291

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

На правах рукописи

СЕЛИВАНОВА Татьяна Григорьевна

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОРРЕКЦИИ ДВИЖЕНИЙ СПОРТСМЕНА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТИМУЛЯЦИОННЫХ И ПРОГРАММИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

13.00.04 — теория и методика физического воспитания и спортивной тренировки (включая методику лечебной физкультуры).

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Москва — 1976 г.

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте физической культуры.

Научный руководитель — профессор, доктор педагогических наук **РАТОВ И. П.**

Официальные оппоненты

профессор, доктор педагогических наук
ТЕР-ОВАНЕСЯН А. А.

профессор, доктор медицинских наук **КОЦ Я. М.**

Ведущее предприятие — Омский Государственный институт физической культуры

Защита диссертации состоится «20» октября 1976 года на заседании специализированного совета К 046.04.01 по присуждению ученой степени кандидата наук Всесоюзного научно-исследовательского института физической культуры, Москва, ул. Казакова, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан «. . .» . . . . . 1976 года.

Ученый секретарь специализированного совета
доцент, кандидат педагогических наук **СМИРНОВ Ю. И.**

Актуальность проблемы. В последние годы все большее внимание тренеров и спортсменов привлекают методы применения нетрадиционных средств спортивной тренировки.

Необходимость разработки и внедрения новых методов освоения спортивных движений связана со значительным увеличением нагрузок в большинстве видов спорта и, естественно, времени, затрачиваемого на тренировки.

В числе нетрадиционных способов интенсификации процесса подготовки и совершенствования мастерства спортсменов особое место занимает электростимуляция мышц.

В настоящее время в системе средств тренировочного процесса основное внимание уделяется методу электростимуляции мышц для увеличения их скоростно-силовых возможностей (Я.М.Коц и др., 1969-1975; Е.С.Белов, 1974; Ю.Я.Коряк, С.П.Кузнецов, У.А.Нурка, 1975; В.Д.Лифарь, 1975; H.Schmidt, 1973).

6699

Однако это лишь одно из направлений применения данного метода в подготовке спортсменов.

Другое направление - электростимуляционная активизация мышц, осуществляемая непосредственно в ходе выполнения спортивного движения для улучшения количественных и качественных его показателей, долгое время не получало развития, хотя перспективы этого направления уже были очерчены в работах И.П.Ратова в 1967-1972 годах.

Попытки использования приема стимуляционной активизации мышц во время движений были осуществлены во ВНИИ коневодства для закрепления определенного двигательного навыка у спортивных лошадей (Л.Х.Ашибоков, И.Л.Брейтшер, М.А.Леонова, 1969).

В работах И.П.Ратова (1972) был выдвинут ряд гипотез о возможностях улучшения результативности упражнений на основе использования электростимуляционной активизации мышц во время выполне-

БІБЛІОТЕКА
Львівського державного
інституту фізкультури

ния спортивного движения. Эти гипотезы определили задачи и содержание данного исследования.

Цель работы заключалась в выявлении возможностей коррекции движения путем стимуляционной активизации мышц и в разработке методов осуществления этой коррекции.

Рабочая гипотеза. Приступая к работе над темой, мы полагали, что создание управляющих систем, включающих стимуляционные блоки, а также вычислительные машины и программирующие устройства, должно обеспечить лучшие возможности осознания спортсменами условий, способствующих достижению более высоких результатов.

Кроме того, с введением приемов стимуляционной активизации мышц в число средств тренировочного процесса откроются новые возможности для программирования движений с нужными свойствами и станут более четкими дальнейшие перспективы коррекции техники сложных спортивных движений.

Экспериментальная работа для осуществления намеченной цели велась в трех основных направлениях:

- нахождение методов управления стимуляционным блоком для подачи импульсов на мышцы спортсменов в нужные моменты времени ;

- выявление возможностей улучшения как количественных показателей движения (на примере скоростно-силовых видов спорта - легкая атлетика), так и качественных (на примере сложно-координированных видов - упражнения на различных гимнастических снарядах);

- обоснование эффективности использования приемов стимуляционной активизации мышц во время движения в ходе педагогического эксперимента.

В связи с этими направлениями и была составлена структура диссертационной работы.

Работа состоит из введения, 7 глав, выводов, списка использованной литературы и приложения (I глава - литературный обзор; II глава - задачи, методы и организация исследования; III, IУ, У главы - экспериментальные исследования; УI глава - педагогический эксперимент; УII глава - обсуждение результатов).

Работа имеет 149 страниц машинописного текста, содержит 26 рисунков и 26 таблиц.

В библиографии приведено 219 источников отечественной литературы и 46 зарубежной.

Научная новизна и практическая значимость. Полученные экспериментальные данные показали достаточно высокую эффективность использования приемов стимуляционной активизации мышц непосредственно во время выполнения спортивных упражнений в процессе подготовки спортсменов.

