

0.25
1

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ им. П. Ф. ЛЕСГАФТА

Эрнандес Карлос де-Агинако

Handwritten signature

ВЛИЯНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ "СТОРОННИХ" МЫШЦ НА СИЛУ,
БЫСТРОТУ И ВЫНОСЛИВОСТЬ МЫШЦ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ
ВЫПОЛНЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ

ЛЕНИНГРАД
1977

Государственный ордена Ленина и ордена Красного знамени
институт физической культуры им. П.Ф. Лесгафта

На правах рукописи

ЧИТАЛЬНА ЗАЛА
ЛДУФК

Карлос де-Агинако Эрнандес

ВЛИЯНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ "СТОРОННИХ" МЫШЦ НА СИЛУ,
БЫСТРОТУ И ВЫНОСЛИВОСТЬ МЫШЦ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ
ВЫПОЛНЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ

(03.00.13 - физиология человека и животных)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

БИБЛИОТЕКА
Ленинского государственного
института физической культуры

Ленинград

1977

Работа выполнена в Государственном ордена Ленина и ордена
Красного Знамени институте физической культуры им. П. Ф. Лесгафта

Ректор - и. о. профессора В. У. Агеев

Научный руководитель - доктор медицинских наук, профессор
Н. В. Зимкин

Официальные оппоненты: доктор медицинских наук, профессор
Ю. И. Данько.

кандидат биологических наук, доцент
И. М. Козлов.

Ведущее учреждение: Ленинградский научно-исследовательский
институт физической культуры

Защита состоится 7 января 1977 г. в 15 часов
на заседании ученого Совета ИФК им. П. Ф. Лесгафта
(г. Ленинград, ул. Декабристов 85, учебный корпус, ауд. 419)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института

Автореферат разослан "7" января 1977 г.

Отзывы на автореферат просим направлять по адресу:
Ленинград, Ф-121, ул. Декабристов, 85

Ученый секретарь Совета - доцент Г. И. Черняев

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. При производственной работе, связанной о мышечной деятельностью, в особенности в спорте при выполнении физических упражнений, важное место при движениях принадлежит проявлениям таких физических качеств как сила, скорость и выносливость. Физиологическая природа этих качественных особенностей двигательной деятельности явилась предметом многочисленных физиологических исследований (см. обзоры: Н. В. Зимкин, 1956, 1969; 1972; Н. В. Зимкин, Я. А. Эголинокий, 1956; Н. Н. Яковлев, А. В. Коробков, С. В. Янанис, 1960; В. М. Зацарский, 1970; Н. Н. Яковлев, 1974 и др.).

Однако, природа этих качественных сторон двигательной деятельности весьма сложна и многие аспекты физиологической характеристики силы, скорости и выносливости требуют дальнейших углубленных исследований. К числу задач, представляющих большой как теоретический, так и практический интерес, принадлежит вопрос о роли взаимодействия различных мышц и мышечных групп при совместной деятельности.

Начиная с конца прошлого века в целом ряде исследований было показано, что между ооноорными системами наблюдается сложное взаимодействие (см. обзоры: Л. А. Орбели, 1933; Ю. М. Уфлянд, 1938, 1965; С. В. Кравков, 1948; В. Н. Черниговский, 1960). Взаимодействие имеет место и при деятельности различных мышц. Так, еще начиная с работ И. М. Сеченова (1903) в целой серии исследований (Маршак, 1932; В. В. Розенблат, 1949, 1975; С. И. Кратвенцова, 1951; С. П. Нарикашвили, 1953; А. Г. Зима, 1957 и др.) было показано, что предшествующая деятельность одной группы мышц может влиять на работоспособность другой группы, обуславливая тем самым положительный эффект активного отдыха.

Вместе с тем другой аспект взаимодействия между разными группами мышц, т. е. не при последовательном, а одновременном нап-

рлячении разных мышечных групп изучен совершенно недостаточно. По этому вопросу имеются лишь отдельные данные, которые не сводились в определенную систему. Между тем для практики весьма важно выявление физиологических особенностей не только последовательного, но и одновременного взаимодействия различных мышечных групп, так как движения человека в большинстве случаев осуществляются с участием многочисленных мышц.

Как известно, выполнение конкретной двигательной задачи, например, определенного действия руками или ногами, как правило, требует участия не одной мышцы, а целого комплекса их. Но в это время в организме может происходить осуществление и ряда иных задач за счет развития напряжения других, сторонних для решения основной задачи мышечных групп.

Следует указать, что взаимосвязи между мышцами, в частности при сложных движениях, развиваются в процессе онтогенеза. После рождения у ребенка деятельность любой мышцы, как правило, является сторонней для других мышц и лишь после соответствующего обучения и тренировки создаются по терминологии А.А. Ухтомского "функциональные центры", а по терминологии П.К. Анохина "функциональные системы центров", позволяющие работу отдельных мышц, ранее "сторонних" друг для друга, объединить в единый целостный двигательный акт.

