.00.17 — нормальная физиология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Львов — 1983

734
Работа выполнена во Львовском государственном институте физической культуры и Симферопольском государственном университете им. М. В. Фрунзе.

НАУЧНЫЕ РУКОВОДИТЕЛИ:

доктор медицинских наук, профессор Сафронова Г. Б.,
доктор биологических наук, профессор Сашков А. М.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

доктор медицинских наук, профессор Маркова Е. А.,
кандидат биологических наук, доцент Ткачук В. Г.

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:

Ленинградский ордена Ленина и ордена Красного Знамени государственный институт физической культуры имени П. Ф. Лесгафта.

Защита состоится «17» июля 1983 г.
в . . . 13 . . . часов на заседании специализированного совета К 088.21.02
при Львовском государственном медицинском институте (290010, г. Львов,
ул. Пекарская, 69).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Львовского медицинского института (г. Львов, ул. 17 Вересня, 6).

Автореферат разослан «17» мая 1983 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат медицинских наук

ЛУЦИК А. Д.

9884
БИБЛИОТЕКА
Львов: 6

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Изучение физиологических механизмов развития адаптации к специальным физическим нагрузкам по показателям функционального состояния нервной, мышечной и сенсорных систем организма имеет важное значение как для оптимизации тренировочно-соревновательной деятельности, так и для прогнозирования спортивной результативности (Виру А.А., 1978, 1980; Горкин М.Я., Качоровская О.В., Евгеньева Л.Я., 1973; Зимкин Н.В., 1975; Коц Я.М., 1975, 1982; Мозжухин А.С., 1980).

Успехи советских стрелков из лука на международных аренах должны подкрепляться непрерывным совершенствованием системы подготовки, однако физиологические механизмы развития специальной тренированности в этом виде спорта только недавно стали предметом исследований (Сафронова Г.Б. и соавт., 1970-1982 гг.). Вместе с тем, многие вопросы, имеющие важное практическое значение, не изучены. Так, неизвестны критерии эффективной и неэффективной адаптации к специальным физическим нагрузкам в зависимости от их объема и продолжительности по показателям нервной, мышечной и сенсорных систем; отсутствуют критерии оптимального функционального состояния нервной, мышечной и сенсорных систем стрелка из лука, способного показать высший спортивный результат, что имеет важное практическое значение для контроля и прогнозирования результативности.

Цель исследования. Изучить развитие срочной и долговременной адаптации к специальным тренировочным нагрузкам у стрелков из лука по показателям функционального состояния нервной, мышечной и сенсорных систем, выделить ведущие факторы, определяющие высокую спортивную результативность, обосновать показания к коррекции тренировочного процесса и оптимизации функционального состояния спортсмена.

Задачи исследования.

1. Изучить срочные адаптивные изменения функционального состояния нервной, мышечной и сенсорных систем организма стрелков в процессе выполнения выстрела из лука и при многократном его повторении.

2. Изучить динамику долговременных адаптивных изменений нервной, мышечной и сенсорных систем у стрелков из лука в связи с изменяемыми нагрузками и спортивным результатом.

3. Изучить функциональную структуру внутрисистемных и межсистемных взаимосвязей показателей нервной, мышечной и сенсорных систем и их динамику при срочной и долговременной адаптации стрелка из лука к специальным нагрузкам.

4. Выделить зоны оптимального функционирования нервной, мышечной и сенсорных систем организма на разных этапах подготовки, опираясь на которые можно контролировать эффективность тренировочного процесса стрелков из лука.

На защиту выносятся следующие положения :

1. В процессе выстрела из лука наблюдаются изменения биопотенциалов мышц, электрической активности мозга, треморограммы системы "спортсмен-лук", частоты сердечных сокращений и дыхания, соответствующие фазам выстрела, изменения которых при стрельбе "до отказа" позволяют характеризовать процессы вработывания, устойчивого состояния и утомления.

2. Выделены три типа срочной адаптации нервной, мышечной и сенсорных систем в процессе стрельбы "до отказа": оптимальный, напряженный и неэффективный, связанные с объемом нагрузки.

3. В процессе длительных специальных тренировочных нагрузок у стрелков из лука формируется оптимальный уровень функционального состояния и взаимосвязей нервной, мышечной и сенсорных систем, при котором возможен высший спортивный результат.

4. Отклонения от "зон" оптимального функционирования нервной, мышечной и сенсорных систем сопровождаются снижением результативности и являются показателями для коррекции функционального состояния спортсмена и тренировочного процесса.

Научная новизна. В результате комплексных исследований нервной, мышечной и сенсорных систем и корреляционного анализа показателей у высококвалифицированных стрелков из лука установлены типы адаптивных изменений, наступающие во время специальных стрелковых нагрузок и определяющие спортивную результативность. Для оценки срочной адаптации имеют значение выделенные варианты изменений электроэнцефалограммы во время выстрела, типы взаимоотношений биоэлектрической активности мышц рук и треморограммы в завершающей фазе выстрела.

Показано, что высокорезультативный выстрел в завершающей фазе сопровождается сонстраиванием ритмов полушарий головного мозга на близкие частоты, синхронным понижением биопотенциалов мышц рук за 50-70 мс до выпуска стрелы, уменьшением амплитуды осцилляций треморограммы системы "стрелок - лук" до появления "зон молчания", задержкой дыхания на полувдохе, диастолой сердца.

Установлено, что для выполнения высшего спортивного результата стрелок из лука должен сохранять в условиях соревнований оптимальный уровень функционального состояния нервной системы, определяемый по параметрам электроэнцефалограммы и латентным периодам двигательных реакций, высокую скорость и точность переработки зрительной информации и мышечную чувствительность, способность стабильно и точно воспроизводить заданные отрезки времени, оптимальные возбудимость нервно-мышечного аппарата рук и мышечный тонус. Отклонения от зон оптимального функционирования систем организма сопровождаются снижением результата и являются показателями для кор-

рекции тренировочного процесса и функционального состояния спортсмена.