Результаты проведенных исследований доказали возможность управления внешним эффектом сложного спортивного движения на основе использования приемов подачи искусственных воздействий на активные элементы двигательного аппарата спортсмена - на мышцы.

Впервые проводимая нами электростимуляция мышц во время движения являлась способом искусственного усиления естественных действий спортсмена, направленных на достижение лучшего результата.

Была разработана и опробована система с обратной связью "спортсмен - машина - спортсмен", использующая аналоговые вычислительные машины для управления действиями спортсмена.

Эффективность использования приема стимуляционной активизации мышц во время движения была отражена в актах внедрения отдельных положений диссертационной работы в сборные команды страны по легкой атлетике и гимнастике.

Задачи, методы и организация исследования

В работе были поставлены следующие основные задачи.

I. Исследовать возможности и условия улучшения качественных показателей спортивных движений на основе использования приемов стимуляционной активизации мышц непосредственно во время выполнения упражнений.

2. Разработать и экспериментально опробовать методы управления электростимулятором, основанные на использовании программирующих устройств и средств аналоговой вычислительной техники.

3. Выявить эффективность применения приемов электростимуляционной коррекции движений в системе средств педагогического процесса подготовки спортсменов.

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы исследования:

I. Динамография в обычной и векторной модификациях.

2. Метод регистрации связей характеристик движения по И.П.Ратову.

3. Спидография.

4. Фото- и киносъемка.

5. Анализ фото-, кинограмм и записей с видеомагнитофона.

6. Педагогический эксперимент.

7. Методы математической статистики.

Стимуляция мышц во время выполнения испытуемыми движений осуществлялась портативным стимулятором, дающим на выходе сигнал затухающей формы (длительность первого пика 8 мкс, затухающих колебаний 20 мкс). Частота повторения сигнала около 440 гц. Значение выходного напряжения (пика) подбиралось для

каждого испытуемого индивидуально и колебалось в диапазоне от 250 до 450 в.

При этом использовалась биполярная методика наложения электродов на двигательную точку мышцы.

Подача импульсов на мышцу от стимулятора осуществлялась следующими способами:

- от аналоговой машины (при достижении снимаемой силовой характеристики определенного порогового значения),
- от программирующего устройства,
- путем ручного включения стимулятора кнопочным устройством.

Для проверки влияния последовательной комплексной стимуляции двух мышц на результативность движения были собраны и опробованы схемы с применением блоков реле, обеспечивающих раздельную подачу импульсов.

В целях обеспечения условий для более точной оценки влияния стимуляционной активизации мышц все поисковые опыты проводились с использованием тренажеров "управляемого взаимодействия спортсмена с внешними силами", конструктивные особенности которых обеспечивали возможности для стандартизации измерений.

Так, при проверке возможностей улучшения показателей при имитационных движениях метания копья под воздействием стимуляционной активизации мышц использовался тренажерный комплекс "копье-управляемое взаимодействие".

При имитационных движениях финальной фазы метания копья испытуемые становились на площадку с отмеченными на ней точками для постановки ног и выполняли заданное движение имитации броска при постоянной длине приложения усилий к каретке, перемещающейся по направляющей трубе тренажера.

Выявление влияния стимуляционной активизации мышц спортсмена во время выполнения толкания ядра осуществлялось с использованием тренажерного комплекса "маятник-ядро".

Тренажер "маятник-ядро" использовался в качестве средства обеспечения стандартных условий воспроизведения попыток имитации финальной фазы толкания ядра при подаче стимуляционных импульсов на мышцы и без нее.

Тренажерные устройства входили в состав исследовательских комплексов, включавших в себя средства инструментального контроля за воспроизводимым движением, средства автоматической обработки получаемых данных и устройства для включения стимулятора в определенные моменты движений.

Для осуществления контроля за характером изменения сил, приложенных к тензосистемам тренажеров, использовался электронно-лучевой индикатор ИМ-789, экран которого фотографировался. Применение в комплексе с тренажерными устройствами аналоговых вычислительных машин позволяло получать срочную информацию о величине импульсов сил, а также автоматически управлять стимуляционным блоком для подачи импульсов на мышцы спортсменов.

Включение стимулятора посредством АВМ осуществлялось либо при уменьшении скорости изменения силы ($\frac{dF}{dt}$) по сравнению подбираемого постоянного значения напряжения со снимаемым при выполнении испытуемыми имитационных движений на тренажерах, либо по достижении контролируемым параметром такого значения, которое соответствовало запрограммированной величине.