Научная новизна и практическая значимость темы. Учитывая наличие огромного разнообразия двигательных актов и приобретение новых координированных движений на протяжении всей жизни человека, взаимовлияния друг на друга сторонних и основных мышц постоянно возникают при осуществлении различных действий, в частности в спорте, в особенности в спортивных играх и единоборствах. Поэтому для дальнейшего совершенствования методов

обучения и тренировки, в особенности в спорте, знание и учет закономерностей взаимодействия различных мышечных групп друг с другом имеет существенное практическое значение.

В связи с указанным в диссертации проведены новые исследования, оригинальные по своему характеру. Во-первых, при действии сторонних мышц изучалась не только выносливость основных мышц, что наблюдалось и в работах других авторов, но и другие проявления деятельности двигательного аппарата - сила и скорость движений. Во-вторых, влияние на показатели деятельности основных мышц исследовалось при разном напряжении сторонних мышц - от 20 до 100%. В-третьих, изучалось влияние на показатели основных мышц сложной деятельности сторонних мышц при поддержании поз разной трудности. В-четвертых, прослежена эволюция взаимодействия сторонних и основных мышц после многократного повторения.

Структура диссертации и объем работы. Диссертация состоит из: введения, первой главы - литературный обзор, второй главы - общий объем и методики исследования, третьей главы - результаты исследований, четвертой главы - обсуждение полученных результатов, выводов и списка литературы. Она включает 133 страницы текста, 18 таблиц и 23 рисунка. Библиографический указатель содержит 239 источников, из которых 217 на русском и 22 на иностранных языках.

2. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Весьма сложный и разносторонний вопрос о взаимовлиянии центров различных мышц при одновременном развитии напряжения исследовался относительно мало (Э. Вебер, 1916; В. С. Фарфель и И. М. Фрейдберг, 1948; А. В. Коробков, 1955; А. Г. Зима, 1957; И. П. Ра-тов, 1972 и др.). Между тем различные мышцы и мышечные группы

в процессе деятельности человека постоянно вступают друг с другом в самые различные формы взаимоотношений. Особенно сложные взаимоотношения между нервными центрами мышц возникают при спортивной деятельности, когда для достижения высокого результата ставится задача проявить максимальные физические возможности данного человека.

Целью наших исследований явилось изучение влияния напряжения сторонних мышц на деятельность основных мышц (тестируемых), т. е. совершенно необходимых для выполнения данного двигательного акта.

Поставленные задачи заключались в следующем:

- 1) Выявить влияние различной степени напряжения сторонних мышц на силу, скорость и выносливость при деятельности основных мышц.
- 2) Выявить влияние напряжения сторонних мышц при поддержании различных по трудности поз тела на силу, скорость и выносливость при деятельности основных мышц.
- 3) Выявить значение многократного повторного воздействия одних и тех же сторонних мышц на силу, скорость и выносливость при деятельности основных мышц.

Всего было поставлено на 155 испытуемых студентах института физической культуры и школьниках старших классов 12 серий экспериментов.

Тестируемые показатели исследовались путем измерения силы мышц кисти, скрытого периода простой зрительно-моторной реакции, скорости движения при перемещении предплечья в локтевом суставе, латентного периода времени сокращения и расслабления двуглавой мышцы плеча, выносливости при поддержании усилия в правой, вытянутой в сторону, руке. Мышечная сила определялась

путем кистевой динамометрии.

Скрытый период зрительно-двигательной реакции измерялся электросекундомером - после 5 пробных определений, давалось 10 основных световых раздражений и рассчитывался средний результат.

Латентный период сокращения и латентный период расслабления мышцы исследовались по В.Л. Федорову путем записи электромиограммы. Биопотенциалы регистрировались на шлейфном осциллографе П-105.

Скорость перемещения (огибания и разгибания) предплечья в локтевом суставе определялась на специально сконструированном нами приборе, в котором предплечье при своем движении прерывало световые потоки от двух расположенных на некотором расстоянии друг от друга лампочек. Эти перерывы улавливались датчиками (фотоэлементами) и регистрировались на ленте осциллографа.

Выносливость определялась по максимальному времени поддержания правой руки, вытянутой под углом в 90° в сторону.

Работе сторонних мышц заключалась: 1) в статическом усилии двуглавой мышцы плеча при поддержании напряжения от 20 до 100% от ее максимальной произвольной силы, 2) в статическом усилии мышц левой кисти при напряжении от 30 до 100% от их максимальной произвольной силы, 3) в статическом усилии сгибателей и разгибателей стопы при напряжении от 20 до 80% от их произвольной силы, 4) в поддержании поз различной трудности.

