

7758

25

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
У С С Р
СИМФЕРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.М.В.ФРУНЗЕ

На правах рукописи

ПРИЙМАКОВ Александр Александрович

ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АНАЛИЗАТОРНЫХ
СИСТЕМ ПРИ РЕГУЛЯЦИИ ДВИЖЕНИЙ У БОРЦОВ

/03.00.13 - Физиология человека и животных/

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Симферополь - 1978

Работа выполнена на кафедре физиологии /заведующий – доктор медицинских наук, профессор А.Р.Радзиевский/ Киевского государственного института физической культуры /ректор – доктор педагогических наук, профессор В.А.Парфенов/

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор А.Р.Радзиевский
кандидат биологических наук, доцент В.Г.Ткачук

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор В.П.Мурза
кандидат биологических наук, доцент Ю.Т.Похоленчук

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

Защита диссертации состоится "19" мая 1978 г.
"17" мая на заседании специализированного совета

кандидата биологичес-

университета

Ильинская, 4/

библиотеке университета.

_____ 1978 г.

Н.А.ТЕМУРЬЯНЦ

Актуальность. Современный этап развития физиологии движений характеризуется углубленным изучением вопросов, связанных с афферентным контролем двигательных действий. Афферентное обеспечение моторики предполагает постановку и решение ряда задач, близких медицине, физиологии спорта, педагогике, психологии и другим наукам, связанных общим интересом к проблемам и общими закономерностями управления и регулирования деятельности сложных систем.

Динамический характер спортивной деятельности, действие различных сбивающих факторов и физических нагрузок предъявляют большие требования к состоянию анализаторных систем, осуществляющих контроль движений в пространстве и времени. Однако к настоящему времени недостаточно освещены отдельные вопросы сенсорной организации движений, в частности, взаимоотношения между анализаторами при их комплексном функционировании по обеспечению конкретной позы и движения, что представляет теоретический и практический интерес для нормальной физиологии и физиологии спорта.

Научная новизна работы заключается в том, что:

- впервые изучена проблема взаимодействия анализаторных систем при регуляции движений у борцов в зависимости от сложности динамической ситуации, возраста, квалификации и физических нагрузок;

- показано, что в комплексе анализаторов, обеспечивающих регуляцию позы и выполнение произвольного двигательного акта ведущее значение имеет двигательная сенсорная система, взаимоотношения которой с другими анализаторами подчиняются принципу "наименьшего взаимодействия" /И.М.Гельфанд, В.С.Гурфинкель, М.Л.Цетлив, 1962; М.Л.Цетлив, 1969/;

- обнаружены явления усиления и ослабления во взаимодействии вестибулярного, зрительного и двигательного анализаторов, а реализация принципа "наименьшего взаимодействия" во взаимоотношениях анализаторных систем может служить критерием надежности регуляции позы и выполнения моторного акта;

- установлено, что при реализации ранее выработанной двигательной программы, важное значение имеет количество и качество позы афферентации;

- получены количественные показатели, характеризующие уровень функционального состояния анализаторов у спортсменов-борцов различного возраста и квалификации;

- выявлены количественные показатели, характеризующие реакции анализаторных систем на физические нагрузки различной величины и характера.

Практическая значимость полученных данных и выявленных закономерностей заключается в том, что:

1/ На их основе можно определить пути повышения качества регуляции и точности двигательных актов.

2/ Динамика полученных показателей в зависимости от возраста и квалификации спортсменов, физических нагрузок, может служить критерием при планировании тренировочного процесса.

3/ Величины позного тремора имеют прогностическое значение, свидетельствующее о качестве сохранения определенной позы и предстоящего движения.

4/ Модифицированная нами комплексная методика /И.В.Титовой и Г.А.Титова, 1972/ одновременной регистрации тремора- и стабилорпографии, может быть рекомендована для исследования позных реакций у спортсменов и особенностей сенсорного обеспечения двигательных актов.

Рабочая гипотеза. Научное предположение, выдвигаемое для объяснения роли и взаимодействия анализаторных систем при регуляции движений у борцов, заключалось в том, что в целостной деятельности организма удельная роль и взаимоотношения анализаторных систем динамичны, зависят от конкретной ситуации, находятся в развитии и подчиняются закономерностям тренировочного процесса.