Экспериментальные исследования по проверке эффективности метода электростимуляции во время выполнения гимнастами упраж-

нений различной сложности проводились на тренировочных сборах молодежной команды СССР по гимнастике (ст.тренер Радионенко А.Ф.) в декабре 1974 - январе 1975 годов, а также августе 1975 года. Оценка качественных изменений, фиксируемых при выполнении движений гимнаста под влиянием электромиостимуляции осуществлялось в процессе расшифровки видео- или кинозаписей. Всего в эксперимента участвовало 46 гимнастов, имеющих высокий спортивный разряд.

Серия экспериментов по выявлению изменений показателей при выполнении движений на тренажерных комплексах со стимуляционной активизацией мышц проведена в легкоатлетическом зале ВНИИФК и в манеже ГЦОЛИФК в период 1973-1975 гг. В исследованиях приняло участие 25 человек, имевших различные спортивные разряды.

Педагогический эксперимент для проверки приемов электростимуляционной коррекции движений проводился в течение тренировочных сборов 1973-1974, 1974-1975 годов.

В нем приняло участие 11 спортсменок-метательниц копья из группы заслуженного тренера РСФСР, старшего тренера сборной команды СССР по метанию копья В.И.Овчинника.

Исследование возможностей повышения результативности упражнения на основе применения электростимуляционных устройств, включаемых при достижении заданных участков траектории движения

В целях проверки возможностей улучшения качественных показателей движений под воздействием стимуляционной активизации мышц был использован тренажерный комплекс "копье - управляемое взаимодействие".

Для стимуляционной активизации была выбрана наружная головка трехглавой мышцы плеча, а также сгибатели кисти и пальцев.

Для оценки влияния электромиостимуляции регистрировались бросковые усилия (тензо-кольцо) и скорость движения (тахогенераторный датчик).

Для включения стимулятора было применено контактное устройство, срабатывавшее при пересечении кареткой определенной точки на участке пути, соответствующей моменту наиболее активной работы трехглавой мышцы плеча.

О моменте подачи импульсов на мышцы при выполнении имитационных движений испытуемым не сообщалось.

В первой серии испытуемыми было выполнено 83 попытки, из них 32 со стимуляцией мышц. Анализировались максимальные значения силы и скорости, зафиксированные при выполнении имитационных движений.

Полученные результаты показали, что подача стимуляционных импульсов на мышцы увеличивает как силу, так и скорость метания.

Было установлено, что при подаче импульсов на мышцу имеется тенденция к повышению силы на 9,82%, а скорости - на 7,7%.

Так, средний прирост по силе составляет 2,17 кг ($t = 6,09$, $p < 0,001$), а по скорости 1,66 м/сек ($t = 7,2$, $p < 0,001$).

Анализ экспериментальных материалов показал, что после стимуляционной активизации мышц также наблюдается прирост силы и скорости по сравнению с исходными показателями. Этот факт мы называем в дальнейшем "эффектом последействия". После стимуляционной активизации мышц средний прирост по силе составляет 1,21 кг ($t = 2,4$, $p < 0,02$), а по скорости - 0,85 м/сек ($t = 2,6$, $p < 0,02$).

Сравнение средних арифметических значений показало, что после стимуляции наблюдается увеличение силы на 10,7%, а скорости - на 1,62%.

Следующая серия опытов по выявлению влияния стимуляционной активизации мышц проводилась с использованием тренажера "маятник-ядро".

Для подачи стимуляционных импульсов был выбран момент, соответствующий более интенсивному распрямлению толкающей руки в локтевом суставе.

Стимуляционные импульсы подавались на двигательную точку наружной головки трехглавой мышцы плеча толкающей руки в заключительной фазе толкания. Для включения стимулятора было применено контактное приспособление, срабатывавшее при пересечении маятником тренажера заранее заданного угла.

В данной серии опытов приняло участие 8 человек, было зафиксировано 217 попыток, из них 96 с подачей стимуляционных импульсов на мышцы.

Сравнивались максимальные значения силы, фиксируемые в каждой попытке движения.

Исследование и на этой двигательной модели подтвердило положение о том, что электростимуляционные импульсы, подаваемые в финальный момент движения, приводят к увеличению силы и скорости. Средний прирост силы при имитационных движениях толкания ядра со стимуляционной активизацией мышц составлял 3,64 кг ($t = 6,4$, $p < 0,001$).

После активизации мышц средний прирост силы был несколько меньше - на 1,19 кг ($t = 2,4$, $p < 0,02$). Увеличение среднего значения силы происходило на 6,7% при подаче импульсов на мышцу и на 2,69% после нее.

В данных опытах предстояло также выяснить, в какой момент развития усилия более целесообразно производить стимуляционную активизацию мышц.

Анализ динамограмм, зарегистрированных при выполнении имитационного движения толкания ядра на тренажере "маятник-ядро", позволил определить несколько зон развития усилий (20-79,9%; 80-89,9%; 90-94,9%; 95-100%) и соответствующие этим зонам углы отклонения маятника тренажера, что позволило объективизировать выбор момента подачи стимуляционных импульсов.