Степень напряжения сторонних мышц контролировалась по показаниям шкалы тензометра. При поддержании различных поз тела контролем для остальных показателей являлись положение тела сидя и стоя "в удобном положении".

Результаты исследований обработаны методами математической статистики в определении средней величины и ее ошибки.

ошибки ($\bar{x} \pm S_x$), среднего квадратического отклонения и ее средней ошибки ($\bar{\sigma} \pm S_{\bar{\sigma}}$), среднего коэффициента вариации и ее средней ошибки ($\bar{v} \pm S_v$), среднего процента изменений к исходному состоянию и достоверности различий по критерию знаков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

I. Серия. Влияние напряжения левой двуглавой мышцы на силу мышц кисти правой руки.

Силы мышц кисти правой руки измерялась в покое (то есть без всякого напряжения сторонних мышц) и при поддержании усилия в сторонних мышцах (левой двуглавой мышцы плеча) в 30, 50, 80 и 100% от их максимальной произвольной силы (МПС). По средним данным напряжение мышц левой руки во всех случаях приводило к снижению мышц силы кисти. Наибольшее среднее снижение динамометрии правой кисти отмечалось при 100% напряжении левой двуглавой мышцы плеча.

II. Серия. Влияние различного напряжения мышц сгибателей и разгибателей правой и левой стопы на силу мышц кисти правой и левой руки.

Исследование проводилось в 8 различных вариантах взаимоотношений между мышцами ног и рук. При этом в каждом варианте сила мышц кисти измерялась при отсутствии напряжения в мышцах стопы и при напряжениях в 20, 40 и 80% от максимальной произвольной силы (МПС).

Во всех исследованиях напряжение сгибателей и разгибателей как правой, так и левой стопы вызывало уменьшение силы мышц кисти правой и левой руки на 8 - 22%. При этом, как видно из таблицы I, с увеличением напряжения мышц сгибателей и разгибателей стопы, величина снижения силы мышц кисти была, как

правило, больше.

III серия. Влияние поддержания различных поз тела на силу мышц правой и левой кисти.

Для выявления значения сложности координационных процессов при поддержании различных по трудности поз проведены исследования на 19 школьниках. Наиболее простой из исследованных поз является положение в виде удобной для испытуемого стойки. Затем мышечная сила исследовалась при несколько более трудной позе - стойка "смирно" и еще более трудных позах - стоя на одной правой или левой ноге, стоя на носке правой ноги, стоя на пятке правой ноги, при приседании на двух ногах, при приседании на одной правой ноге или левой, лежа при поддержании ногам угла в 15°.

Как видно из данных таблицы I, поддержание трудных поз тела снижает мышечную силу. Величина этого снижения варьирует примерно в пределах от 1,5 до 6 кг., т.е. мышечная сила уменьшается на 3,7 - 20,5%. При этом, при более простых позах снижение силы выражено меньше, чем при более сложных. Например, при стойке "смирно" снижение силы в правой кисти было на 5,7%, а в левой - на 3,7%. В то же время при стоянии на пятке снижение силы правой руки было 15,3%, а левой - на 20,5%. При более трудных позах, как правило, разница была достоверной, при самых простых позах - недостоверной. В одних случаях снижение было больше для правой руки, в других - для левой.

IV серия. Влияние деятельности сторонних мышц на скрытый период простой двигательной реакции.

Скрытый период простой зрительно-моторной реакции, осуществляемый правым средним пальцем, исследовался в состоянии покоя левой двуглавой мышцы плеча и при напряжении в 30,

Таблица Р 1

Влияние на силу мышц правой кисти (в кг) различной степени напряжения сгибателей левой стопы (75 - 10) и на силу левой кисти трудных для поддержания поперечный тела. (72 - 19)

Делительность мышц	Статистические показатели силы мышц кисти					Р
	$\bar{X} \pm \bar{S}_x$	$\sigma \pm \sigma$	$V \pm S_V$	% изменение к исходной величине		
Напряжение мышц сгибателей левой стопы	0 (полож) 20%	26,88 ± 2,81	8,9 ± 1,99	33,18 ± 7,42	-	< 0,05
	40%	22,61 ± 2,76	8,78 ± 1,95	38,65 ± 8,64	-15,6	< 0,01
	80%	20,36 ± 2,64	8,36 ± 1,87	40,78 ± 9,1	-22,7	< 0,01
		21,01 ± 2,3	7,3 ± 1,66	34,74 ± 7,76	-21,7	< 0,01
Стоя на в удвоенной пологости (исходная величина)		51,12 ± 1,12	6,25 ± 1,01	20,08 ± 3,25	-	> 0,05
Стоя на по команде "смирно"		29,97 ± 1,59	6,06 ± 0,91	20,21 ± 3,27	-3,7	< 0,01
Стоя на правой ноге		26,24 ± 0,94	4,09 ± 0,66	15,61 ± 2,53	-15,7	< 0,01
Стоя на левой ноге		29,22 ± 1,01	4,44 ± 0,72	15,2 ± 2,46	-3,2	< 0,05
Стоя на носке		28,06 ± 1,24	5,45 ± 0,83	19,57 ± 3,14	-3,9	< 0,01
Стоя на пятке		24,75 ± 1,16	5,18 ± 0,84	20,98 ± 3,39	-10,5	< 0,01
Приседание на одной ноге		26,62 ± 1,25	5,45 ± 0,83	20,47 ± 3,52	-14,5	< 0,01
Приседание на двух ногах		25,97 ± 1,14	4,99 ± 0,81	19,35 ± 3,12	-16,5	< 0,01
Голой ладью в 15°		20,68 ± 1,1	4,81 ± 0,78	18,76 ± 3,04	-17,5	< 0,01

