

2-4510.28  
302

ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Г. П. С Е М Е Н О В

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МЫШЦ В СВЯЗИ С ФОРМИРОВАНИЕМ  
СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ ЧЕЛОВЕКА

диссертация написана на русском языке

(03.102 - физиология человека и животных)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
биологических наук

Работа выполнена на кафедре легкой атлетики  
Государственного ордена Ленина центрального института  
физической культуры  
(г. Москва)

Научные руководители:

профессор Н.Г. ОЗОЛИН  
кандидат педагогических наук (по психологии) А.К. ПОПОВ

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук Р. ЦУППИНГ  
кандидат биологических наук Ю. УНГЕР

Дополнительный отзыв дает кафедра физиологии  
Ленинградского института физической культуры им. П.Ф. Лесгафта

Автореферат разослан " 20 " III 1972 г.

Защита диссертации состоится " 20 " IV 1972 г.  
на заседании медицинского факультета Тартуского государст-  
венного университета по присуждению ученых степеней в  
области физической культуры и спорта.  
(г. Тарту, ул. Юликооли, 18, главное здание ТГУ)

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке  
Тартуского государственного университета.

Ученый секретарь ТГУ *И. Маароос*  
(И. МААРООС)

Л-86794 от 28.2.72г. Тир. 200 экз.

Типография ВНИИФК Зап. II

Диссертация выполнена на кафедре легкой атлетики (заведующий кафедрой - кандидат педагогических наук В.И.ВОРОНКИН) в тесном контакте с лабораторией электрофизиологии (заведующий лабораторией - кандидат медицинских наук Г.М.КУКОЛЕВСКИЙ) кафедры врачебного контроля и лечебной физкультуры (заведующая кафедрой - доктор биологических наук, профессор В.Е.ВАСИЛЬЕВА) Государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры (ректор института - доцент Л.С.ХОМЕНКОВ).

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и списка цитированной литературы. Объем основной части работы - 140 страниц машинописного текста.

В тексте работы содержится 15 таблиц и 34 рисунка. В списке цитированной литературы приводится 297 названий на русском и 72 на иностранных языках.

Основным содержанием работы является рассмотрение проблемы развития силовых качеств человека с позиций современных представлений об условнорефлекторной природе формирования и проявления произвольных движений человека. На модели трехрежимной работы мышц силового характера была предпринята попытка проследить процесс формирования силовых качеств человека (по данным динамики ориентированного рефлекса) и определить степень участия подкорковых образований в процессе силовой тренировки.

Многогранная спортивная практика является одной из немногих, которые непосредственно ставят перед наукой задачу раскрытия закономерностей развития максимальной работоспособности человека, проявляемой в специфических условиях. Практика силовой подготовки спортсменов достигла высокого уровня развития. Кроме того, по проблеме силовой подготовки человека имеется к настоящему времени несколько десятков диссертаций, ряд монографий. Являясь сугубо педагогической, эта проблема тем не менее широко разрабатывается и другими науками, поскольку круг вопросов, связанных с решением задач силовой подготовки, включает естественно-научное обоснование подбора силовых упражнений и методики их применения.

Все это вместе взятое позволяет рассматривать силовую подготовку в качестве информативной модели при выяснении особенностей развития максимальной работоспособности человека.

Предметом нашего исследования в настоящей работе является определение некоторых физиологических закономерностей в процессе развития силовой работоспособности.

#### СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ.

В процессе анализа научно-методической литературы удалось установить, что как в практическом, так и в теоретическом аспектах эволюция силовой подготовки человека происходит по двум направлениям, отражающим два наиболее общих принципа развития силовых качеств человека: принцип все возрастающих напряжений мышц (П.Ф. Лесгафт, 1888 и др.) и принцип структурного и функ-

ционального соответствия силовых упражнений основным соревновательным движениям спортсмена (А.Н.Крестовников, 1939; Н.Г. Озолин, 1949 и др.). Реализации этих принципов в практике присуще определенное противоречие. С одной стороны, в целях стимуляции нервно-мышечного аппарата необходимо поднимать околопредельные и предельные по весу отягощения (И.Н.Книпст, 1951; В.И.Чудинов, 1961; Л.Д.Воробьев, 1964 и др.), а с другой стороны, для закрепления новых систем временных нервных связей необходимо многократное их повторение. Поскольку человек не в состоянии много раз поднять большие по весу отягощения, то он вынужден вести тренировку в диапазоне средних отягощений. А это в целом снижает тренировочный эффект.

Как показывает анализ литературы, оба направления силовой подготовки вплотную приблизились к изучению и применению благоприятных, с точки зрения развития усилий, сочетаний режимов работы мышц: уступающего, преодолевающего и изометрического. Вместе с тем, попытки использовать широко эти режимы как средство основной подготовки человека привели к возникновению противоречивых фактов.