Далее было выявлено, что при подаче импульсов в разные моменты движения прирост силы вследствие стимуляционной активизации мышц неодинаков.

Наибольший прирост показателей силы (+4,22 кг) происходил в финальной части движения, когда значение усилия составляло 80-89,9% от максимального значения усилия, полученного в фоновой серии попыток до стимуляционной активизации.

Проведенный нами корреляционный анализ позволил установить, что наибольшая взаимосвязь между показателями силы до стимуляции и в момент стимуляционной активизации мышц наблюдалась в следующих зонах развиваемого усилия: 80-89,9% ($r = 0,734$); 90-94,9% ($r = 0,848$) и 95-100% ($r = 0,936$).

В попытках, следующих после стимуляционной активизации, наибольший прирост показателей силы также фиксировался при достижении усилия 80-89,9% от максимального (3,96 кг, $t = 2,5$, $p < 0,05$).

Высокий коэффициент корреляции показателей силы, приложенной к "маятнику-ядру" до стимуляции, и силы, получаемой после стимуляционной активизации мышц, был обнаружен в двух

зонах усилия, развиваемого испытуемыми: 80-89,9% ($r = 0,933$) и 95-100% ($r = 0,972$).

В дальнейших опытах нами выбирались зоны усилий в диапазоне 80-90% от усилия, фиксируемого до стимуляции, что обычно соответствовало уменьшению скорости изменения силы.

При этом была выявлена нежелательность достижения максимальной скорости звена, передающего усилие на снаряд, при преждевременной подаче стимуляционных импульсов на мышцу. Это заключение согласуется с выводом И.П.Ратова (1972), отметившего, что в системе, состоящей из многих мышц достижение максимума эффекта от работы всей системы в целом достижимо, лишь тогда, когда величины напряжений отдельных мышц не превосходят значений своих частных оптимумов. Им показано, что в сложных спортивных движениях любой выход за пределы оптимума по степени напряжения какой-либо из мышц влечет за собой технические нарушения и ошибки. Поэтому силовые максимумы целесообразны лишь в конце движения.

Материалы наших экспериментальных исследований подтвердили эти положения и показали, что стимуляционная активизация мышц в конце финальной фазы имитации толкания позволяет добиваться наибольших величин прироста "рабочих усилий".

Исследование возможностей управления режимом взаимодействия спортсмена с внешними силами путем подачи стимуляционных сигналов при использовании аналоговых вычислительных машин и программирующих устройств

Проведенные ранее исследования по использованию приема стимуляционной активизации мышц при имитационных движениях показали положительные изменения количественных характеристик движения.

Однако для устранения неточностей, связанных с несвоевременной подачей импульсов на мышцы и получением отрицательного результата, была проведена серия опытов, где управление стимулятором осуществлялось от аналоговой вычислительной машины (АВМ).

Исследования проводились с использованием комплексного стенда, включающего тренажер "маятник-ядро". Управляющие сигналы подавались на наружную головку трехглавой мышцы плеча толкающей руки в момент уменьшения скорости изменения силы, при совпадении снимаемой силовой характеристики с пороговым значением.

В эксперименте участвовало IO спортсменов, выполнявших имитацию толкания ядра. Анализировались максимальные значения силы, получаемой при выполнении каждой попытки и скорости, как производной от угла отклонения маятника. Прирост силы в попытках со стимуляцией составил IO,4% ($t = 7,5$, $p < 0,00I$), а скорости - I5,4% ($t = 7,8$, $p < 0,00I$).

Интересным фактом явилось то, что "эффект последействия" превышал показатели прироста силы, достигнутые в попытках с электромиостимуляцией. Так, средняя величина прироста силы в попытках после стимуляции мышц составила +I2,9% ($t = 3,3$, $p < 0,0I$), а скорости - +7,8% ($t = 4,8$, $p < 0,0I$).

Если сравнить показатели двух групп испытуемых экспериментальной (IO человек), где испытуемые имели попытки со стимуляцией мышц на конечном участке снимаемой силовой характеристики, и контрольной (4 человека), где испытуемые осуществляли имитацию толкания ядра без стимуляционной активизации мышц, то

серия позволила выявить четкое увеличение импульса силы у испытуемых экспериментальной группы, причем как в попытках со стимуляцией, так и после нее. Средние значения импульса силы фоновых попыток, подсчитанные на АВМ, в экспериментальной и контрольной группах почти одинаковы (I8,54 и I8,I5).

Во время подачи стимуляционных сигналов на трехглавую мышцу плеча правой руки импульс силы, приложенной по направлению движения резко увеличивается и становится равным 23,56.

В попытках после стимуляции также заметно увеличение импульса этой силы до 2I,I7.