Полагалось, что в основе взаимодействия анализаторов, объединенных в единую систему выполнением конкретной функции, лежат не только частные, но и, в первую очередь, общие принципы, познание которых даст возможность определить оптимальные методы повышения качества регуляции движений и осуществить внедрение результатов исследования в практику спортивной тренировки.

Выдвинутая гипотеза определила цель исследования. Она заключалась в изучении функциональных проявлений отдельных анализаторных систем, их роли и особенностей взаимодействия при сохранении равновесия и выполнении произвольного двигательного акта в зависимости от: а/ физических нагрузок; б/ возраста спортсменов и их квалификации; в/ сложности динамической ситуации у спортсменов, занимающихся ациклическим видом спорта /борьба/.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов и предложений. Общее количество страниц 286, из них 150 текста, 31 рисунок, 67 таблиц, 20 фотографий. Библиографический указатель содержит 336 наименований, из которых 299 – отечественных и 37 иностранных источников.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Состояние вопроса. Оценивая совокупность исследовательских работ можно отметить, что эти работы, в подавляющем большинстве, были ориентированы на получение констатирующих и обобщающих данных о деятельности отдельных анализаторов / J. Dalton , 1794; H. Helmholtz , 1863; В.И.Воячек, 1925; К.Л.Хилов, 1933, 1969; Л.А.Кукуев, 1968; В.Н.Болобан, 1971; Э.Г.Калашникова, 1974 и многие другие/, о причинах и возможностях поддержания позы /В.С.Гурфинкель, Я.М.Коц, М.Л.Шик, 1965; М.В.Мацкевич, А.Г.Фалалеев, 1974; H.R.Чествитц , 1975 и др./, тогда как вопросы развития анализаторных взаимоотношений в рамках конкретной системы рассматривались ограниченно /А.Н.Крестовников, 1951; Э.Ш.Айрапетьянц, А.С.Батуев, 1969, 1975/.

Исходя из анализа литературы, общеметодологических системных позиций и специфики спортивной деятельности, для изучения выделена сенсорная организация позы и движения.

Несмотря на то, что к настоящему времени признано полианализаторного характера обеспечения равновесия /А.Н.Крестовников, 1949; В.С.Гурфинкель, 1953, 1965; V. Litvinenko, J.B. Barton , 1968; H.R.Чествитц , 1975 и др./ и произвольного двигательного акта /А.Н.Крестовников, 1951; А.С.Батуев, 1970; Н.И.Стуль, 1975 и др./ считается аксиоматичным, вопросы взаимодействия анализаторов при регуляции движений изучены недостаточно.

Системный же подход предполагает изучение не отдельно взятой или иной подсистемы организма, а их взаимодействия, ибо только через взаимодействие возможна реализация целостного поведенческого акта как системы /П.К.Анохин, 1968, 1975; М.И.Сетров, 1972 и др./.

Задачи и методы исследований. Задачи исследования:

1. Изучить особенности функциональных проявлений отдельных анализаторов и мышечной системы в зависимости от возраста борцов, их квалификации и величины физической нагрузки.

2. Исследовать степень активности различных сенсорных систем при регуляции вертикальной стойки у борцов под влиянием различных возмущающих факторов.

3. Определить степень участия различных афферентных систем при воспроизведении произвольного двигательного акта у борцов в покое и при мышечной деятельности.

Решение задач осуществлялось с помощью методик:

а/ фосфена /И.В.Титова, 1970/; б/ сейсмомотографии /Г.В.Васюков, 1967/; в/ латентного периода простой двигательной реакции на размыкание /ЛВР/ и замыкание /ЛВЗ/ при звуковом раздражителе /И.В.Титова, 1970/; г/ полидинамометрии /А.В.Коробков, 1963/; д/ определения и регистрации величины нагрузки /В.С.Дахновский, Г.В.Клишин, 1972; Г.С.Туманян, М.С.Фидаров, Ю.А.Шахмурадов, 1975/; е/ вариационной статистики /Н.А.Плохинский, 1961; Р.И.Бирюкова, 1962; Е.В.Гублер, А.А.Генкин, 1973 и др./; ж/ комплексной одновременной регистрации тремора и отклонения общего центра тяжести тела /ОЦТТ/ /И.В.Титова и Г.А.Титов, 1970, 1972/ в нашей модификации. Для определения роли и взаимодействия двигательного, вестибулярного и зрительного анализаторов применялись функциональные нагрузки: простая и сенсibilизированная проба Ромберга с "выключением" и "выключением" зрительного анализатора и проба с вращением. Варианты проб соответствуют десяти позициям: 1, 1а, 1б, 2 позиция - стоя на двух ногах; 3, 4 - стоя на правой ноге, левая согнута в тазобедренном и коленном суставах под прямыми углами; 5, 5 - то же, что и 3-4, но стоя на левой ноге; 7, 8 позиции - стоя на двух ногах, после пробы с вращением /10 вращений головой в темпе 1 вращение в 1 секунду/; 9, 10 - стоя на правой ноге, после пробы с вращением