Ряд авторов на первое место по степени развиваемого испытуемым усилия ставят изометрический режим (Б.Д.Моногаров, Н.П.Лапунтин, 1966), другие — уступающий (Л.С. Захарьянц, 1962), третьи — преодолевающий (А.А.Ильинский и Р.П. Стеклова, 1966), четвертые — сочетание преодолевающего с уступающим (Л.В. Берхоманский, 1963; В.В. Кузнецов, 1965). Однако, в объяснении своих данных все авторы едины — все ссылаются на большое вовлечение двигательных единиц в процесс напряжения мышц в том или ином режиме их работы.

Таким образом, противоречивая ситуация, сложившаяся в последнее время при решении проблемы развития силовых качеств, обусловила выбор объекта исследования в нашей работе: три режима максимального напряжения мышц в связи с силовой подготовкой человека.

В поиске естественно-научного основания при изучении режимов работы и их отношения к проблеме развития силовых качеств наше внимание прежде всего привлекли классические представления о рефлекторной природе формирования и проявления произвольных движений, сформулированные отечественными учеными И.И.Сеченовым и И.П. Павловым. Эти представления легли в основу многих исследований в области физической культуры и спорта (А.Н.Крестовников, Н.В.Зимкин, Н.А.Бернштейн, В.С.Фарфель, С.П.Летунов, Н.Н.Яковлев, А.В.Коробков, П.А.Рудик, А.Д.Новиков, Н.Г.Озолин и мн. др.).

В последние десятилетия бурно развивающаяся техника физиологических исследований позволила получить ряд новых фактов, которые являются по существу дальнейшей разработкой идей Сеченова-Павлова. Эти факты, касающиеся закономерностей формирования и проявления условных рефлексов, участия подкорковых структур в работе анализаторов, и послужили в нашем исследовании основанием для изучения режимов работы мышц в связи с формированием силовых качеств человека.

Основными моментами в формулировании научной гипотезы явились позитивные данные о двух путях распространения возбуждения в ЦНС: специфическом (прямой путь от рецепторов в корковый отдел анализаторов) и неспецифическом (путь через ретикулярную систему в корковый отдел анализаторов), а также данные о тесной

связи этих путей проведения возбуждения с двумя видами безусловных рефлексов, по-разному участвующих в настройке анализаторов на восприятие раздражителей, с ориентировочным и адаптационным.

Согласно павловскому представлению об ориентировочном рефлексе, развиваемому Э.А.Асратяном (1955), П.К.Анохиным (1958), Е.Н.Соколовым (1958) и др., этот рефлекс принимает участие как в образовании любой временной нервной связи, так и в регулировании осуществляемого на его основе действия. Объективными показателями ориентировочного рефлекса, как следует из работ этих ученых, являются его различные вегетативные, соматические, сенсорные проявления в электроэнцефалографических (ЭЭГ), кожно-гальванических (КГР) и других реакциях организма. Показано, что ЭЭГ-компонент (депрессия  $\Delta$ -ритма), ярко выраженный при становлении условнорефлекторной связи (Б.С.Русинов, 1954; М.Н.Диванов, 1945, 1951; В.Е.Майорчик, 1954, и мн. др.), не проявляется при упроченной нервной связи (Г.В.Гершуни, 1949; 1955; И.А.Пеймер, 1955; Е.Н.Соколов, 1958, и др.).

Вышеуказанные факторы, а также данные, свидетельствующие о связи проявления ориентировочного рефлекса с вовлечением подкорковых структур в условнорефлекторный акт (Magoin, Moruzzi, 1949; П.К.Анохин, 1956; 1968, и др.), явились основой для изучения процесса формирования силовых качеств человека на модели трех режимов работы мышц с позиций корково-подкорковых взаимоотношений.

#### ЗАДАЧИ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.

Перед исследованием были поставлены следующие основные задачи:

1. Определить влияние трех режимов работы мышц и их сочетаний при максимальных напряжениях на процесс формирования силовых качеств человека.
2. Исследовать процесс формирования силовых качеств человека на модели трехрежимной работы мышц (по данным динамики ориентировочного рефлекса).

Помимо этих основных задач по ходу исследования решался также ряд вопросов, имеющих частное значение.

В работе были применены следующие методы исследования:

1. Электроэнцефалография (ЭЭГ)
2. Электромиография (ЭМГ)
3. Динамометрия

Фактический материал анализировался с помощью методов вариационной статистики.

Регистрация реакций организма при мышечной работе осуществлялась с помощью приборов: электроэнцефалографа "Альвар" в комплексе с анализатором частот "Лизограф", "Мьюкартограф" "Альбар", динамометра ДПУ-05. Эксперименты проводились с применением оригинальной методики.

Всего было проведено 4 серии опытов и одна дополнительная. Основным содержанием первой серии опытов являлось выяснение особенностей развития максимальных усилий при трех режимах работы мышц и их сочетаниях. В этом исследовании участвовало 20 студентов института физкультуры (метатели и прыгуны I-II разрядов). Методика этого эксперимента заключалась в следующем. После обычной разминки испытуемый усаживался в специальный тренажер и выполнял максимальные усилия в преодолеваемом режиме (разгибание ног в коленном суставе в диапазоне 90-120°), в уступающем (наильное сгибание ног в коленном



суставе в диапазоне 90-120°) и в изометрическом (статическое усилие при 120° угле сгибания ног в коленном суставе). Затем испытуемые выполняли максимальные усилия при различных сочетаниях трех режимов работы мышц. Максимальные усилия регистрировались с помощью динамометра.