Практическая ценность работы. Результаты исследований позволяют рекомендовать комплекс физиологических методов исследования нервной, мышечной и сенсорных систем и выделенные зоны оптимального функционального состояния по показателям электроэнцефалограммы, треморограммы, мышечной чувствительности, чувства времени, возбудимости мышц и мышечного тонуса для оценки эффективности тренировочного процесса на разных этапах подготовки и для обоснования восстановительных мероприятий по показаниям, прогнозирования роста спортивной результативности и отбора спортсменов для подготовки и участия в ответственных соревнованиях.

Теоретическая значимость. Полученные данные являются основой создания физиологической характеристики стрельбы из лука: механизмов формирования двигательного навыка, вработывания, устойчивого состояния и утомления. Материалы показывают, что особенности адаптации нервной, мышечной и сенсорных систем стрелка из лука заключаются в формировании устойчивых взаимосвязей показателей, находящихся в зонах оптимального функционирования для этапа подготовки.

Апробация диссертационного материала. По материалам диссертации опубликовано 29 работ в материалах Всемирного конгресса "Спорт в современном обществе", в материалах Всесоюзных и республиканских съездов и конференций, в тематических сборниках, в методических рекомендациях Спорткомитета СССР.

Материалы диссертации доложены и обсуждены: на ежегодных итоговых научных конференциях Львовского государственного института физической культуры в 1973-1983 г.г.; на Всесоюзных семинарах тренеров и специалистов по стрельбе из лука в 1977-1979 и 1982 г.г.; на научно-практической конференции тренеров Львовской области в

1979 и 1982 г.г.; на XIX Всесоюзной конференции по спортивной медицине "Спортивная медицина и управление тренировочным процессом" (Москва, 1978); на итоговой научной конференции кафедры физиологии человека и животных Симферопольского государственного университета им. М.В.Фрунзе (Симферополь, 1979, 1980); на Республиканской научной конференции "Физиологические механизмы физической и умственной работоспособности при спортивной и трудовой деятельности" (Львов, 1981); на XI съезде Украинского физиологического общества (Киев, 1982).

Внедрение результатов исследования. Разработаны и внедрены в практику сборной команды СССР по стрельбе из лука, молодежной сборной команды СССР, сборных команд СКА ПрикВО, облсовета "Спартак" и ЛГИФК методические рекомендации по комплексной бальной оценке нервной и мышечной систем у стрелков из лука на разных этапах подготовки. Материалы исследований опубликованы в четырех методических письмах "Для служебного пользования", которые распространены на Всесоюзных семинарах среди ведущих специалистов СССР по стрельбе из лука.

Материалы включены в лекционный курс по физиологии спорта во Львовском институте физкультуры, результаты исследований входили в заключения о функциональном состоянии членов сборной команды на разных этапах подготовки, которые представлялись в Управление прикладных видов спорта Спорткомитета СССР, отдел медико-биологического обеспечения сборных команд СССР и Всесоюзный научно-исследовательский институт физической культуры (1977-1982 г.г.).

Объем диссертации. Диссертация изложена на 258 страницах машинописного текста (из них собственно текста 147 страниц) и состоит из введения, пяти разделов, заключения, выводов и практических рекомендаций. Текст иллюстрирован 31 рисунком и 43 таблицами.

Указатель литературы включает 301 источник, 246 отечественных и 55 иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Методика исследований. Исследования проведены в течение 1973-1979 г.г. на 124 высококвалифицированных спортсменах - стрелках из лука 17-38 лет, кандидатах в мастера спорта (24 чел.), мастерах спорта (55 чел.), мастерах спорта международного класса (42 чел.), заслуженных мастерах спорта (3 чел.). Среди обследованных спортсменов были призеры и рекордсмены Советского Союза, Олимпийских игр, Мира и Европы: Н.Бутузова, Э.Галченко, В.Ешеев, Б.Исаченко, В.Ковпан, К.Лосаберидзе, В.Максимов, З.Рустамова и др.

В период исследований все спортсмены были здоровы и допущены врачом к тренировочному процессу и соревнованиям. Исследования проводились на учебно-тренировочной базе СКА ПрикВО, в лаборатории кафедры физиологии Львовского института физкультуры, во время учебно-тренировочных сборов Сборной команды СССР по стрельбе из лука в 1973-1979 г.г. (Новогорск, Стайки, Конче-Заспа); на Всесоюзных и международных соревнованиях "Весенние стрелы" (Таллин, Тбилиси, Ереван), на Спартакиаде народов СССР 1979 г. Проведено пять серий исследований.

В первой серии исследований у 23 стрелков из лука в процессе стрельбы "до отказа" изучались изменения функционального состояния центральной нервной системы по данным электроэнцефалографии (ЭЭГ)-лобных и затылочных областей мозга, латентных периодов двигательных реакций (ЛПДР) на звуковые раздражения, скорости переработки зрительной информации (СПЗИ); исследовались изменения функционального состояния мышечной системы по данным электромиографии (ЭМГ) - сгибателей пальцев (СПП и СПИ) и двуглавых мышц (ДП и ДИ) справа и слева и сейсмомонографии (СТГ), а также по данным миотометрии

и хронаксиметрии этих же мышц; изучались динамика мышечной чувствительности (МЧ) и чувства времени (ЧВ). ЭЭГ, ЭМГ, СТГ регистрировались в разных сочетаниях на четырехканальном электроэнцефалографе до, после и во время пяти выстрелов (I-5, I6-20, 3236, 50-54, 67-72, 86-90, I04-I08, I22-I26, I40-I44). В части исследований ЭМГ, частоту сердечных сокращений (ЧСС) и дыхание (ЧД) регистрировали при помощи телеметрической системы "Спорт".