/5 вращений головой в темпе 1 вращение в секунду/. Нечетные позиции выполнялись с открытыми глазами, а четные - с закрытыми.

Позиции различаются по возрастающей степени сложности управления позой.

Сейсмо-тремор- и стабилорпограммы регистрировались на двухканальном чернилопишущем электрокардиографе типа ЭККСЧ-4.

При анализе стабилорпограмм и треморограмм определялись частота и амплитуда перемещений ОЦТ тела и тремора.

Стабилографическая платформа была использована для регистрации двигательного навыка, имитирующего приближение к "сопернику" и "отрыв" его от ковра, с перемещением ОЦТТ на пятки. Условия опыта были следующими: спортсмен по внешнему сигналу выполнял 4-5 раз движение вперед, по прекращению сигнала - назад. Полученная стабилорпограмма /I позиция/ повторно воспроизводилась, но уже как программа для очередных действий с требованием максимально точно повторить их с учетом, поочередно, зрительного контроля /ЗК - II позиция/, звукового подкрепления /ЗП - III позиция/, проприоцептивного /мышечного/ чувства /МУ - IV позиция/ и вестибулярного раздражения /ВР - V позиция, 5 вращений в темпе 1 вращение в секунду/.

Организация исследований. В соответствии с поставленными задачами было организовано три этапа исследований в 1974-1976 г.г.

На I-м этапе изучалась возрастная специфика каждого анализатора в отдельности и в системе сохранения равновесия в позе Ромберга. Количество испытуемых от 30 до 50 человек.

На II-м этапе изучалось влияние различных нагрузок на динамику функционального состояния отдельных анализаторов, их роли и взаимодействия при регуляции вертикальной позы. Количество испытуемых от 8 до 30 человек.

III-й этап исследований был посвящен изучению роли анализаторных систем при воспроизведении пространственно-временных параметров произвольного двигательного акта в покое и под влиянием различных физических нагрузок. Количество испытуемых - 9 человек. Объектом исследования были спортсмены-юноши младшего, старшего школьного возрастов и взрослые борцы классического стиля. Стаж тренировки от 1 года до 6 лет, квалификация спортсменов - II-I юношеский разряды, кандидаты и мастера спорта СССР.

В исследованиях принимали участие борцы киевской организации "Динамо", тренирующиеся под руководством Заслуженного тренера СССР Кондрацкого И.А.

По каждому изучаемому параметру спортсмен обследовался от 2 до 48 раз.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОГО, ЗРИТЕЛЬНОГО, ВЕСТИБУЛЯРНОГО АНАЛИЗАТОРОВ И УПРУГИЕ СВОЙСТВА МЫШЦ У БОРЦОВ В СВЯЗИ С ВОЗРАСТОМ, КВАЛИФИКАЦИЕЙ И ФИЗИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ.

Исследования показали /табл. I/, что оценка функционального состояния двигательного анализатора методом треморометрии по исследуемым позициям дает возможность наблюдать деятельность названного анализатора в динамике и более полно выявить зависимость его функционирования от возраста и квалификации спортсменов.

Вестибулярная проба И.В.Титовой /1971/ показывает, что взрослые квалифицированные спортсмены проявляют высокую устойчивость к вестибулярным раздражениям. Мальчики отличаются меньшей вестибулярной устойчивостью, а юноши занимают промежуточное положение между двумя возрастными группами /табл. I/.

Частотные характеристики фосфена свидетельствуют о том, что адаптивные способности зрительного анализатора у взрослых спортсменов более высокие.