Во второй серии опытов необходимо было определить различие в силовых показателях при разных режимах максимального напряжения мышц с помощью электромиографической методики. В этой серии участвовало 15 спортсменов (гимнасты и средневики I-II разрядов), которые выполняли программу первой серии опытов. ЭМГ при работе в разных режимах напряжения мышц регистрировалась биполярно в трех отведениях: медиальный участок прямой головки квадрицепса, внутренняя головка этой же мышцы и медиальный участок антагониста - двуглавой мышцы бедра. В опытах использовались чашечные электроды диаметром 0,6 см с межэлектродным расстоянием 2 см. Электроды крепились обычным способом. При расшифровке ЭМГ учитывались средняя амплитуда осцилляций в мм, рассчитанная путем деления суммарной амплитуды осцилляций на их количество, и средняя амплитуда в единицу времени. Одновременно с записью биопотенциалов производилась регистрация усилий, развиваемых испытуемым.

В третьей серии опытов определялся тренировочный эффект от работы в преодолевающем режиме и в сочетании изометрического режима с уступающим. В опытах участвовали спортсмены-новички (15 человек).

В течение полутора месяцев (занятия проводились 3 раза в неделю по 1,5-2 часа) одна группа (8 человек) вела тренировку

в преодолевающем режиме со штангой. Особенностью этой работы являлось следующее. Испытуемый в положении глубокого приседа принимал на плечи штангу с помощью партнеров и затем поднимал ее до полного выпрямления ног в коленном суставе. Вес отягощения - 90-95% от максимума для данного испытуемого. За один подход выполнялось по 3 повторения.

Вторая группа (7 человек) тренировалась в уступающем режиме со штангой весом 120-140% от максимума (максимальный вес, который испытуемый мог поднять в ходе контрольных испытаний, был принят за 100%). Здесь, наоборот, штанга с тяжелоатлетическими подставок бралась испытуемыми на плечи и затем выполнялось приседание. Поскольку вес отягощения был велик, для того чтобы с ним можно было встать из положения глубокого приседа, помощники, обеспечивая страховку, освобождали испытуемого от груза в нижней точке приседания. Момент снятия штанги с подставок рассматривался нами как предварительное напряжение мышц в изометрическом режиме. Таким образом, этот вид силовой работы представлял собой сочетание двух режимов: изометрического с уступающим.

До и после эксперимента были проведены контрольные испытания в силовых упражнениях: общепринятое приседание со штангой на плечах, жим штанги в положении лежа на скамейке. Кроме того, регистрировалась величина мышечных усилий в разгибательных изометрических напряжениях рук и ног (углы сгибания рук в локтевом суставе -  $90^{\circ}$ , в коленном -  $120^{\circ}$ ).

Ч е т в е р т а я с е р и я опытов была проведена с целью определения тренировочного эффекта от применения уступающего, изометрического и преодолевающего режимов. Комплексность

регистрации реакций организма испытуемых (ЭЭГ, ЭМГ, КТР, динамометрия) позволяла изучать также и процесс формирования силовых качеств на модели трех режимов работы мышц.

Испытуемым трех групп (по 5 человек) предлагалась тренировка в одном из трех режимов. Всего было выполнено по 10 занятий (3 раза в неделю). Одно занятие включало в себя 5 серий максимальных напряжений по 3 повторения усилий в каждой серии (7-9-е занятия проводились с 10 сериями). Паузы отдыха между сериями составляли 1-2 мин, между повторениями внутри серии - 20 сек. До и после работы в занятии регистрировались реакция перестройки на ритмический световой раздражитель частотой 4, 10, 12, 20, 24 гц, реакция угашения на световой ритмический раздражитель частотой 8 гц (10-15 предъявлений) максимальные статические усилия при трех значениях сочленового угла в коленном суставе:  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$ . Световые раздражители подавались с помощью фотостимулятора в течение 5 сек через 5 сек паузы.

Регистрация ЭЭГ осуществлялась биполярно с поверхности черепа в следующих отведениях: лобно-теменное, теменно-затылочное, лобно-затылочное правого полушария. Электроды "альваровские", крепление стандартное. При анализе ЭЭГ учитывалась усредненная величина амплитуд  $\alpha$ -спектра (8-12 гц) в мм. Представительство частот  $\alpha$ -спектра в ЭЭГ подсчитывалось по данным анализатора частот "Лизограф" за 50 сек. его работы (10 периодов анализа по 5 сек.), непосредственно предшествующих нанесению раздражителей (фон) и в момент их действия. Эти данные соотносились с суммарной величиной работы, выполненной испытуемыми в каждой серии. Для отметки мышечного напряжения при ЭЭГ исследованиях регистрировалась ЭМГ (медиальный участок квадри-

цепса).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

#### I. Серия опытов

Если принять во внимание то обстоятельство, что величину развиваемого испытуемыми усилия в том или ином режиме силовой работы ряд авторов отождествляют с силой действующего раздражителя и связывает с потенциальным тренировочным эффектом (И.Н. Кинпст, 1952; В.И.Чудинов, 1961, и др.), то вопрос о классификации усилий в трех режимах напряжения мышц приобретает принципиальное значение. Вполне утвердившейся классификации режимов мышечной работы силового характера, как следует из данных литературы, пока еще нет.