До стрельбы и после 72, I08 и I44 выстрелов определяли показатели хронаксиметрии, мышечного тонуса (МТ), ЛПДР, МЧ, ЧВ, СПЭИ. ЭЭГ лобных и затылочных отведений регистрировали на четырехканальном электроэнцефалографе 4ЭЭГ-I в положении сидя, стоя с закрытыми и открытыми глазами и при разработанной пробе "воображаемый выстрел". Интегральная ЭМГ регистрировалась на электроэнцефалографе при усилении 500 мкв-10 мм и скорости записи 30 и 60 мм/с. Сейсмограмма регистрировалась с помощью сейсмодатчика (5A2 893234 CO), фиксированного на тыльной поверхности левого предплечья, при усилении 1 мв-5 мм и скорости 30 и 60 мм/с, ЛПДР определялись с помощью электромиорефлексометра ЭМР-I или ИПР-I по общепринятой методике (Бойко Е.И., 1964). Для определения возбудимости и лабильности нервно-мышечной системы использовали прибор ЭИС-I (Куланда К.М., 1970); тонус (твердость) мышц измеряли с помощью миотонометра Сирмаи и анализировали по методике Горобца В.П. (1977). Проприоцептивную чувствительность определяли с помощью кистевого динамометра ДРП-90. Чувство времени - с помощью секундомера. Скорость переработки зрительной информации определяли по методике Зыкова М.Б. (1977).

Во второй серии исследований показатели ЛПДР, мышечного тонуса, хронаксиметрии, МЧ, ЧВ, СПЭИ и ЧСС регистрировались до и после тренировочных микроциклов разной функциональной направленности

("втягивающий", "ударный", "регуляторный"). Исследования проводились в утренние часы до завтрака после 10-15-минутного отдыха сидя.

В третьей серии исследований на 24 спортсменах эти же показатели, а также электроэнцефалограмма монополярно в левом лобном и затылочном отведениях и поликардиограмма (ПКГ) регистрировались во время основных периодов годового цикла (подготовительный, начало и середина соревновательного) в условиях относительного функционального покоя после 1-2 дней отдыха. Поликардиограмма (ЭКГ, ФКГ и СФГ) регистрировалась на пятиканальном электрокардиографе "Орион" в лаборатории функциональной диагностики 2 Врачебно-физкультурного диспансера г.Москвы и анализировалась по В.Л.Карпману (1965). Рассчитывались: фаза асинхронного (АС) и изометрического (ИС) сокращения, периоды изгнания (Е), внутрисистолический показатель (ВСИЕ) и др. Показатели сравнивались с должными величинами для данного ритма сердца.

В четвертой и пятой сериях исследований на 45 спортсменах изучалось влияние стрелковой нагрузки на показатели МТ, МЧ, ЧВ, СЛЭИ и ЧСС в условиях внутрикомандных "модельных" отборочных, Всесоюзных и Международных соревнований. Объем нагрузки в один день и ее интенсивность у всех спортсменов были одинаковыми: 72 выстрела в день, 3 выстрела за 2,5 минуты.

Математическая обработка цифровых массивов проводилась на ЭМ ЕС-1022 во Львовском вычислительном центре, программа написана на языке "Фортран". Рассчитаны статистические показатели (\bar{X} , $\bar{\sigma}$, m), более 8 тыс. параметров ЭЭГ, ЭМГ, СТГ, ПКГ и др., более 15 тыс. коэффициентов корреляции и критериев достоверности различий.

Результаты исследований. Изучены особенности ЭМГ, ЭЭГ, ТГ, ЧСС и ЧД в процессе выполнения выстрела из лука (таблица I).

В фазе прицеливания в связи с микродвижениями наблюдалось пе-

Таблица I

Изменения ЭМГ^{х)}, ЭЭГ, ТГ, ЧСС и ЧД в разные фазы выстрела из лука у высококвалифицированных лучников (n=23, X±m)

Показатели	Фазы выстрела		Последствие
	натяжение	прицеливание	
	I	III	У
1. Продолжительность фаз выстрела, с	1,8±0,21	5,2±0,14	от 0,3..... с
2. Максимальная амплитуда ЭМГ СП, мкВ	526±39	1510±82	718 ± 40
3. Альфа-индекс фона ЭЭГ / левый затылок, %	32,60±3,00	86,90±3,32	68±4,36
4. Альфа-индекс ЭЭГ при воображаемом выстреле, %	61,03± 2,91	72,40±1,52	75,0±1,66
5. Максимальная амплитуда треморограммы (ТГ), мм	14,5±0,21	9,7±0,19	12,5±0,15
6. Продолжительность сердечного цикла, с	0,66±0,02	0,82±0,03	0,72±0,04
7. Частота дыхания в мин.	16,2±2,1	задержка на полувдохе	17,0±1,4

риодическое увеличение амплитуды биопотенциалов. За 200 мс до условного момента "принятия решения" к выпуску тетивы амплитуда биопотенциалов во всех изучаемых мышцах понижается. В фазе выпуска тетивы отмечается резкое снижение амплитуды биопотенциалов во всех мышцах до 200-500 мкВ, что связано с рефлексом на "разгрузку" кинематической цепи "стрелок - лук". В течение 200-300 мс после выпуска (раннее последствие) во всех мышцах наблюдался быстрый всплеск биопотенциалов с последующим постепенным их снижением. Наиболее существенной для результата выстрела является ЭМГ картина заключительных

х) Сокращения расшифрованы выше

фаз: завершения прицеливания, выпуска и раннего последствия.