По показателям, отражающим особенности функционирования всего рефлекторного кольца /ЛВР/ЛВЗ/ и исполнительной /мышечной/ системы также выявлены возрастные отличия /табл. №-2/.

Таблица № 2

Латентный период простой двигательной реакции и тонус мышц у борцов различного возраста и квалификации

Испытуемые		Мальчики	Юноши	Взрослые
Показатели		$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$
Латентный период /м сек/	ЛВР	189,47±2,68	171,18±2,00	156,84±1,64
	ЛВЗ	187,03±2,60	159,42±2,07	156,38±1,54
Сейсмо- метрия /гц/	Тонус напряжения	22,33±0,44	22,87±0,52	24,92±0,47
	Разница между тон. напр. и рас- слаб.	7,27±0,41	8,05±0,44	10,08±0,51

Таблица № I
 Функциональное состояние двигательного, вестибулярного
 и зрительного анализаторов у борцов различного возраста
 и квалификации

Анализаторы	Параметры	Локализации	Позиции	Возрастные группы		
				Мальчики /2 юн. разряд/	Юноши /I юн. разряд/	Взрослые /мастера спорта/
				$\bar{x} \pm m \pm \sigma$	$\bar{x} \pm m \pm \sigma$	$\bar{x} \pm m \pm \sigma$
Двигательный	Тремор	Частота	I	14,80+0,34+1,19	15,00+0,53+1,18	15,80+0,20+0,63
			II	14,85+0,26+0,90	14,50+0,62+1,38	15,79+0,35+1,10
			III	13,60+0,48+1,65	13,25+0,70+1,21	14,90+0,32+0,97
			IV	11,28+0,22+0,75	12,37+0,84+1,43	14,50+0,38+1,14
			УП	11,43+0,23+0,81	12,04+0,39+0,77	12,64+0,39+1,11
		УШ	11,90+0,33+1,13	12,18+0,39+0,87	12,70+0,30+0,84	
		Амплитуда	I	2,13+0,06+0,21	2,16+0,21+0,30	2,05+0,06+0,20
			II	2,19+0,06+0,21	2,20+0,25+0,36	1,99+0,07+0,22
			III	2,48+0,11+0,37	2,18+0,15+0,30	2,21+0,12+0,36
			IV	3,96+0,20+0,68	2,90+0,08+0,15	2,58+0,11+0,34
УП	5,01+0,12+0,40		4,15+0,31+0,53	3,36+0,13+0,32		
УШ	5,02+0,20+0,68	4,32+0,15+0,30	3,32+0,18+0,47			
Вестибулярный	Колебания ОЦТ тела	Частота	УП	6,03+0,13+0,45	5,63+0,12+0,28	5,64+0,26+0,70
			УШ	5,90+0,15+0,47	5,76+0,26+0,51	5,72+0,22+0,60
		Амплитуда	УП	13,40+0,35+1,01	12,05+0,29+0,77	9,80+0,61+1,61
			УШ	13,90+0,47+1,49	11,90+0,20+0,50	10,45+0,61+1,50
Зрительный	Частота /Гц/	I опти- мум	-	15,07+0,60+3,67	17,70+0,59+3,57	13,59+0,74+4,51
		II опти- мум	-	15,76+0,63+3,86	18,12+0,60+3,63	14,26+0,79+4,80
	Частота фофена	Макси- мум	-	23,83+1,49+9,0	24,51+1,43+8,7	17,20+1,27+7
		Рео- база /ч/	-	3,77+0,19+1,00	4,42+0,18+0,95	3,73+0,17+0,91

Специфика воздействия различных физических нагрузок выразилась в том, что под влиянием малых нагрузок происходит уменьшение частоты тремора на 7,3% / $P < 0,01$ /, реобазы - на 26,3% / $P < 0,05$ /, частот фосфена / Π оптимум на 47,7%, $P < 0,01$; максимум на 55%, $P < 0,01$ /, амплитуды перемещений ОЦТ тела при раздражении вестибулярного аппарата на 11% / $P = 0,01$ /, снижение тонуса расслабленной мышцы / $P < 0,01$ / и увеличение разницы между крайними состояниями мышцы / $P < 0,01$ /.