Анализ приведенных данных позволяет констатировать, что подача электромиостимуляционных импульсов на мышцы при выполнении спортсменами финальной фазы движений способствует увеличению силы, приложенной к "тензоядру", и скорости, как производной от угла отклонения маятника, и оставляет следовые явления (эффект "последействия"). Однако результаты, полученные в исследованиях, не были одинаковы у спортсменов различной квалификации. В попытках со стимуляцией наибольший прирост как по силе, так и по скорости наблюдался у мастеров спорта и кандидатов в мастера спорта, а наименьший прирост показателей - у испытуемых, имевших 2-3 разряд в толкании ядра.

Так, средний прирост силы в попытках со стимуляцией относительно попыток до стимуляции у мастеров спорта составлял +8,46 кг, а у спортсменов 2-3 разряда - +3,4I кг.

В попытках после стимуляции наблюдалась менее существенная разница в приросте силы и скорости у спортсменов разной квалификации, однако в приросте показателей скорости, относительно попыток до стимуляции, имело место достоверное изменение

у мастеров спорта СССР по сравнению с перворазрядниками и спортсменами 2-3 разрядов ($t = 2,I$, $p < 0,05$).

Эксперименты на тренажерных комплексах выявили влияние приема электрической активизации мышц на биодинамические характеристики и обусловили проведение серии поисковых опытов с использованием комплексной последовательной электромиостимуляции при выполнении спортивных упражнений.

Стимуляционные импульсы подавались последовательно во времени на две основные мышцы, участвующие в завершении финального движения толкания ядра, - наружную головку трехглавой мышцы плеча и группу мышц сгибателей кисти правой руки. Эксперимент проводился в течение 45 дней на 2 спортсменах, специализирующихся в толкании ядра. Всего были исследованы материалы 300 попыток толкания ядра, из них II4 со стимуляцией.

Подача импульсов на мышцы осуществлялась автоматически, от инерционного замыкателя в момент достижения руки со снарядом ускорения, близкого к максимальному значению.

В этих опытах прирост среднего результата попыток со стимуляцией, относительно фоновых значений, составлял 8,6% ($t = 9,2$, $p < 0,00I$), а после подачи импульсов на мышцы - 7,33% ($t = 7,I8$, $p < 0,00I$).

При этом прирост результатов толкания ядра при электромиостимуляции и после нее не был одинаковым и явно зависел от результата, зафиксированного до стимуляции. Средний результат толкания со стимуляцией и после нее был тем больше, чем меньший средний результат толкания был показан до стимуляции.

Таким образом, было выявлено, что электростимуляционные импульсы, поданные на мышцу или последовательно на мышцы испы-

туемых во время движения и именно в финальной части его, способствуют не только увеличению силы и скорости, приложенной к ядру, но и дальности полета, как производной от этих компонент.

Подавая стимуляционные импульсы лишь в конце движения, мы, с одной стороны, уменьшали вероятность ошибочного влияния на движение, а с другой, увеличивали вероятность еще лучшего завершения попытки.

Положительные результаты последовательной активизации двух мышц при выполнении финальной части толкания ядра указывают на то, что спортсмен может еще более полно реализовать в движении свой двигательный потенциал.

Исследование возможностей повышения внешнего эффекта движения при выполнении гимнастических упражнений на основе применения стимуляционных устройств

Другим направлением исследований было изучение эффекта электростимуляции при выполнении различных гимнастических упражнений с одновременной активизацией нескольких групп мышц, участвующих в движении.

Критериями педагогической оценки и контроля являлись:

I. Временные характеристики движения.

2. Структурно-фазовые критерии.

Для педагогической оценки степени совершенства и изменения ведущих элементов координации в структуре движения с помощью фазовых критериев применялся метод визуальной (с помощью видеомагнитофона или кинокамеры) оценки качества граничных поз в троичной системе ("-I" - плохо, "0" - нормально, "I" - хорошо).

Кроме того, за контролируемое гимнастическое упражнение ставилась оценка в пятибалльной системе.

Включение стимулятора осуществлялось от кнопки тренером в нужный момент времени.

Оценке подвергались: пять исходных попыток, пять попыток со стимуляционной активизацией мышц и пять попыток после стимуляции.

Эксперимент проводился с участием гимнастов сборной молодежной команды СССР совместно с сотрудниками лаборатории технико-тактической подготовки спортсменов ВНИИФК.

Первоначально была предпринята попытка выявить возможность повышения результативности на простых упражнениях - прыжки в высоту с места.

Основная направленность этой серии опытов заключалась в определении возможностей повышения высоты выпрыгивания. В этой серии экспериментов приняло участие I2 человек, которыми было выполнено I80 попыток.

Стимуляционные импульсы подавались на камбаловидную мышцу голени в момент отталкивания.

Было установлено, что при стимуляционной активизации мышц достоверно увеличивается высота прыжка в среднем на 8% ($t = 2{,}34$, $p < 0{,}02$).