50, 80 и 100% от максимальной силы (МПС).

Скрытый период в состоянии покоя равнялся 154,0 мсек. При поддержании усилия в левой руке в 30% от МПС скрытый период увеличился до 158,6 мсек, т.е. 2,9%, в 50% от 176,2 мсек, т.е. на 14,4%, в 80% до 181,8 мсек, т.е. на 18%, в 100% до 187,8 мсек, т.е. на 29,9%.

Таким образом, деятельность сторонних мышц увеличивала скрытый период простой зрительно-двигательной реакции тем больше, чем значительнее было напряжение сторонних мышц.

У серия. Влияние поддержания различных поз на скрытый период зрительно-двигательной реакции.

Скрытый период зрительно-двигательных реакций в исследованных позах (стоя на одной ноге, на одной пятке, на одном носке и при приседании на двух ногах) изменялся незначительно и достоверно увеличился только при стойке на одной ноге.

Полученная разница в сторону увеличения латентного периода была достоверной лишь при стоянии на левой ноге (на 7,8%).

У1 серия. Влияние напряжения мышц левой кисти на латентное время сокращения (ЛВС) и латентное время расслабления (ЛВР) по данным электромиографии.

При реакциях на включение света (сокращение мышц) и выключение света (расслабление мышц) ЛВС и ЛВР изменялись в среднем примерно на 6%. На эти изменения статистически были достоверны только для ЛВР.

УП.серия. Влияние сторонних мышц на скорость движения предплечья в правом локтевом суставе.

В состоянии покоя и при поддержании статического усилия левой двуглавой мышцей (в 30, 50 и 80% максимальной силы этой мышцы) регистрировалась скорость движения правого предплечья

при сгибании в ответ на световой сигнал.

Напряжение двуглавой мышцы несколько замедляло скорость движения при сгибании, но разница была статистически недостоверна.

УШ серия. Влияние различной степени напряжения сторонних левой двуглавой мышцы на выносливость тестируемых мышц при поддержании в них усилия на вытянутой правой руке в 75% от максимальной произвольной силы.

Исследования производились на 10 испытуемых учащихся 9 и 10 классов. В состоянии покоя, т.е. без напряжения сторонних мышц, время поддержания правой рукой груза равнялось $46,9 \pm 4,0$ сек. При поддержании усилия в сторонних мышцах левой руки в 25, 50, 75 и 100% от максимальной произвольной силы (табл.2) выносливость тестируемых мышц правой руки значительно снизилась, причем тем больше, чем сильнее напрягались сторонние мышцы (на 18,8% при 25% напряжения; 34,2 при 50%; 36,9 при 75% и 44,6 при 100%).

IX серия. Влияние различной степени напряжения сторонней мышцы (левой двуглавой плеча) на выносливость тестируемых мышц при поддержании в них усилия в 100% от максимальной произвольной силы на вытянутой правой руке (3 повторные исследования на протяжении 3 дней).

Исследования произведены на 12 испытуемых школьниках 9 - 10 классов повторно 3 раза на протяжении 3 дней.

По сравнению с исходным состоянием без напряжения сторонних мышц, при нагрузке последних в 25, 50, и 75 и 100% от максимальной произвольной силы, в тестируемых мышцах правой руки выносливость, т.е. время поддержания статического усилия, значительно снижалось (от 8,3 до 22,4%). Наименьшее снижение выносливости

Таблица 2

Влияние поддержания различной степени напряжения двуглавой мышцы левой руки на выносливость (в сек.) мышц при поддержании груза в 75% от максимальной произвольной силы на вытянутой в сторону правой руке. ($n = 10$)

Напряжение сторонней мышцы	$\bar{x} \pm S_x$	$\sigma \pm S\sigma$	$v \pm Sv$	% изменения к исходной выносливости	P
0 (покой)	46,9 +4,07	12,88 +2,88	24,47 +6,14	-	-
25%	38,1 +3,72	11,78 +2,63	30,94 +6,91	-18,8	> 0,05
50%	30,9 +2,09	6,62 +1,48	21,43 +4,79	-34,2	< 0,01
75%	29,6 +2,67	8,44 +1,88	28,54 +6,38	-38,9	< 0,01
100%	26,0 +2,67	8,45 +1,89	32,53 +7,27	-44,6	< 0,001

было при нагрузке сторонних мышц в 25% (от 8,3 до 13,7%). Наибольшее снижение отмечалось при нагрузке сторонних мышц в 75 и 100% (от 18,9 до 22,4%).