В ходе выполнения программы первой серии опытов удалось установить (табл. I), что уступающий режим работы мышц в ряду других режимов может занимать крайние положения. При силовой работе в этом режиме одни и те же испытуемые в одном случае могут показать самый низкий результат, а в другом — наивысший.

Таблица I

Характеристика режимов работы мышц по данным динамометрии

Режим силовой работы	Динамометрия (кг)
Уступающий	336 ± 11,5
Преодолевающий	401,5 ± 13,5
Изометрический	465 ± 13,5
Преодолевающий + уступающий	453 ± 13,2
Изометрический + уступающий	504 ± 14,5

Таким образом, усилие, развиваемое испытуемыми в уступающем режиме в сочетании с изометрическим, больше, чем в преодолевающем, в среднем в 1,25 раза, чем в уступающем ( в "чистых" условиях) в 1,42 раза.

При анализе полученных данных наше внимание было сосредоточено главным образом на трех очевидных взаимосвязанных факторах: предварительном возбуждении мышц, последовательности наступления благоприятной фазы для развития усилий и времени концентрации возбуждательного процесса.

#### Вторая серия опытов

В опытах с применением ЭМГ методики изучалось 13 движений. В таблице 2 представлен обработанный статистически материал, характеризующий по биоэлектрической активности мышц в сопоставлении с механическим эффектом три режима работы мышц и их сочетания, выполняемые при различных значениях сочленовного угла в коленном суставе.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что по мере увеличения угловых соотношений в коленном суставе достоверно возрастает усилие, развиваемое испытуемыми во всех режимах и их сочетаниях. В изометрическом режиме 1,7,13 задания критерий  $t$  (по Стьуденту) имеет значения: 4,3; 2,0; 5,4; в преодолевающем 2 и 8 задания -  $t = 3,98$ ; в уступающем - 3 и 9 задания -  $t = 3,2$ ; в сочетаниях 5 и 11 задания  $t = 3,6$ ; 6 и 12 задания  $t = 4,2$ .

Средняя биоэлектрическая активность мышц при выполнении уступающего режима равна  $18 \pm 9,6$  усл. ед; преодолевающего -  $17 \pm 5,1$  усл. ед. и изометрического -  $16 \pm 7,4$  усл. ед.

Оценивая связь средней биоэлектрической активности с максимальным напряжением мышц во всех режимах по ранговому коэффициенту корреляции, мы нашли, что эта связь незначительная, отрицательная ( $r = -0,27$ ). Этот факт свидетельствует, очевидно, о слабой связи между биоэлектрической активностью исследуемого участка мышц (медиальная часть прямой головки четырехглавого разгибателя коленного сустава) и максимальными усилиями, развиваемыми испытуемыми. Следует отметить, что в условиях наших экспериментов мышцы-антагонисты не принимают участия ни в работе в различных режимах, ни в их сочетаниях.

По данным первой и второй серии опытов следует, что при оценке того или иного режима силовой работы мышц необходимо учитывать также еще и предшествующий двигательный опыт испытуемых. Вполне возможно, что различия по абсолютным силовым показателям между испытуемыми разной специализации (в первой серии - прыгуны и метатели, во второй - гимнасты и средневики), а также различия в естественной дифференцировке режимов по развиваемым испытуемыми усилиям обусловлены умением проявлять "концентрированные" мышечные усилия (Н.Г.Озолин, 1949; Ф.Г.Казарян, 1965 и др.)

Таблица 2

№ пп	Показатели Задания	F <sub>max</sub> (кг)	F <sub>кг</sub> (усл.ед)	A	
				ср. (усл.ед)	ср (усл.ед.)
1.	2	3	4	5	6
1. Изометрический режим (45°)		110±14,6	32±11,7	28±11	7±4,1
2. Преодолевающий режим (45-90°)		141±27,9	39±13,7	23±13	6±2,0

I	2	3	4	5	6
3. Уступающий режим (90-45°)	147± 26,2	44± 4,5	23± 9,6	6± 3,3	
4. Преодолевающий режим после изометрического (45-90°)	162± 34,9	26± 8,7	26± 10,1	3± 1,5	
5. Уступающий режим после изометрического (90-45°)	180± 34,1	33± 8,7	16± 8,1	4± 2,0	
6. Уступающий режим после преодолевающего (45-90-45°)	157± 23	19± 4,4	16± 6,4	2 ± 1,0	
7. Изометрический режим (90°)	194± 48,2	62± 25	16± 10	5 ± 3,1	
8. Преодолевающий режим (90-120°)	260± 27,0	84± 27,4	17± 5,1	4 ± 1,9	
9. Уступающий режим (120-90°)	264± 85,8	84± 21,2	18± 9,6	4 ± 3,3	
10. Преодолевающий режим после изометрического (90-120°)	272± 65,8	56± 17,9	16± 6,7	3 ± 1,4	
11. Уступающий режим после изометрического (120-90°)	318± 86,4	64± 18,7	14± 5,8	3 ± 1,1	
12. Уступающий режим после преодолевающего (90-120-90°)	314± 91,7	53± 24,7	13± 5,4	2 ± 2,1	
12. Изометрический режим (120°)	320± 70,9	29± 9,9	16± 7,4	2 ± 1,2	