Под влиянием больших физических нагрузок происходит увеличение амплитуды тремора на 39,42% / $P < 0,01$ /, реобазы - на 68,2% / $P < 0,05$ /, максимума фосфена - на 275% / $P < 0,01$ /, амплитуды колебаний ОЦТТ при раздражении вестибулярного аппарата - на 15,1% / $P < 0,05$ /, снижение частоты тремора на 6,73% / $P < 0,01$ /, тонуса напряженной мышцы / $P < 0,01$ / и разности между показателями тонуса напряженной и расслабленной мышцы / $P < 0,01$ /.

Под влиянием средних физических нагрузок происходит достоверное уменьшение частоты тремора на 5,79% / $P < 0,05$ /, реобазы - на 41,4% / $P < 0,01$ /, увеличение амплитуды тремора на 34,1% / $P < 0,01$ / и частоты оптимума Π фосфена - на 23,7% / $P < 0,05$ /, Максимум фосфена, колебания ОЦТТ при ВР, показатели упругих свойств скелетной мускулатуры изменяются незначительно. Однако при индивидуальном анализе выявляются два типа достоверных реакций, свидетельствующих как об увеличении изучаемых показателей, так и об уменьшении, то есть любая средняя нагрузка небезразлична для организма спортсмена и вызывает изменения, направленные преимущественно или в сторону улучшения или ухудшения.

Реакции исследуемых систем под влиянием борцовских поединков напоминают изменения, произошедшие под влиянием средних физических нагрузок. Однако при этом получены некоторые особенности, отражающие специфическую деятельность борца. Оказалось, что под влиянием схваток произошли большие изменения показателей тремора ног, чем рук. Так, частота тремора рук изменилась незначительно / $P > 0,05$ /, а ног - уменьшилась на 7,2% / $P < 0,01$ /, амплитуда тремора рук увеличилась на 32,1% / $P < 0,01$ /, а ног - на 67% / $P < 0,01$ /.

Результаты дают основание считать, что более лабильным показателем, отражающим воздействие тренировочной нагрузки, является амплитуда тремора ног, на которую приходится основная нагрузка в

занятиях борьбой. Учитывая изложенное, можно рекомендовать использование методики сейсмогеморометрии нижних конечностей с целью изучения влияния физических нагрузок на двигательную систему борца.

Влияние кратковременного учебно-тренировочного сбора не сказывается существенным образом на проявлении функций анализаторных и мышечной систем. Годичный же тренировочный цикл оказывает тренирующее воздействие, совершенствует функции двигательного анализатора по амплитуде тремора $/P < 0,01/$, центральной нервной системы по латентному времени простой двигательной реакции на замыкание $/P < 0,01/$ и исполнительный мышечной системы – по силе различных сгибателей $/P < 0,01/$ и разгибателей $/P < 0,01/$.

Таким образом, результаты исследований показали зависимость проявления функций отдельных анализаторных и мышечной систем от следующих факторов: возраста и квалификации спортсменов, различный по характеру и величине нагрузок, длительности учебно-тренировочного сбора и годичного цикла, индивидуальных особенностей борцов.

Полученные результаты согласуются с данными многих исследователей /И.В.Титова, 1971; В.П.Мурза, 1971, 1974; В.П.Иващенко, 1976; Ю.Т.Походенчук, 1977 и многих других/, изучавших динамику функций различных систем организма в зависимости от аналогичных факторов, но на другом контингенте испытуемых.

Исследования показали также, что наиболее совершенные системы отличаются стабильность и надежность функционирования при воздействии соявляющих факторов и тренировочных нагрузок.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ ПРИ РЕГУЛЯЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТОЯКИ У БОРЦОВ

Результаты исследований /рис.1/ показывают, что стояние в позе Ромберга /I, II позиции/ характеризуется максимальными частотами и минимальными величинами амплитуд тремора и колебаний ОЦГГ. Усложнение позы /исключение части проприоцептивной афферентации в III поз./, "выключение" зрения на этом фоне /IV поз./, вестибулярное раздражение с открытыми /УП, IX поз./ и с закрытыми /УБ, X поз./ глазами как при сохранении равновесия на двух ногах /УП, УБ поз./, так и на фоне уменьшенной площади опоры /IX, X поз./, вызывают постепенное увеличение частоты и повышение амплитуды суммарной стабилорнограммы и треморограммы /рис.1-А-В/. Постепенно уменьшением, вплоть до исчезновения, низкоамплитудные /рис.1-В/