Выделено три основных типа электромиограмм мышц рук в завершающей фазе выстрела из лука. I - оптимальный тип, характеризуется понижением амплитуды ЭМГ в процессе прицеливания и особенно при "принятии решения" за 100-200 мс до выпуска; резким уменьшением амплитуды волн ЭМГ до 10-15% при выпуске (рефлекс "разгрузки") и срочным увеличением биопотенциалов после выпуска, но не более чем до 70-80% от исходного, т.е. нерезко выраженным "рефлексом отдачи". II тип ЭМГ при выстреле отличается усиленным ранним последствием, когда сразу после выпуска отмечается "рефлекс отдачи" на разрыв кинематической цепи "стрелок - лук", состоящий в увеличении амплитуды биопотенциалов на 120-150% в мышцах, выполняющих статическую работу по фиксации лука. III тип отличается нарушением межмышечных координаций в завершающем микроинтервале времени, когда рефлекс на разрыв кинематической цепи в отдельных мышцах, особенно в левой двуглавой мышце, возникает преждевременно за 50-70 мс до выпуска тетивы. Аналогичные изменения ЭМГ и микродискоординацию мышц наблюдали Сафронова Г.Б., Калиниченко Н.А. (1970) на ЭМГ левой большой грудной и дельтовидной мышцах. Определение типа ЭМГ в завершающей фазе выстрела позволяет установить ранние признаки нарушения нервной регуляции мышц при выпуске тетивы, что имеет важное практическое значение для своевременной коррекции техники.

Поднимание лука и натяжение тетивы (I фаза выстрела) сопровождается усилением десинхронизации альфа-ритма электроэнцефалограммы, что особенно заметно при выполнении этой фазы при закрытых глазах. Во время прицеливания /III фаза/ при открытых глазах может наблюдаться усиление волн альфа-ритма, отражающее, вероятно, синхронизацию корковых и подкорковых уровней регуляции. За 100-150 мс перед выпуском в обоих полушариях можно наблюдать одинаково выраженную десин-

хронизацию, возможно, отражающую предрабочую активацию. Мысленное моделирование выстрела /идеомоторный выстрел/ при закрытых глазах вызывает в I фазе десинхронизацию альфа-ритма (альфа-индекс $61,03 \pm 2,91\%$). Во время III фазы прицеливания альфа-индекс восстанавливается. У высококвалифицированных спортсменов наблюдалось усиление синхронизации альфа-ритма во все фазы идеомоторного выстрела.

Амплитуда осцилляции треморограммы /ТГ/ системы "спортсмен - лук" во время прицеливания постепенно понижалась от $14,50 \pm 0,21$ до $4,00 \pm 0,20$ мм к моменту выпуска. Сразу после выпуска отмечалось увеличение осцилляций треморограммы. Выделено три основных типа треморограммы: I тип - чередование и наслаивание ритмов I4-I6 и 30-40 кол/с; II тип - однородные регулярные колебания - I3-I5 в с, которые могут периодически усиливаться, либо постепенно уменьшаться до появления "зон молчания" к моменту выпуска; III тип - низкоамплитудная треморограмма с осцилляциями амплитудой I-2 мм, частотой 30-40 кол/с.

Выпуск тетивы осуществляется либо на фоне "зоны молчания", либо на фоне уменьшения амплитуды регулярных осцилляций, либо на фоне их увеличения, что сопровождается снижением результата. Сразу после выпуска осцилляции ТГ либо постепенно уменьшались, либо кратковременно увеличивались.

В позе "стоя с луком" до начала стрельбы продолжительность сердечного цикла составляла $0,76 \pm 0,02$ с, в фазе натяжения отмечено укорочение сердечного цикла до $0,66 \pm 0,02$ с. Выпуск тетивы обычно совпадал с диастолой. Сразу после выпуска наблюдались наиболее продолжительные кардиоциклы $0,88 \pm 0,03$ с/, которые через 3-4 удара сердца укорачивались до исходных величин.

Частота дыхания у стрелков из лука в покое составляла $16,2 \pm$

2,7 дых/мин, при натяжении тетивы и ее фиксации глубина дыхания уменьшалась до 60% от исходной при той же частоте. Во время прицеливания наблюдалась задержка дыхания на $1/3-1/2$ величины вдоха. Сразу после выпуска вдох завершался. Затем частота дыхания восстанавливалась.

Изучена динамика функционального состояния нервной, мышечной и сенсорных систем в процессе стрельбы "до отказа". Выделены две группы стрелков: I - с рано наступившим "отказом" от работы после 72 выстрелов и II - с "отказом" после 144 выстрелов. "Отказ" от работы после среднего объема стрельбы /72 выстрела/, по данным ЭЭГ

сопровождается снижением энергии альфа-ритма в обоих полушариях. "Отказ" от работы после большого объема стрельбы /144 выстрела/ происходил при большей амплитуде и энергии альфа-ритма, при увеличении альфа-индекса до цифр, близких к исходным до стрельбы. Как видно, у стрелков из лука, которые могут выполнить большой объем работы, отмечались более стабильные показатели амплитуды альфа-ритма электроэнцефалограммы до и после стрельбы. Данные указывают на то, что амплитудная стабильность альфа-ритма и его устойчивость по альфа-индексу под влиянием стрелковой нагрузки может быть использована в качестве показателя специальной выносливости лучника в стрелковых нагрузках.

У спортсменов, завершивших стрельбу после 144 выстрелов появление альфа-ритма наблюдалось при открытых глазах во время прицеливания. Очевидно, более высокая специальная стрелковая работоспособность связана с высокой активностью синхронизирующих механизмов, формирующих альфа-ритм мозга при открытых глазах на фоне утомления от предшествующей стрелковой нагрузки.