### Третья серия опытов

Основная идея, которая была положена в основу этой серии опытов, заключалась в попытке использовать феномен насильственного растягивания мышц как тренирующий фактор при развитии силовых качеств человека. Наши рассуждения сводились к следующему: если при опускании грузов, по величине превосходящих силовые возможности человека, действительно возникает большее мышечное напряжение, чем при поднятии предельного веса для данного человека (И.М.Сеченов, 1901; А.Бете, 1925), то, по-видимому, и тренировочный эффект в таком случае должен значительно разниться.

Результаты полуторамесячного эксперимента в лабораторных условиях в двух группах испытуемых-новичков показывают, что в контрольном упражнении - приседании с весом на плечах - достижения группы, которая вела тренировку в сочетании уступающего с изометрическим режимом - опускание веса порядка 120-160% от максимума, значительно превышают достижения другой группы, которая тренировалась в преодолевающем режиме - вес порядка 95% от максимального.

Результаты этого эксперимента позволяют сделать заключение о том, что феномен насильственного растягивания мышц может быть при определенных условиях использован для более эффективного развития силовых качеств человека, в частности для развития силы мышц ног.



Четвертая серия опытов

В этой серии опытов важно было проверить не только центральную гипотезу о том, что эффективность развития силовых качеств человека зависит от силы действующего раздражителя и) (три режима - три разные силы действующих раздражителей), но и проследить сам процесс формирования нового качественного уровня в зависимости от режима тренировки.

При определении тренировочного эффекта сопоставлялись результаты статических тестов (45, 90, 120°), показанные испытуемыми на I-м и IO-м занятиях.

Таблица 3

Величина прироста мышечной силы (в кг) по данным контрольных тестов в результате тренировки в трех режимах

Группы, режимы	Величины прироста			
	45°	I	90°	I 120°
изометрический	18,5±2,4	37,1±1,6	82,8±12,2	
преодолевающий	23,3±4,6	35,0±2,0	80,0±8,4	
уступавший	23,0±6,9	23,3±5,1	65,0±4,3	

Статистический анализ показывает, что существенным оказався прирост силы лишь в тестах 90 и 120°. Наибольший и статистически достоверный прирост зарегистрирован в группе, тренировавшейся в изометрическом режиме. Между динамическими режимами различия по величине прироста силы не существенны.

и) Под силой действующего раздражителя в процессе развития силовых качеств человека обычно подразумевается величина поднимаемого отягощения или величина развиваемого усилия, определенная с помощью динамометра (И.Н.Кипот, 1952 и др.).

Результаты этого эксперимента в основном подтверждают факт существования зависимости тренировочного эффекта от силы действующего раздражителя. При изометрическом режиме в одноактных напряжениях испытуемые показывают наибольшее усилие по сравнению с преодолевающим и уступающим (1 и 2 серии). Эта же закономерность распространяется и на результаты экспериментальной тренировки.

Вместе с тем обращает на себя внимание и другая закономерность. Как в случае тренировки по программе 3-й, так и по программе 4-й серий экспериментов, не обнаруживается эффект силы действующего раздражителя по некоторым силовым тестам в результате тренировки. В 3-й серии не существенным оказался прирост силовых качеств, проявляемых в движениях рук, в 4-й серии - в тесте, отличном от основного движения (тренировка проводилась в диапазоне изменений угла в коленном суставе порядка  $90-120^{\circ}$ , а тестирование - при  $45^{\circ}$ ). Иначе говоря, в данных случаях в большей мере проявляется "навыковая" природа силовых способностей человека или локальность проявления закономерности: чем больше сила действующего раздражителя, тем эффективнее формируются силовые качества человека.

По этим данным можно полагать, что сила действующего раздражителя, отождествляемая в силовой тренировке с величиной кг, поднимаемых спортсменом, может не проявиться в движениях, отличных от тренируемого (М.А.Годик, В.М.Зациорский, 1965 и др.). Иначе говоря, сам методический принцип применения всевозрастающих по весу отягощений (всевозрастающих по воздействию раздражителей) подвергается сомнению. На самом деле, если при изометрическом режиме испытуемые показывают наибольший результат в однократных напряжениях, чем в динамических режимах, то,

следуя принципу всевозрастающих воздействий, необходимо применять этот режим как наиболее эффективный. Сила же, приобретенная посредством применения более эффективного изометрического режима, может не проявиться в конкретных спортивных движениях, т.е. дискредитируется сама постановка вопроса о необходимости развития силовых качеств какими бы то ни было другими средствами, отличными от тестируемых.