Тренировка, выразившаяся в трех повторных исследованиях на протяжении трех дней, не оказала какого-либо заметного влияния, так как влияние сторонних мышц существенно не изменилось.

X и XI серии. Влияние поддержания различных поз тела на выносливость при поддержании усилия в 50% и 80% от максимальной произвольной силы на вытянутой в сторону правой руке.

Исследование проведено на 15 испытуемых школьниках 9-10 классов.

При всех трех исследованных позах (стоя на одной ноге, стоя на пятке, приседание на одной ноге), по сравнению с позой "сидя" отмечалось снижение выносливости мышц правой руки. Однако снижение при позе "стоя на правой ноге" (на 8,8%) статистически было меньше, чем при более трудных позах "стоя на пятке одной ноги" (на 17,4%) и "приседание на правой ноге" (на 20,7%).

XII серия. Влияние многодневной тренировки на характер взаимодействия двух мышечных групп.

Исследование проведено на 14 школьниках 9-10 классов. Измерялась мышечная сила кисти правой руки в двух позах: I - стоя, 2 - лежа при поддержании ногами угла в 15° . Эксперименты продолжались 12 дней на протяжении двух недель с измерением силы 2 раза в день - утром и вечером. Таким образом, у каждого испытуемого силы в указанных позах произведено 24 раза.

В первые дни исследований поза "лежа" с поддержанием угла в 15° сила мышц кисти была значительно меньше, чем при более простой обычной позе "стоя". В последующие дни эта разница постепенно снижалась и практически исчезла. В заключе-

тельные дни опытов при держании угла сила стала больше, чем в позе "стоя" (табл.3).

Общий характер измерений свидетельствует о том, что направленность изменений связана с длительностью тренировки. В первые 6 дней (порядок № исследований от I до I2) держание угла существенно снижало максимальную силу (от 8,31 до 11,65%). В последующие 3 дня (порядковые № исследований от I3 до I8) это снижение уменьшилось примерно в два раза (от -2,9 до 6,0%). В дальнейшем разница практически исчезла (от -1,2 до +1,0%) и наконец в последний день исследований максимальная произвольная сила в положении "угол в 15° лежа" стала больше (от +4,3 до 6,0%), чем в позе "стоя".

Все приведенные данные указывают на эволюцию характера взаимодействия между сторонними и основными мышцами. В многодневных повторных исследованиях произошло изменение степени и направленности зависимости максимальной произвольной мышечной силы кисти от принятия позы "держание лежа ногами угла в 15°". Снижение мышечной силы, наблюдавшееся по сравнению с позой "стоя", в первые дни исследований, постепенно исчезло и сменилось увеличением этой силы.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ряде ранее проведенных исследований (И.М.Сеченов, 1903; М.Е.Маршак, 1932; В.С.Фарфель, И.М.Фредбер, 1948; И.М.Серопегин, 1948; В.В.Розенблат, 1949; Г.В.Попов, 1961; А.В.Коробков, 1955; А.Г.Зимин, 1957; И. П. Ратов, 1972 и др.) было показано, что как предварительная, так и одновременная работа сторонних для данной деятельности мышц, влияет на функциональные возможности этих тестируемых мышц. При этом в отдельных случаях деятельность тестируемых мышц улучшается, в большинстве же - ухудшается. Фи-

Таблица № 3

Средние величины силы (в кг.) мышц кисти правой
руки при позах "стоя" и "лежа" при поддержании ногами
угла в 15° (n = 14)