Анализ интегрального показателя - суммарной амплитуды тонуса /АТ/ - позволил объективно выделить признаки утомления после 72

выстрелов: амплитуда тонуса СПП и СПЛ достоверно понизилась, причем в СПП за счет ухудшения расслабления, а в СПЛ - за счет повышения тонуса покоя. После 108 выстрелов добавилось снижение АТ двуглавых мышц, прогрессирующее после 144 выстрелов. Следует отметить, что в группе спортсменов с "отказом" от работы после 72 выстрелов АТ была достоверно ниже во всех исследуемых мышцах, чем у спортсменов с большим пределом работы.

Под влиянием стрельбы "до отказа" наблюдалось двуфазное изменение возбудимости исследованных мышц: вначале повышение, затем понижение, свидетельствующее о смене вработывания и утомления. Эти изменения раньше наступают в мышцах-сгибателях пальцев правой руки и более выражены у спортсменов-мужчин с ранним "отказом" от работы, а также в группе женщин. Изменения возбудимости и лабильности носят однонаправленный характер только в мышцах-сгибателях пальцев правой руки. У мышц-сгибателей пальцев левой руки повышение возбудимости сопровождается понижением лабильности, что связано с преимущественно статическим характером работы.

Динамика латентных периодов двигательных реакций /ЛПДР/ в процессе стрельбы "до отказа" испытывает двуфазные колебания. Под влиянием нагрузки объемом 108 выстрелов билатеральные соотношения латентных периодов /ЛПДР/ изменяются в оптимальном направлении: происходит укорочение ЛПДР справа. После 144 выстрелов наблюдается резкое укорочение левосторонних реакций, что неблагоприятно для выполнения завершающей фазы выстрела. Это следует иметь в виду в период больших нагрузок, так как указанная функциональная перестройка может лежать в основе нарушения техники выстрела.

Установлено, что под влиянием стрелковой нагрузки объемом 30-40 выстрелов происходит улучшение проприоцептивной чувствительности, однако степень улучшения постепенно снижается, что свиде-

тельствуется о нарастающем утомлении. В 72% случаев после "отказа" от работы отмечается значительное ухудшение проприоцептивной чувствительности. Однако, в 28% случаев она ухудшается или остается без изменений, что может служить основанием для отбора наиболее перспективных спортсменов. Под влиянием стрельбы "до отказа" значительно ухудшается воспроизведение временных интервалов, что является признаком центрально-нервного утомления стрелков из лука.

Анализ внутрисистемных и межсистемных коэффициентов корреляции /КК/ под влиянием нагрузки "до отказа" показал, что процент достоверных КК в покое составлял 50,57, после 72 выстрелов процент достоверных КК не изменился и соотношение их средней, высокой и очень высокой тесноты связи осталось близким к исходному / $\chi = 0,4-0,5 - 21,04-23,2\%$; $\chi = 0,6-0,7 - 18,63-16,1\%$; $\chi = 0,8-0,9 - 10,81-10,6\%$ соответственно/.

После 108 выстрелов процент достоверных КК увеличился до 57,24, причем преимущественно за счет очень сильных связей - $0,8-0,99/22,0\%$. Как видно, под влиянием стрельбы объемом в 108 выстрелов у лучников высокой квалификации наблюдается генерализация срочных адаптивных реакций, которая выразилась в увеличении количества коэффициентов корреляции изучаемых показателей, что может лежать в основе компенсированного, преодолеваемого утомления. При "отказе" от работы после 144 выстрелов большая часть связей разрушается.

Выделены три типа срочной адаптации: I - оптимальный тип, при котором сочетается первый вариант электромиограммы, второй тип электроэнцефалограммы с появлением альфа-ритма во время прицеливания, второй и третий типы сейсмотремограммы с появлением "зона молчания" в момент выпуска тетивы; сохранение или увеличение амплитуды тонуса и возбудимости исследованных мышц, улучшение скорос-

ти переработки информации, чувства времени и мышечного чувства; II тип - напряженная адаптация, характеризующаяся II вариантом электромиограммы с усиленным последствием, десинхронизированной электроэнцефалограммой, высокоамплитудной и высокочастотной сейсморограммой, повышением тонуса покоя, снижением амплитуды тонуса мышц и повышением их возбудимости, укорочением латентных периодов двигательных реакций, часто с левосторонним опережением, ухудшением чувства времени и мышечного чувства; III - неэффективный тип, характеризовался третьим вариантом электромиограммы при выстреле при тех же особенностях электроэнцефалограммы и треморограммы, что и предыдущий, значительной билатеральной асимметрией показателей мышечного тонуса, возбудимости, мышечной чувствительности и чувства времени на фоне их ухудшения.

Изучена динамика показателей долговременной адаптации мышечной и сенсорных систем у стрелков из лука под влиянием тренировочных микро- и макроциклов /таблица 2/. После "втягивающего" микроцикла наблюдается повышение возбудимости, снижение лабильности и увеличение амплитуды тонуса мышц-сгибателей пальцев в области предплечий. Изменения показателей центральной нервной системы /ЛЦФ и СПЭИ/ отражают повышение возбудимости и ускорение переработки зрительной информации, улучшение чувства времени.