Важно отметить, что последний тезис находит отражение в современной системе подготовки сильнейших спортсменов (происходит сужение круга средств тренировки, нарастает интенсивность выполнения упражнений - А.Н.Воробьев, 1964; Н.Г.Озолин, 1968; В.И.Чудинов с сотр., 1968, 1969 и др.).

Отсюда естественно возникает потребность изучить эти тенденции в их конечном проявлении: представить тренировку с самым узким кругом средств и с максимальной интенсивностью выполнения мышечных напряжений. Такая модель силовой тренировки и была подвергнута анализу в нашей работе. Испытуемые тренировались в одном из трех режимов, а интенсивность была максимальной (кроме преодолевающего режима).

В ходе 10-дневного эксперимента испытуемым трех групп предлагалось выполнять по световому сигналу 15 напряжений (7, 8, 9 занятия проводились с 30 напряжениями) в трех режимах работы мышц.

При этом регистрировалась ЭЭГ в трех отведениях (затылочно-лобное, затылочно-теменное, теменно-лобное) правого полушария.

Результаты показывают, что по мере привыкания к условиям эксперимента генерализованный и избирательный характер процесса угашения  $\alpha$ -ритма обуславливается различием действующих

раздражителей. Эти факты позволяют рассматривать всю экспериментальную ситуацию как сложный комплекс раздражителей, адресуемых различным анализаторным системам. Постепенное выделение отдельных раздражителей из всего комплекса воздействий, по мнению ряда авторов, является выражением процесса концентрации возбуждения в раздражаемом анализаторе (Г.В.Гершуни, 1949, 1955; Л.А.Новикова и Е.Н.Соколов, 1957; Е.Н.Соколов, 1958 и др.).

Процесс угашения компонентов ориентировочного рефлекса в условиях максимальных мышечных напряжений носит сложный и далеко не однозначный характер. Во второй половине 10-дневной тренировки появляются реакции экзальтации  $\alpha$ -ритма на световые и мышечные раздражители, а в изометрическом режиме — медленные волны частотой 5-7 гц.

При анализе данных ЭЭГ учитывался характер изменений средних амплитуд  $\alpha$ -спектра в процессе 10-дневной тренировки. При этом принималось во внимание, что десинхронизированный вариант активности мозга на афферентные раздражители связан с активностью подкорковых структур на фоне слабой блокады неспецифической импульсации со стороны коры, а экзальтация  $\alpha$ -ритма обусловлена снижением тонуса коры, вследствие блокады корой неспецифической активности.

Анализ хода 10-дневной тренировки позволил установить, что во время проведения каждого тренировочного занятия нет однонаправленной связи между величиной развиваемого усилия испытуемыми и величиной усредненной амплитуды  $\alpha$ -спектра. Иначе говоря, изменения амплитуды  $\alpha$ -ритма не обусловлены

изменениями усилий, развиваемых испытуемыми. Коэффициенты ранговой корреляции колеблются как по величине, так и по знаку связи. Эти данные подтверждают известную точку зрения И.М. Сеченова (1863) о том, что форма и характер рефлекторной реакции организма определяется не только стимулом и местом стимулирования, но и тем функциональным состоянием, в котором находится нервная система в данный момент времени (Ч.Шеррингтон, 1935; П.К.Анохин, 1935, 1968; Л.С.Гамбарян, 1962 и др.).

Работоспособность<sup>ж)</sup> испытуемых, варьируясь от занятия к занятию, имеет тенденцию к возрастанию. Аналогичная направленность отмечается и при анализе изменений суммарной амплитуды  $\alpha$ -ритма во время работы. Увеличение или уменьшение объема работы в занятиях сопровождается чаще всего возрастанием или снижением суммарной амплитуды  $\alpha$ -ритма. Величина индивидуальных коэффициентов ранговой корреляции позволяет заключить о существенности связи между этими показателями ( $r = 0,73-0,88$ ).

Если представить, что объем мышечной работы складывается из отдельных максимальных усилий, развиваемых испытуемыми, то можно полагать, что процесс приспособления систем организма к силовой работе сопровождается постепенным увеличением в ЭЭГ представительства частот  $\alpha$ -спектра и увеличением их амплитуды.

Важно отметить, что наибольшей силовой работоспособности испытуемые достигают в момент развития реакции экзальтации  $\alpha$ -ритма на мышечные напряжения. Рассматривая особенности развития специальной тренированности испытуемых в соответствии с режимом работы, следует подчеркнуть, что в изометрическом ре-

<sup>ж)</sup> Под работоспособностью в данном случае понимается объем выполненной работы: чем больше суммарная величина мышечных усилий, показанных испытуемым в процессе одного занятия, тем выше его работоспособность.

жине тренировки в течение 10 занятий был достигнут этап развития медленных волн частотой 5-7 гц. При этом работоспособность испытуемых, как правило, снижалась, ухудшалось их самочувствие, появилась раздражительность. В двух других режимах работы подобных явлений не отмечалось.