Дни ис- следо- ваний	После- дова- тель- ные иссле- дований	Стоя	При угле в 15°	Разность в \bar{p}	p
		$\bar{x} \pm S_x$	$\bar{x} \pm S_x$		
I	1	46,14 ± 2,34	43,8 ± 2,09	-7,16	> 0,05
	2	47,85 ± 2,48	44,21 ± 1,75	-7,63	< 0,01
II	3	46,85 ± 2,33	42,8 ± 2,09	-8,97	< 0,01
	4	47,5 ± 1,99	41,97 ± 1,73	-11,65	< 0,01
III	5	45,64 ± 1,57	40,85 ± 1,61	-10,48	< 0,01
	6	45,28 ± 2,1	41,29 ± 2,15	-6,63	< 0,01
IV	7	45,64 ± 2,07	40,3 ± 1,51	-9,38	< 0,01
	8	46,57 ± 1,85	42,66 ± 1,56	-7,67	< 0,05
V	9	44,42 ± 1,18	40,73 ± 1,53	-8,31	< 0,01
	10	45,14 ± 1,32	40,95 ± 1,71	-9,29	< 0,01
VI	11	46,21 ± 1,62	41,38 ± 1,33	-10,46	< 0,01
	12	46,85 ± 1,57	42,57 ± 2,1	-9,14	< 0,01
VII	13	44,21 ± 2,1	42,44 ± 2,0	-4,1	< 0,01
	14	44,28 ± 2,3	41,63 ± 1,38	-6,0	< 0,01
VIII	15	45,14 ± 1,85	43,87 ± 1,67	-4,0	< 0,01
	16	45,61 ± 1,76	43,71 ± 2,12	-4,2	< 0,01
IX	17	45,8 ± 1,93	43,71 ± 2,01	-4,6	< 0,01
	18	46,13 ± 1,17	44,8 ± 2,06	-2,9	< 0,01

V	19	46,59 ± 2,03	46,35 ± 1,65	-0,6 >0,05
	20	47,3 ± 2,01	46,66 ± 1,62	-1,2 >0,05
XI	21	47,09 ± 1,18	47,49 ± 1,43	+0,8 >0,05
	22	47,67 ± 1,10	48,18 ± 1,65	+1,0 >0,05
XII	23	47,71 ± 1,12	49,78 ± 1,12	+4,3 >0,05
	24	47,67 ± 1,2	50,54 ± 1,1	+6,0 <0,05

физиологические же закономерности этого взаимодействия при одновременной работе и причины, обуславливающие в одних случаях повышение функций тестируемых мышц, в других же понижение, как правило, оставались вне поля зрения последователей, ставивших акцент в основном на констатацию полученных явлений.

В спорте и во многих видах производственной деятельности постоянно имеет место сочетание одновременной работы нескольких мышечных групп, причем в одних случаях многократно повторяющееся, в другие же неожиданные или без достаточной предварительной тренировки. Поэтому вопрос об особенностях влияния напряжения сторонних мышечных групп является важным как в теоретическом плане, так и для организации и обоснования некоторых положений обучения и тренировки в двигательной деятельности, в особенности в спорте.

Таким образом результаты исследований выявили два вида влияния напряжения сторонних мышц на деятельности тестируемых. Большую часть это влияние было тормозящим. Но в некоторых случаях не отмечалось никакого влияния или же влияние было стимулирующим.

Различный характер влияний, исходя из полученных нами данных, объясняется несколькими причинами. Во-первых, имеет значение интенсивность напряжения сторонних мышц. При переходе от слабой

интенсивности к средней и сильной, степень изменения силы, скорости и выносливости тестируемых мышц увеличивалась. Во-вторых, существенно влияло усложнение координации движений, осуществляемых сторонними мышцами. В-третьих, весьма важным фактором явилось многократное повторение взаимодействия между определенными группами сторонних и основных мышц.

Каковы же физиологические механизмы, обуславливающие изменение деятельности тестируемых мышц при напряжении сторонних мышц?

Среди этих механизмов особенно большая роль принадлежит внешнему торможению, выявленному работами И.П.Павлова (1922, 1927) и его многочисленных учеников (П.Н.Васильев, 1906; Г.В.Миштовот, 1907; А.А.Юченко, 1926; Г.В.Скипин, 1928; П.К.Анохин, 1968 и др.).

Результаты этих исследований выявили, что при возникновении в центральной нервной системе какого-либо другого сильного стороннего очага возбуждения, центры условных рефлексов могут тормозиться. Это торможение выражено тем больше, чем сильнее возбуждение в центрах сторонних мышц. При повторении влияние внешнего торможения постепенно снижается и может полностью исчезнуть.

В наших экспериментах это подтвердилось. Сильные воздействия (в наших исследованиях большая степень напряжения сторонних мышц и более сложная их координация вызывали большую степень ухудшения силы, скорости и выносливости, чем слабые. Подтвердилось также и значение повторности воздействий. По мере многократного повторения сочетания деятельности разных мышц в виде одновременного напряжения тестируемых и сторонних мышц, происходит постепенное угашение внешнего торможения. Это было продемонстрировано и в наших опытах с 24-кратным повторением изменения силы мышц кисти при одновременном поддержании лежа ногами угла в 15° (табл.3). Первоначальное снижение силы тестируемых мышц кисти, наблюдавшееся

при одновременном поддержании сторонними мышцами угла в 15° , в дальнейшем стало уменьшаться и в последних исследованиях оно исчезло и даже оменилось повышением.