Было обнаружено также явно выраженное положительное последействие, причем здесь наблюдался более существенный прирост результатов в выпрыгивании вверх с места. Высота прыжка после электростимуляции увеличилась в этой серии опытов на I8,3% ($t = 5{,}3$, $p < 0{,}00I$).

В следующей серии изучалось влияние использования приема стимуляционной активизации нескольких мышц одновременно (задняя группа мышц голени и задние пучки дельтовидной мышцы) на изменение качественных показателей различных гимнастических упражнений.

В исследованиях было показано, что стимуляционная активизация изменяет ряд показателей движений, хотя статистическую достоверность различий выявить не удалось. Однако последующие попытки выполнения упражнений выявили явное положительное последействие от использования приема стимуляционной активизации мышц. При вероятностной оценке отдельных показателей движения было обнаружено, что вероятность появления положительной оценки за отдельные фазы возрастает как при активизации мышц, так и после нее, а отрицательной, естественно, уменьшается.

Приемы стимуляционной активизации мышц были опробованы в целях коррекции упражнений, выполняемых на снарядах.

Так, например, экспериментально выявлялись возможности более "эффективного" освоения сложных соскоков с перекладины, таких как: двойное сальто вперед, назад, тройное сальто.

Кроме того, применение приемов стимуляционной активизации мышц показало, что на основе акцентирования отдельных моментов движения удалось устранить стойкие ошибки в выполнении упражнений, которые не удавалось исправить общепринятыми методами.

Стимуляционные импульсы при выполнении соскока с перекладины подавались либо на мышцы передней поверхности бедра обоих ног и прямые мышцы живота, либо на мышцы задней поверхности бедра и разгибатели позвоночного столба, в зависимости от вида соскока.

Анализ отдельных фаз движения и граничных поз позволил обнаружить достоверные положительные изменения в показателях попыток, следующих сразу же за стимуляционными.

Так, средняя оценка за выполнение гимнастами большого оборота в фоновых попытках составляла 2,85, при стимуляции мышц - 2,98, а после нее - 3,4. Достоверные изменения как при электромиостимуляции, так и после нее происходили в тех фазах движения, где осуществлялась подача импульсов на мышцы.

При соскоке с перекладины качественно изменялась (улучшалась) поза гимнастов во время старта как в попытках со стимуляцией ($t = 2,86$, $p < 0,01$), так и в попытках "последействия" ($t = 4,31$, $p < 0,001$). Вероятностная оценка поз движения показала изменение средних величин при выполнении упражнений со стимуляцией и после нее.

Было показано, что вероятность появления хорошей оценки при соскоке с перекладины увеличивается во всех фазах движения в попытках "последействия", а в тоже время уменьшается вероятность появления отрицательных результатов. Особенно было заметно улучшение оценок в фазе рабочих действий при выполнении старта с перекладины и в граничной позе при прохождении спортсменами вертикального положения. При электростимуляции мышц здесь также наблюдалось уменьшение вероятности появления отрицательной оценки и увеличение возможностей для появления оценок "нормально" и "хорошо".

Анализируя полученные данные, можно отметить, что у всех гимнастов, независимо от квалификации, наблюдалось улучшение движения при подаче электромиостимуляционных сигналов и, особенно, после нее.

Однако, в зависимости от квалификации гимнастов действие электростимуляционных импульсов, подаваемых на мышцы, на изменение показателей движения не одинаково.

Было показано, что у мастеров спорта и кандидатов в мастера как при электромиостимуляции, так и после нее изменения в рабочих действиях, старте, форме и вращении при выполнении соскока с перекладины были более резкими, нежели у перворазрядников.

При выполнении рабочих действий, в позе при прохождении вертикали, стартовой позе, форме соскока с перекладины и при вращении, вероятность появления отрицательной оценки в попытках со стимуляцией мышц и после нее уменьшалась, а положительной - возрастала как у мастеров спорта СССР, так и у кандидатов в мастера и лишь у перворазрядников практически изменялась очень мало.

Положительные сдвиги от применения приемов стимуляционной активизации были получены и при использовании этих приемов во время выполнения упражнений на коне, брусьях и в акробатических движениях.

Следующим этапом проверки приема активизации мышц для изменения и коррекции движения была серия опытов по применению последовательной по времени активизации нескольких групп мышц.

В серии опытов, где гимнастами выполнялись соскоки с брусьев давались управляющие стимуляционные сигналы последовательно во времени - сначала на задние пучки дельтовидных мышц, а потом на прямые мышцы живота.

Результаты опытов показали достоверные положительные изменения отдельных фаз движения и граничных поз как при электро-

миостимуляции, так и после нее. Полученные данные указывают на более существенные сдвиги при последовательной стимуляции, чем при одновременной стимуляции нескольких групп мышц.