Основные закономерности протекания рефлекторных процессов при развитии силовых качеств в течение 10 занятий присущи любому из рассматриваемых режимов работы: первый этап силовой тренировки характеризуется генерализованным проявлением депрессии  $\alpha$ -ритма (1-5 занятия), на втором этапе происходит восстановление  $\alpha$ -ритма и развитие его экзальтации (5-10 занятия). Обращает на себя внимание тот факт, что реакция экзальтации возникает не только при мышечных напряжениях, но и при действии световых ритмических раздражителей. Это обстоятельство позволяет рассматривать данную реакцию как отражающую состояние систем организма в целом на весь комплекс процедур, проводимых в занятии. Иначе говоря, целое занятие становится единым раздражителем, вызывающим определенные реакции ЭЭГ.

На третьем этапе происходит развитие медленных волн частотой 5-7 гц. При этом медленные волны наблюдаются не только во время мышечных напряжений, но и в период паузы и даже в фоне до работы, т.е. отражают, по-видимому, как и в предыдущем случае, следующий уровень реакции организма на стандартную систему воздействий в целом занятии. Третий этап был отмечен у испытуемых изометрической группы. Вместе с тем, четкая последовательность смены реакции ЭЭГ у всех испытуемых вне зависимости от режима работы по такой схеме: депрессия  $\alpha$ -ритма, восстановление регулярного  $\alpha$ -ритма, экзальтация  $\alpha$ -ритма, появление медленных волн ( в изометрическом режиме работы ) позволяет предполагать, что и остальные испытуемые при продолже-

нии тренировки, по-видимому, неизбежно пройдут через третий этап.

Предположение о том, что изменения ЭЭГ реакций связаны с изменением состояния систем организма в процессе силовой тренировки, подкрепляется не только вышеприведенными данными, но и результатами дополнительной серии экспериментов. Эти опыты выполнялись на тех же испытуемых, по той же схеме, что и в 10-дневной тренировке, но другими были режимы работы.

Фактический материал, приведенный в диссертации, достаточно убедительно свидетельствует о том, что смена режимов не вызывает принципиальных изменений в характере протекания ЭЭГ реакций. То состояние, которого достигли испытуемые в процессе 10-дневной тренировки, сохраняется и здесь. Данный феномен может быть рассмотрен по крайней мере с трех сторон. С одной стороны, можно предположить проявление инертности систем организма, с другой - недостаточную "чувствительность" механизма ориентировочной блокады  $\alpha$ -ритма и с третьей - отражение в реакциях ЭЭГ целостного состояния систем организма.

Первая гипотеза не проверялась. Подтверждением второй гипотезы, по нашему мнению, являются опыты на дифференцировку усилий. Закончившим тренировку испытуемым, предлагалось произвольно выполнить три мышечных напряжения ("максимально", "средне" и "слабо"). Факты свидетельствуют, что существенных изменений в характере протекания ЭЭГ реакций не происходит. Иначе говоря, не только на смену режимов работы, но и при изменении интенсивности мышечных напряжений ориентировочный компонент (депрессия  $\alpha$ -ритма) не проявляется.

Нам представляется, что последняя гипотеза наиболее адекватно описывает истинную природу наблюдаемых явлений. Эта ги-

позеза, очевидно, более перспективна в том отношении, что позволяет рассматривать ЭЭГ реакции как проявление некоторого автономного генерирующего механизма, форма и ритм частот которого отражает целостное состояние систем организма, сформировавшегося под влиянием стереотипно повторяющихся воздействий.

В процессе 10-дневной тренировки в трех режимах работы мышц (динамическое исследование электропроцессов мозга) складываются такие отношения в ЦНС, которые могут быть уподоблены усилению внутреннего торможения, улучшению дифференцировок, облегчению угашения условных рефлексов. Это состояние в литературе принято характеризовать как проявление механизма прерывистого торможения (П.В.Симонов, 1962, 1963 и др.), которое может быть сопоставлено с начальной электроположительной фазой парабоза (Н.В.Голиков, 1950; Л.Л.Васильев, 1957; А.Гасто и др., 1957 и др.).

Принимая во внимание тот факт, что усиление  $\alpha$ -волн, наблюдаемое нами в опытах, рассматривается многими авторами как начало снижения тонуса корковых клеток, вполне приемлемой можно считать гипотезу о том, что в процессе силовой тренировки складываются такие отношения между корой и подкоркой, когда кора "с места" начинает блокировать подкорковую активацию. На фоне усиления  $\alpha$ -волн работоспособность испытуемых достигает максимума. Эти данные, очевидно, могут быть использованы при определении критериев дозировки силовой нагрузки и осуществлении контроля за функциональным состоянием систем организма в процессе силовой подготовки спортсменов. Вместе с тем, различная скорость появления характерных реакций ЭЭГ при одной и той же работе у различных испытуемых позволяет



в известной мере судить об индивидуальных особенностях их приспособляемости к силовой работе, что также может быть полезным в практике силовой подготовки.