Важное значение в исследованных явлениях имеют и механизмы доминанты А.А.Ухтомского (1923, 1924). Осуществление двигательного акта, в частности связанного с проявлением силы, скорости и выносливости, всегда характеризуется в нервной системе формированием определенной доминанты. Но одновременная работа сторонних мышц также характеризуется возникновением доминанты, конкурирующей с первой.

Взаимодействие между двумя или несколькими очагами возбуждения может носить различный характер. При сильной доминанте, связанной с деятельностью сторонних мышц, доминанта, регулирующая напряжение тестируемых мышц, слабеет. Наоборот при слабой доминанте в центрах оторонних мышц доминанта в центрах тестируемых мышц усиливается за счет стороннего возбуждения. Вследствие этого в одном случае проявление деятельности тестируемых мышц ухудшается, в другом же улучшается. В проведенных нами исследованиях при слабом напряжении сторонних мышц и при несложных по координации позах часто наблюдалось улучшение показателей силы, скорости и выносливости тестируемых мышц, при значительном же напряжении и усложнении поз преобладало ухудшение тестируемых показателей, улучшение же отмечалось редко.

Взаимоотношения между различными мышцами претерпевают в течение жизни, в частности в результате тренировки, сложную эволюцию. По существу у человека сразу же после рождения преобладающее большинство мышечных групп является по отношению друг к другу "сторонними". Их деятельность недостаточно связана координационными отношениями. В дальнейшем же, по мере развития мышц и их ко-

ординационных центров, различные мышечные группы для осуществления сложно-координационных актов объединяются в своей деятельности и центры отдельных мышечных групп начинают функционировать не в виде нескольких отдельных доминант, а в виде единого целого, т.е. в виде функциональной констелляции нервных центров, обладающих по А. А. Ухтомскому единством действия. П. К. Анохин (1968) назвал это "функциональной системой центров". Таким образом различные центры мышечных групп могут в одних случаях положительно или отрицательно взаимодействовать друг с другом, в других же выступать как единое целое, единая доминанта.

Следует учитывать, что у человека имеется несколько сот отдельных мышц с огромным количеством функциональных двигательных единиц в них. Поэтому практически и у взрослых лиц возможно бесконечное число сочетаний их. Вследствие этого, при деятельности человека, наряду с сложившимися функционально объединенными (констелляциями) нервных центров, всегда возможны комбинации деятельности мышц, центры которых являются сторонними друг для друга. Это особенно часто имеет место в спорте, например, в спортивных играх и единоборствах, когда осуществление какого-либо совершенно необходимого действия производится на фоне напряжения сторонних мышц.

Для предупреждения возможности снижения функциональных возможностей двигательного аппарата при работе сторонних мышц целесообразно в процессе обучения и тренировки разнообразить движения, не ограничиваться приобретением навыков узкого диапазона. Чем шире диапазон приобретаемых навыков, тем реже будут встречаться случаи отрицательного влияния деятельности сторонних мышц. Если же отрицательное влияние все же будет, то оно окажется незначительным.

Работа сторонних мышц, как показывает опыт практических наблюдений, а также и наших экспериментов, в определенных условиях мо-

жет оказывать и положительное влияние, т.е. повышать функциональные резервы человека. Это, во-первых, наблюдается в случаях, когда напряжение сторонних мышц небольшое, а координация их несложная. В этих случаях дополнительная деятельность, по законам доминанты, не обивает, а наоборот подкрепляет и улучшает основную деятельность. Во-вторых, при привычной деятельности, т.е. после резкого уменьшения или исчезновения влияния внешнего торможения, даже значительное напряжение сторонних мышц, как известно, уже не вызывает эффекта внешнего торможения в центрах основных мышц и вместо ухудшения может вызвать улучшение.

Таким образом, учет закономерностей взаимодействия центров сторонних мышц с центрами основных для данной деятельности при соответствующем обучении и тренировке с одной стороны уменьшает степень неблагоприятного влияния внешнего торможения, с другой же, путем подкрепления рабочей доминанты, помогает улучшить эффективность соответствующей деятельности.

В Ы В О Д Ы

1. При одновременной деятельности двух или нескольких групп мышц, напряжение некоторых из них может быть "сторонним" для основной группы мышц, осуществляющих определенную двигательную задачу. Взаимодействие между нервными центрами основных для данной деятельности мышц и центров сторонних мышц может протекать различно. Одна из форм влияния сторонних мышц заключается в угнетении деятельности центров основных мышц, другая - в виде стимуляции их, третья - нейтральная, без существенного видимого влияния.

2. При различной степени статического напряжения (от 20 до 100% максимальной произвольной силы) сторонних мышц (двуглавой левой плече и тыльных и подошвенных сгибателей правой и левой стопы) максимальная сила мышц кисти по средним данным всегда

снижалась. Это снижение было наименьшим при напряжении сторонних мышц в 20% от максимальной силы, при большем напряжении снижение силы основных (тестируемых) мышц кисти увеличивалось.