Улучшение оценок за выполнение исходного положения, поз при прохождении гимнастами вертикали и горизонтали, рабочих действий, старта, формы соскока с брусьев было выявлено как при последовательной активизации мышц, так и после нее ($t = 3$, $p < 0,01$).

С использованием приема последовательной активизации мышц удалось обучить некоторых гимнастов сложному соскоку с брусьев - двойному сальто махом назад, который ранее им исполнить не удавалось.

Из приведенных результатов видно также, что применение приема стимуляционной активизации мышц особенно необходимо в тех случаях, когда у спортсмена уже сформировано техническое действие, которое, однако, имеет отклонение от правильного движения. Подача стимуляционных импульсов на мышцы в один из моментов исполняемого гимнастами упражнения позволяет усилить ту линию развития движения, которая ведет к его правильному завершению. Подавая электрические сигналы на мышцы гимнастов в те фазы движения, в которых наблюдаются стойкие консервативные ошибки, мы устраняем их, что способствует в дальнейшем не только правильному выполнению движения, но и освоению нового, более сложного.

По-видимому, причина устранения ошибок и улучшения качественных показателей движения с использованием приема электромиостимуляции заключается в том, что на данной основе усиливается вероятность правильного развития движения, которая в

обычных условиях не может быть использована спортсменом, вследствие большой трудности безошибочного выполнения двигательного задания.

Из полученных данных видно, что прием стимуляционной активизации мышц является одним из весьма эффективных средств, с помощью которого тренер может помочь занимающемуся выбрать правильный вариант осваиваемого движения.

Стимуляционная активизация мышц при выполнении сложных гимнастических упражнений может также рассматриваться и как фактор, влияющий на упорядочение координационных отношений в системе мышц.

Результаты педагогического эксперимента

В связи с тем, что прием стимуляционной активизации мышц во время движения является новым для спортивной практики, перед нами встала задача оценки эффективности его применения в процессе спортивной тренировки высококвалифицированных копьеметателей.

Эксперимент проводился в подготовительной и основной периоды тренировочного процесса с участием копьеметательниц, входящих в состав сборной СССР и занимающихся под руководством заслуженного тренера РСФСР Овчинника В.И. Всего в педагогическом эксперименте участвовало одиннадцать человек: пять в контрольной и шесть в экспериментальной группах.

Особое внимание было обращено на выравнивание условий, в которых решались задачи педагогического эксперимента: однородность экспериментальных групп, одинаковые условия тренировки.

Спортсменки контрольной группы использовали общепринятые тренировочные средства, а экспериментальной, наряду с этим,

применяли приемы электростимуляционной активизации мышц в процессе выполнения метаний. В ходе эксперимента метательницы копья, входившие в состав обеих групп, улучшили результаты в контрольных испытаниях. Однако прирост этих результатов в экспериментальной группе достоверно выше.

Так, средний прирост результатов имитаций метания копья (бросок груза весом 1350 г) у спортсменок контрольной группы составлял 0,56 м ($t = 1,7$, $p > 0,05$), а у участниц экспериментальной группы - 3,38 м ($t = 4,76$, $p < 0,001$).

В процессе проведения исследований были выявлены возможности использования приемов стимуляционной активизации как в ходе одного занятия, так и в серии занятий.

Были получены достоверные данные о повышении результатов тех попыток метания копья и имитаций метания, в которых осуществлялась стимуляционная активизация мышц, а также попыток "последействий". В этих исследованиях было обнаружено, что прирост результатов при стимуляции мышц сгибателей кисти и пальцев (7,57%, $t = 9,7$, $p < 0,001$) выше, нежели при стимуляции трехглавой мышцы плеча (3,63%, $t = 4,85$, $p < 0,01$).

Была предпринята попытка использования приемов последовательной активизации двух мышц, что также привело к приросту результатов метания (3,96 м), лучшему, нежели в попытках до электромиостимуляции. Однако прирост результатов при последовательной стимуляции двух мышц по сравнению со стимуляцией одной не дал оснований для вывода о статистически достоверных различиях.

Многие спортсменки экспериментальной группы в процессе проведения эксперимента превысили свои личные достижения в мета-

нии копья. Так, м.с.м.к. С.Б-ч добилась улучшения своего личного достижения на I,02 м, установив на международных соревнованиях на приз газеты "Правда" (I975 г.) рекорд РСФСР (63,02 м).

Таким образом, экспериментально проверенный на группе копьеметателей сборной СССР прием электростимуляционной активизации мышц во время выполнения скоростно-силовых упражнений оказался эффективным средством, которое может использоваться в процессе подготовки высококвалифицированных метателей копья.