После "регуляторного" микроцикла несколько повысилась и уравнялась возбудимость исследуемых мышц, значительно понизилась и уравнялась их лабильность, амплитуда тонуса исследуемых мышц уравнялась как в группах, так и между группами. Динамика латентных периодов отражает правостороннее укорочение реакций, что оптимально для реализации выстрела. Оптимизация состояния центральной нервной системы проявляется в увеличении СПЭИ, улучшении "мышечной па-

Таблица 2

Динамика показателей нервной, мышечной и сенсорных систем у стрелков из лука под влиянием тренировочных микроциклов различной направленности / мужчины; $N = 16$, $\bar{X} \pm m$ /

Показатель	Период исследования	Исходные данные	После микроцикла		"реактор-ного"
			"втягивающего"	"ударного"	
ЛДР справа, мс		250,89 ± 6,26	222,15 ± 6,50	211,15 ± 10,00	204,8 ± 13,14
ЛДР слева, мс		248,27 ± 14,9	232,12 ± 8,21	218,74 ± 9,68	224,27 ± 16,40
Реобаза СШ, в		26,57 ± 2,46	20,64 ± 2,04	30,66 ± 2,28	27,93 ± 2,13
Реобаза СП, в		25,57 ± 2,15	21,53 ± 1,46	33,8 ± 2,81	29,50 ± 1,70
Хр наксия СШ, мс		0,49 ± 0,02	0,70 ± 0,01	0,58 ± 0,01	1,22 ± 0,04
Хр наксия СП, мс		0,47 ± 0,02	0,69 ± 0,03	0,50 ± 0,02	1,24 ± 0,26
АТ, СШ, ед.		68,57 ± 3,82	60,28 ± 5,47	61,82 ± 3,74	58,69 ± 3,74
АТ, СП, ед.		54,57 ± 2,46	66,85 ± 4,83	65,00 ± 6,83	57,00 ± 3,44
МЧ справа, кг		10,71 ± 1,57	12,75 ± 2,54	6,47 ± 1,24	8,56 ± 1,28
МЧ слева, кг		13,14 ± 2,24	12,37 ± 2,34	4,75 ± 0,91	5,53 ± 0,65
ЧВ справа, с		1,94 ± 0,30	3,51 ± 0,92	1,65 ± 0,24	1,82 ± 0,39
ЧВ слева, с		1,43 ± 0,22	2,58 ± 0,91	1,14 ± 0,21	1,16 ± 0,16
СПЕИ бит./с		3,01 ± 0,24	2,93 ± 0,19	3,27 ± 0,14	3,14 ± 0,16
ЧСС в 1 мин		65,14 ± 2,75	75,14 ± 2,75	81,85 ± 2,98	90,00 ± 4,64

Примечание: сбоку подчеркнуты достоверные различия с исходными данными ($p < 0,05$)

мяти" и "чувства времени", особенно у мужчин. ЧСС увеличивается на 30-35% по сравнению с уровнем фона.

Анализ внутрисистемных и межсистемных коэффициентов корреляции показал, что под влиянием "ударного" микроцикла происходит перестройка корреляционных взаимосвязей, более тесно связываются показатели возбудимости мышц, показатели функционирования высших отделов ЦНС (СПЗИ и ЧВ) и ЧСС. Возможно, что эти связи по содержанию отражают кумуляцию утомления, так как увеличение ЧСС сопровождается повышением порога раздражения и уменьшением амплитуды тонуса наиболее нагружаемой мышцы. После регуляторного микроцикла сохраняются преимущественно внутрисистемные взаимосвязи, причем, общее число достоверных взаимосвязей уменьшается.

9884
Как видно, под влиянием ударного и регуляторного микроциклов сформировалась система на новом уровне функционального состояния, при котором оптимизация и сближение возбудимости и амплитуды тонуса исследуемых мышц сочетается со стабилизацией ЛПДР, улучшением СПЗИ, МЧ, ЧВ на фоне нарастания ЧСС. Такой уровень показателей, при котором спортсмены показали на ближайших соревнованиях высокие результаты, следует считать оптимальным типом долговременной адаптации для соревновательного периода. В годичном тренировочном цикле отмечено понижение возбудимости мышц, более выраженное у женщин, имеющее различную степень достоверности и более выраженное слева, возможно, в связи с особым характером работы мышц левой руки. Показатели лабильности отражают повышение в начале и понижение к середине соревновательного периода, более выраженное у мужчин. Амплитуда тонуса исследуемых мышц понизилась к началу и стабилизировалась в середине соревновательного периода. Латентные периоды укоротились к соревновательному периоду, оставаясь достоверно короче у мужчин. У них же отмечена тенденция к левостороннему

укорочению реакций, что крайне неблагоприятно для двигательного навыка лучника. У женщин ЛПДР были более оптимальными, а их билатеральные отношения более адекватными. К началу соревновательного периода ухудшились показатели ЧВ, особенно у мужчин. В середине соревновательного периода показатель ЧВ улучшился в обеих группах. У мужчин МЧ с небольшими колебаниями сохранялось на стабильном уровне, а у женщин улучшалось, что указывает на их важное преимущество. СГЭИ в годичном цикле улучшалась в обеих группах. У мужчин отмечена тенденция к брадикардии.

В начале соревновательного периода наблюдалось усиление корреляционных внутримышечных и нервно-мышечных взаимосвязей; в середине соревновательного периода часть связей разрушается, особенно левосторонних показателей.

Полученные данные указывают на ухудшение функционального состояния нервно-мышечной системы к началу соревновательного периода /понижение возбудимости и повышение лабильности мышц, уменьшение амплитуды тонуса, снижение ЧВ/, что требует усиления восстановительных мероприятий. Однако при этом отмечается улучшение МЧ и СГЭИ, что указывает на оптимизацию анализа сенсорной информации в двигательной и зрительной системах. Эти изменения, очевидно, играют важную роль в формировании оптимальной долговременной адаптации к стрелковым нагрузкам у лучников.

ВЫВОДЫ

I. В процессе однократных и длительных специальных тренировочных нагрузок у стрелков из лука формируются адаптивные изменения функционального состояния нервной, мышечной и сенсорных систем организма, которые лежат в основе специальной тренированности у стрелка из лука и определяют его спортивную результативность.