3. При деятельности сторонних мышц для поддержания поз различной трудности, сила тестируемых мышц кисти снижалась тем больше, чем труднее было сохранение позы.

4. Длительность скрытого периода простой зрительно-двигательной реакции при напряжении сторонней двуглавой мышцы левой руки в среднем увеличилась, тем больше, чем больше было напряжение сторонней мышцы.

5. Деятельность сторонних мышц, связанных с сохранением всех исследованных поз, влияло на скрытый период простой зрительно-двигательной реакции незначительно, преимущественно в сторону его укорочения.

6. Скорость движения предплечья при сгибании и разгибании, а также латентное время сокращения и расслабления двуглавой мышцы плеча при деятельности сторонних мышц, по средним данным, существенно не изменились.

7. Выносливость при удержании вытянутой в сторону правой рукой груза в 75% от максимальной силы соответствующих мышц при напряжении сторонней двуглавой мышцы левой руки от 20 до 100% ее максимальной силы уменьшилась тем резче, чем больше было напряжение сторонней мышцы.

8. В условиях напряжения сторонних мышц для поддержания тела в определенных положениях, усложнение координации движений для сохранения соответствующих поз, увеличивало снижение выносливости основных мышц при удержании груза вытянутой правой рукой.

9. При трехкратном повторении (на протяжении 3 дней) исследования выносливости при удержании груза правой рукой в условиях

напряжения сторонних мышц левой руки в 25,50,75 и 100% от их максимальной произвольной силы выносливости каждый раз снижалась, но при этом не выявились какие-либо существенные изменения, связанные с днем исследования.

10. При многократном повторении (24 раза на протяжении 12 жней) воздействия напряжения сторонних мышц (держание лега ногами угол в 15°) на силу мышц кисти, в первые дни отмечалось снижение ее на 8-12%. Это снижение в дальнейшие дни постепенно уменьшалось и в последние дни опытов полностью исчезло и сменилось с повышением силы тестируемых мышц.

11. Анализ индивидуальных данных показал, что у отдельных испытуемых при статическом напряжении сторонних мышц сила, скорость и выносливость основных мышц, осуществляющих тестируемую деятельность, ухудшились очень мало, а в ряде случаев даже улучшились. При более легком напряжении сторонних мышц, а также и при поддержании менее трудных поз тела, это наблюдалось чаще.

12. В физиологическом механизме ухудшения показательной силы, скорости и выносливости при напряжении сторонних мышц важное значение принадлежит внешнему торможению, которое при повторении характеризуется постепенным угашением. Этот эффект постепенного угашения внешнего торможения был выявлен в наших опытах с 24-кратным повторением одного и того же напряжения сторонних мышц.

13. При взаимодействии сторонних мышц наблюдаются и закономерности доминанты А.А.Ухтомского. Это проявилось у ряда испытуемых в улучшении показателей силы, скорости и выносливости при действии сторонних мышц, особенно при их относительно слабом напряжении и поддержании более простых поз, а также и при 24-кратной тренировке.

14. Закономерности возникновения отрицательного и положительного воздействия работы сторонних мышц на основную деятельность должны учитываться при обучении и спортивной тренировке.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Влияние силового напряжения одних групп мышц на силу, латентный период и скорость движения других мышц. Сб. научных работ молодых ученых. Л., 1975.
2. Об адаптации двигательного аппарата человека к мышечной деятельности. Сб. научн. трудов. Ярославль, 1972, с. 98-91 (в соавторстве.)
3. Влияние деятельности мышц на проявление силы, скорости и выносливости в других мышечных группах. Тезисы докладов XIV Всесоюз. конф. по физиологии и биохимии спорта. Ереван, 5-7 октября 1976, с. 121-122 (в соавторстве).
4. Функциональная характеристика скелетных мышц человека в связи с их особенностями адаптации к физическим напряжениям у спортсменов. Сб. трудов каф. физиологии ГИОИЖ им. П. Ф. Лесгафта. Л., 1976, с. 34 (в соавторстве).
5. Особенности свойств мышц и процесса адаптации их к физическим нагрузкам спортсменов. Сб. научн. работ ГИОИЖ им. П. Ф. Лесгафта. Л., 1976, с. 44-45 (в соавторстве).

Материалы диссертации доложены

1. На конференции молодых ученых ГИОИЖ им. П. Ф. Лесгафта по проблеме "Совершенствование методов и средств тренировки квалифицированных спортсменов." (Л., июнь 1975).
2. На конференции по теме "Адаптация человека и животных в норме и патологии" (Ярославль, 1975).
3. На XIV Всесоюзной конференции по физиологии и биохимии спорта. (Ереван, октябрь, 1976).