## ВЫВОДЫ

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Максимальные усилия, проявляемые при различных режимах работы мышц, обусловлены предшествующим двигательным опытом испытуемых (спортивной специализацией):

а) легкоатлеты (прыгуны и метатели) в изометрическом режиме (угол в коленном суставе  $120^{\circ}$ ) развивают усилие, равное  $465 \pm 13,5$  кг, в преодолевающем (при непрерывном увеличении угла сгибания ног в коленном суставе в диапазоне  $90-120^{\circ}$ ) -  $401,5 \pm 13,5$  кг, в уступающем (при непрерывном уменьшении угла сгибания ног в коленном суставе в диапазоне  $120-90^{\circ}$ ) -  $336 \pm 11,5$  кг;

б) гимнасты и легкоатлеты (бегуны на средние дистанции) при тех же условиях показывают соответственно:  $310 \pm 70,9$  кг;  $260 \pm 27,9$  кг;  $264 \pm 85,9$  кг.

2. Проявление феномена насильственного растягивания мышц (при работе в уступающем режиме) зависит от предварительного напряжения мышц и от специализации испытуемых:

а) легкоатлеты (прыгуны и метатели) в "чистых условиях" при уступающем режиме развивают усилие, равное  $336 \pm 11,5$  кг, а после предварительного напряжения мышц способны показать значительно большие результаты: в сочетании преодолевающего режима с уступающим (непрерывное изменение угла сгибания ног в коленном суставе в диапазоне  $90-120-90^{\circ}$ ) -  $453 \pm 13,2$  кг, в сочетании изометрического режима с уступающим -  $504 \pm 14,5$  кг;

б) гимнасты и средневики - соответственно:  $264 \pm 85,9$  кг;  $314 \pm 91,7$  кг;  $318 \pm 86,4$  кг.

3. Наибольший прирост мышечной силы в результате экспериментальной тренировки был зарегистрирован в группе, применявшей изометрический режим -  $82,8 \pm 12,2$  кг. Существенных различий по величине прироста силы мышц у испытуемых, тренировавшихся в преодолевающем и уступающем режимах, обнаружить не удалось ( $70 \pm 8,4$  и  $65 \pm 4,3$  кг.).

Включение предварительного напряжения мышц при работе в уступающем режиме со штангой способствует более эффективному развитию силы мышц испытуемых, чем при работе в преодолевающем режиме.

4. Тренировка с максимальными мышечными напряжениями в изометрическом режиме в течении 10 занятий проходит в три этапа. На первом этапе мышечные напряжения в этом режиме сопровождаются преимущественной депрессией  $\alpha$ - ритма, на втором - развитием экзальтации  $\alpha$ - ритма и на третьем - возникновением медленных волн частотой 5-7 гц. Длительность этапов различна и обусловлена, очевидно, индивидуальными особенностями испытуемых.

Тренировка в уступающем и преодолевающем режимах за этот же период времени (10 занятий) вызывает реакции по ЭЭГ показателям только первых двух типов, т.е. депрессию и экзальтацию  $\alpha$  - ритма.

5. Объем силовой работы, выраженный в суммарной величине максимальных усилий (кг) тесно связан с суммарной амплитудой  $\alpha$ -спектра. Увеличение или уменьшение объема работы в занятиях сопровождается возрастанием или снижением суммарной амплитуды  $\alpha$  - спектра. Величина рангового коэффициента корреляции позволяет заключить о существенности и достоверности связи между этими показателями ( $r = 0,73-0,88$ ).

6. Наибольший объем выполненной работы в соответствии с режимами тренировки отмечается в период развития экзальтации  $\alpha$ -ритма. Эти данные могут быть в определенной мере использованы в практике силовой подготовки спортсменов.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Об уступающем режиме силовой тренировки.  
В кн.: "Материалы к итоговой научной сессии института за 1963 г.". ЦНИИФК. М., 1964, стр. 59-60 (совместно с В.И.Чудиновым)
2. Электроэнцефалографическое исследование трех режимов напряжения мышц.  
В кн.: "Материалы IV конференции молодых ученых". ГЦОЛИФК. М., 1968, стр.153-155
3. Динамометрическое и электромиографическое исследование трех режимов максимального напряжения мышц и их сочетаний.  
В кн.: "Материалы X Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности". Май 1968 г. г. Тбилиси. М., 1968, т.3, стр. 59-60.
4. Корково-подкорковые взаимоотношения при трех режимах максимального напряжения мышц по данным ЭЭГ.  
В кн.: "Материалы X Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности". Май 1968 г. г. Тбилиси. М., 1968, т.3, стр. 60-61. (совместно с А.К.Поповым)
5. Методика исследования трех режимов работы мышц и их сочетаний.  
Ж. "Теория и практика физической культуры" № 12, 1970 г.
6. Najlepší spôsob - kombinovani forem posilovacieho trvaniaku.  
"Tekka atletika", 1963, 12.  
(совместно с В.И.Чудиновым)

4621

БИБЛИОТЕКА  
Института физической культуры  
и спорта