2. При однократном выстреле соответственно его фазам наблюдаются изменения электрической активности мышц, принимающих участие в реализации выстрела; электрической активности мозга, отражающие взаимодействие потоков сенсорной информации, корректирующих и пусковых влияний; треморограммы системы "стрелок - лук"; отражающие интеграцию регуляторных влияний на систему статической координации; изменения частоты сердечных сокращений и дыхания, связанные с задержкой дыхания при прицеливании.

3. Мысленное представление выстрела при закрытых глазах сопровождается десинхронизацией альфа-ритма в фазе натяжения тетивы, усилением альфа-ритма, обеспечивающего синхронную деятельность корковых и подкорковых уровней регуляции в фазе прицеливания, и отражает условнорефлекторные изменения электрической активности центральной нервной системы.

4. В процессе стрельбы предельного объема наблюдаются изменения показателей нервной и мышечной систем, характеризующие процесс вработывания /20-30 выстрелов/, устойчивое состояние /40-70 выстрелов/, преодолеваемое утомление /70-108 выстрелов/ и выраженное утомление /144 выстрела/, завершающееся "отказом" от работы.

5. Амплитудная стабильность альфа-ритма и устойчивость синхронизирующих альфа-ритм мозговых структур к воздействию факторов, связанных со специальными стрелковыми нагрузками, в том числе и со зрительными раздражениями, может быть одним из показателей специальной работоспособности стрелка из лука. Изменение электроэнцефалограммы в процессе предельных нагрузок может быть использовано как тест для оценки специальной выносливости и работоспособности стрелка из лука.

6. Под влиянием предельной нагрузки наблюдается двуфазное изменение возбудимости мышц: сначала повышение, а затем - понижение,

свидетельствующее о смене процессов вработывания и утомления. Эти изменения более выражены в сгибателях правой руки, особенно в группе спортсменов с меньшим пределом работы. В процессе стрелковой нагрузки наблюдается увеличение количества и тесноты корреляционных связей между изучаемыми показателями, особенно между мышечной чувствительностью и чувством времени.

7. Под влиянием микроциклов разной направленности наблюдаются закономерные изменения показателей нервной и мышечной систем, отражающие постепенно развивающиеся адаптивные изменения: повышение возбудимости, снижение лабильности, увеличение амплитуды тонуса мышц-сгибателей пальцев, ускорение переработки зрительной информации. После "регуляторного" микроцикла повышается и уравнивается возбудимость исследуемых мышц, значительно понижается и уравнивается в группах их лабильность. Амплитуда тонуса исследуемых мышц уравнивается как в группах, так и между группами. Очевидно, сформировалась система на новом уровне функционального состояния, отражающая развитие долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам.

8. К началу соревновательного периода, при снижении мышечного тонуса и возбудимости мышц и ухудшении чувства времени, отмечается улучшение показателей электроэнцефалограммы, мышечной чувствительности и скорости переработки зрительной информации, что указывает на оптимизацию переработки потоков информации в двигательной и зрительной сенсорных системах. В середине соревновательного периода отмечается оптимизация мышечного тонуса и чувства времени при сниженных показателях возбудимости мышц. Недостаточно адаптированные звенья являются показателями для применения восстановительных мероприятий.

9. Выделены спектры информативных показателей, имеющие высокую тесноту связей со спортивной результативностью. Выделены "зоны"

оптимального функционирования нервной, мышечной и изучаемых сенсорных систем, при которых может быть показан наиболее высокий результат.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для оценки специальной работоспособности стрелков из лука следует использовать комплекс показателей, отражающих функциональное состояние нервной, мышечной и сенсорной системы. С целью экспресс-информации можно использовать показатели "чувства времени", латентные периоды реакций, мышечное чувство и ЧСС. Обоснование и трактовка указаны в методических рекомендациях "Физиологические механизмы двигательного навыка в стрельбе из лука", М., 1980 г.

2. Для ранжирования спортсменов внутри группы, а также для оценки динамики указанных систем рекомендуем систему комплексной балльной оценки, методика расчета и трактовки которой указаны в этом же методическом письме.

3. При отборе спортсменов на ответственные соревнования следует учитывать степень проявления и устойчивость "лимитирующих факторов", особенно левостороннего опережения реакций, больших ошибок мышечного чувства и чувства времени.

4. При появлении выраженных признаков утомления или неадекватных соотношений реакций правой и левой рук следует использовать комплекс восстановительных мероприятий, описанных в методических рекомендациях "Система восстановительных мероприятий в стрельбе из лука", М., 1983 г.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Сравнительная характеристика функционального состояния ве-

душих систем организма стрелков из лука разной квалификации. - В кн.: Современная тренировка стрелка из лука. - Киев, 1972, с.34-38 /в соавт./.

2. Динамика сократительной способности миокарда у стрелков из лука на разных этапах тренировочного процесса. - В кн.: Современная тренировка стрелка из лука. - Киев, 1972, с.43-49. (в соавт.).

3. Соотношение вработываемости и утомления в нервной и мышечной системах у стрелков из лука в процессе стрелковых нагрузок. - Тезисы научных сообщений XII Всесоюзн. физиол. общества им. И.П. Павлова (Тбилиси, 29.IX.-4.X.1975). - Тбилиси, 1975, т.Ш, с.292-293 (в соавт.).

4. Восстановительные процессы во время интервалов между выстрелами у стрелков из лука. - В кн.: Проблемы реабилитации в спорте. Минск, 1976, с.125-127. (в соавт.).

5. Анализ возможных механизмов снижения спортивного результата в стрельбе из лука. - Тезисы докл. Всесоюзн. конф. по физиологии и биохимии спорта. - М., 1976, с.160-161 (в соавт.).

6. Механизмы "отказа" от работы у стрелков из лука во время напряженной мышечной деятельности. - Тезисы докл. X Украинского физиологического общества. - Киев, 1977, с.182-183 (в соавт., на укр. яз.).