В проведенных нами исследованиях стимуляционные сигналы, подаваемые во время движения, активизировали ту мышцу, которая выполняла роль "ведущего элемента". При этом сочеталось стремление спортсмена выполнить движение, происходившее на основе естественной активизации "ведущих элементов" с извне поданными импульсами, которые также активизировали "ведущий элемент", что приводило к резкому усилению функции данной мышцы. Это позволяло спортсмену более четко ощущать правильность выполнения данной фазы движения и впоследствии закреплять правильно отработанный навык. Полученные результаты дают основание предполагать, что искусственное усиление "ведущих элементов" должно привести к лучшему упорядочению структуры движения.

Наличие "эффекта последействия" от применения стимуляционной активизации мышц во время движения показало возможность использования данного приема в педагогических целях, для совершенствования технического мастерства спортсменов и улучшения качественных и количественных характеристик выполняемых ими движений.

В Ы В О Д Ы

I. Экспериментально показана возможность целенаправленного изменения характеристик и результативности спортивных упражнений вследствие применения приема стимуляционной активизации мышц непосредственно во время выполнения движений.

2. Подача стимуляционных импульсов на мышцы в конце финальной части движения вызывает увеличение максимальных значений силы и скорости, полученных при имитации метаний, а также результативности в самих метаниях. Прирост показателей силы при имитационных движениях метаний со стимуляционной активизацией мышц составляет 9,8% и скорости - 7,7% относительно фоновых значений. При метании копья результат увеличивается на 7,5% во время подачи стимуляционных импульсов на мышцы.

3. Стимуляционная активизация мышц во время выполнения сложных гимнастических упражнений облегчает осознание узловых моментов движения и является двигательной нетрадиционной подсказкой тренера. Экспериментально показано, что прием искусственной активизации мышц позволяет добиваться устранения стойких консервативных ошибок и улучшения качественных показателей гимнастических упражнений.

4. После подачи стимуляционных сигналов на мышцы наблюдаются положительные следовые явления, выражающиеся в сохранении лучших качественных показателей движения по сравнению с исходными данными. При выполнении гимнастических упражнений после подачи импульсов на мышцы происходят более резкие изменения в структуре движения по сравнению не только с фоновыми данными, но и с результатами, полученными при стимуляционной активизации мышц во время движения.

В легкоатлетических метаниях также наблюдается "эффект последействия", выражающийся в сохранении лучших показателей движения (сила, скорость, результат действия) по сравнению с фоновыми данными.

5. При электростимуляционной активизации мышц во время движения как в скоростно-силовых видах спорта, так и в сложно-координационных больший эффект в изменении качественных и количественных характеристик движения наблюдается у мастеров высшего класса, чем у спортсменов не столь высокой квалификации.

6. Комплексная последовательная стимуляция нескольких мышц позволяет в большей степени увеличить результативность движения, нежели одиночная. Увеличение результата метания копья составляет 3,5 м при стимуляции одной мышцы и 3,96 м при последовательной во времени активизации двух мышц. Однако различия в приросте результата при одиночной и последовательной комплексной стимуляции недостоверны.

7. Применение в комплексе с тренажерными устройствами "управляемого взаимодействия" стимулятора, включаемого аналоговой вычислительной машиной дает возможность точно выбрать момент стимуляции, проанализировать снимаемые биодинамические характеристики и дать обоснованные рекомендации к следующему более безошибочному выполнению движения. Создание замкнутой системы "спортсмен - машина - спортсмен" позволяет корректировать процесс движения непосредственно по ходу его выполнения.

8. Экспериментальные педагогические исследования показали, что использование приема стимуляционной активизации мышц во время движения в процессе тренировки высококвалифицирован-

них метателей открывает новые пути для совершенствования их подготовки, позволяет сократить сроки становления сложного двигательного навыка, повышая тем самым эффективность педагогического процесса.

СПИСОК РАБОТ,

опубликованных по теме диссертации

I. Селиванова Т.Г., Бывшев О.В., Меркулов В.Е., Орлов В.П. Комплексная методика для совершенствования тренировочного упражнения в финальной фазе толкания ядра с использованием обратной связи системы "спортсмен - машина - спортсмен". Материалы конференции молодых научных сотрудников ВНИИФК за 1973 г. М., 1975.

2. Бывшев О.В., Меркулов В.Е., Селиванова Т.Г., Возняк С.В. О возможностях использования средств вычислительной техники для коррекции спортивных упражнений во время их выполнения. Материалы первой Всесоюзной научной конференции по биомеханике спорта. Киев, 1974 г., ч.I. М., 1974.

3. Селиванова Т.Г. Некоторые математические аспекты обработки биомеханических показателей. Итоговый сборник молодых ученых ВНИИФК за 1974 г. М., 1976.

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на следующих конференциях

I. Конференция молодых научных сотрудников ВНИИФК за 1973 г.
2. Итоговая конференция лаборатории биомеханики за 1974 г.
3. Первая Всесоюзная конференция по биомеханике спорта, г.Киев, 1974 г.
4. Международный коллоквиум по электростимуляции мышц СССР - ГДР. Москва, 1975 г.