7. Характеристика факторов, снижающих результативность у высококвалифицированных стрелков из лука. - Материалы Всесоюзного симпозиума, М., 1978, с.121-123 (в соавт.).

8. Динамика показателей нервно-мышечной системы у стрелков из лука в процессе предельных стрелковых нагрузок. - Тезисы докл. XV Всесоюзн. науч. конф. по физиологии и биохимии спорта. - М., 1978, с.149-150 (в соавт.).

9. Зоны факторов, определяющих специальную работоспособность при предельных нагрузках у стрелков из лука. - Тезисы докл. XV Всесоюзн. науч. конф. по физиологии и биохимии спорта. - М., 1978, с.167-168.

10. Комплексный метод оценки функционального состояния нервно-мышечной системы у стрелков из лука. - В кн.: Физиологические основы управления движениями при спортивной деятельности. Материалы II Всесоюзн. конф. М., 1978, с.96-98.

11. Динамика функционального состояния различных звеньев функциональной структуры двигательного навыка у стрелков из лука. - Тези-

сы XIX Всесоюзн. конф. по спорт. мед. - М., 1978, с. 142-143 (в соавт.).

12. Анализ выступления и подготовки сборной команды СССР по стрельбе из лука в 1978 г.: Методические рекомендации. - М., 1979. - 51 с. (в соавт.).

13. Итоги выступления кандидатов сборной команды страны по стрельбе из лука на УП летней Спартакиаде народов СССР и основные направления в их подготовке к XXII Олимпийским играм: Методические рекомендации. - М., 1979. - 29 с. (в соавт.).

14. Динамика функционального состояния систем организма высококвалифицированных стрелков из лука в процессе предельных нагрузок. - Материалы Всесоюзн. симпозиума по спорт. мед. - М., 1979, с. 38 (в соавт.).

15. Функциональная структура процессов, развертывающихся в восстановительном периоде после больших нагрузок у спортсменов. - Тезисы научн. сообщ. XIII Всесоюзн. физиол. общества им. И. П. Павлова. - Л., 1979, т. 2, с. 350 (в соавт.).

16. Комплексная оценка функционального состояния систем организма стрелков из лука высших разрядов в разные периоды годового цикла. - В кн.: Система комплексной оценки подготовленности спортсменов высшей квалификации: Тезисы докл. Всесоюзн. научно-практ. конф. (Петрозаводск, 10-12 окт. 1979). - М., 1979, с. 98 (в соавт.).

17. Анализ механизмов снижения специальной работоспособности у лучников в процессе стрелковых нагрузок. - Тезисы Всемирн. научн. конгресса "Спорт в современном обществе" (Биология, биомеха., биохим., медиц. физиол.). - М., 1980, с. 150 (в соавт.).

18. Динамика функционального состояния нервной и мышечной систем у стрелков из лука под влиянием микроциклов различной направленности. - В кн.: Научно-методические основы подготовки спортсменов высокого класса. - Киев, 1980, с. 251-252.

19. Физиологические механизмы двигательного навыка в стрельбе из лука: Методические рекомендации. - М., 1980. - 38 с. (в соавт.).

20. Медико-биологическое обеспечение предсоревновательной подготовки стрелков из лука. - В кн.: Актуальные проблемы спортивной медицины. - Киев, 1980, с. 138-141 (в соавт.).

21. Комплексная оценка общей и специальной тренированности стрелков из лука по данным динамики показателей нервно-мышечной и сердечно-сосудистой систем в процессе предельных стрелковых нагрузок. - В кн.: Актуальные проблемы спортивной медицины. - Киев, 1980, с.141-143 (в соавт.).

22. Роль процессов адаптации в механизмах развития высокой работоспособности спортсменов. - В кн.: Физиологические механизмы физической и умственной работоспособности при спортивной и трудовой деятельности. - Львов, 1981, с.207-209 (в соавт.).

23. Физиологический анализ механизмов вариативности специальной работоспособности у высококвалифицированных стрелков из лука. - В кн.: Физиологические механизмы физической и умственной работоспособности при спортивной и трудовой деятельности. - Львов, 1981, с.214-216.

24. Соотношение показателей острой и долговременной адаптации сердечно-сосудистой и нервно-мышечной систем у квалифицированных спортсменов. - Тезисы докл. XI съезда Украинского физиологического общества. - Киев, 1982, с.363 (в соавт., на укр. яз.).

25. Изменение биоэлектрической активности мозга во время "отказа" от работы. - Тезисы докл. XI съезда Украинского физиологического общества. - Киев, 1982, с.363 (в соавт., на укр. яз.).

26. Факторный анализ показателей нервной и мышечной систем у стрелков из лука в годичном цикле. - В кн.: Физиологические факторы, определяющие и лимитирующие спортивную работоспособность: Тезисы докл. XVI Всемирн. конф. по физиол. мышечн. деят. (Смоленск, 26-28 окт. 1982). - М., 1982, с.183-184.

27. Факторы, лимитирующие работоспособность стрелков из лука на ответственных соревнованиях. - В кн.: Физиологические факторы, определяющие и лимитирующие спортивную работоспособность: Тезисы докл. XVI Всемирной конф. по физиол. мышечн. деят. (Смоленск, 26-28 окт. 1981). - М., 1982, с.166-167 (в соавт.).

28. Генерация альфа-ритма в условиях преодолеваемого утомления как критерий высокой работоспособности. - В кн.: Актуальные проблемы дальнейшего развития массовой физической культуры, повышения спортивного мастерства в свете Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 11.11.1981: Тезисы докл. республиканской научно-теорет. конф. 11-18.11.1982. - Черкассы, 1982, с.153-155. (в соавт.).