КОЛЕБАНИЯ ОЦТ МЕЛА

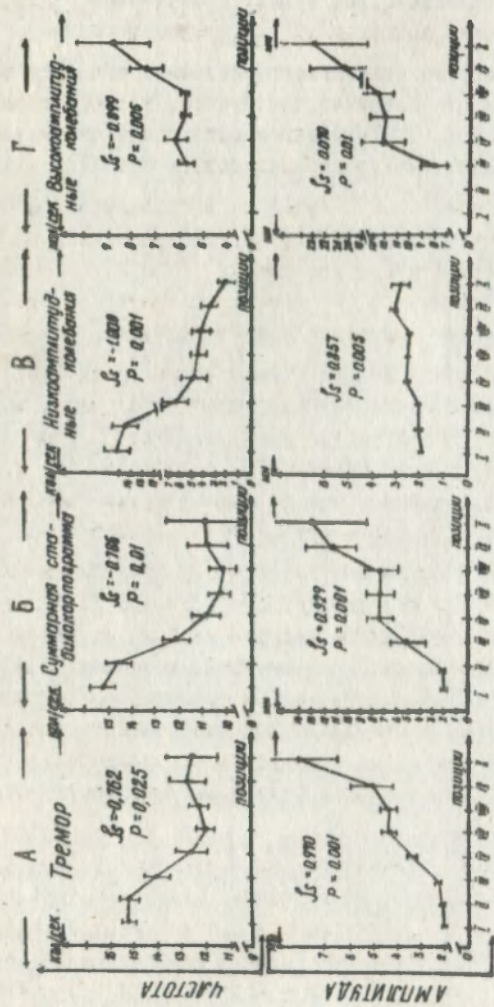


Рис. 1. Динамика частотно-амплитудных характеристик позы

в зависимости от ее сложности.

Условные обозначения: r - коэффициент корреляции между сложностью позы и величиной соответствующего показателя.

II.

и появляются высокоамплитудные /рис. I-Г/ коррекционные перемещения в зоне равновесия. Эти изменения достигают своих критических значений в X позиции. Результаты свидетельствуют, что в неосложненной позе Ромберга роль зрительного анализатора в сохранении равновесия небольшая, но значимая достоверно, так как наблюдается увеличение амплитуды / $P < 0,01$ / и отмечается тенденции к уменьшению частоты низкоамплитудных колебаний ОЦТТ.

"Выключение" зрения во II позиции не сказывается существенным образом на параметрах тремора / $P > 0,05$ /. Раздражения вестибулярного аппарата нарушают функцию равновесия / $P < 0,01$ / и управление микроколебаниями в системе двигательного аппарата гораздо значительнее, чем "выключение" зрения /УП и УИ позиции/.

Следует отметить, что роль вестибулярного анализатора при сохранении равновесия в неосложненных условиях стояния, видимо также незначительная, поскольку сохранение равновесия осуществляется низкоамплитудными перемещениями ОЦТТ, а длительность периода каждого из них гораздо короче, чем латентное время любой вестибулооматической реакции /В.С.Гурфинкель и соавт., 1965/.

В связи с этим представляло интерес определение значения двигательного анализатора в сохранении устойчивости. Для этого исключалась часть проприоцепции путем уменьшения площади опоры стояния, что приводило к появлению высокоамплитудных колебаний в III, IV, IX, X позициях. Эти изменения свидетельствуют: 1/ о большом значении двигательного анализатора для сохранения равновесия; 2/ о повышении роли зрительного и вестибулярного анализаторов в сохранении равновесия; 3/ о более тесном взаимодействии исследуемых анализаторов между собой.

Возрастные отличия проявляются по амплитуде тремора и колебаний ОЦТ тела лишь в усложненных позициях, начиная с III /для тремора/ и IV /для колебаний ОЦТТ/. "Выключение" зрения в IV позиции приводит к достоверному увеличению амплитуды колебаний ОЦТТ у взрослых - на 20,29%, у юношей - на 46,25%, у мальчиков - на 83%. Следует отметить, что у взрослых спортсменов не отмечено ни одного случая нарушения равновесия, у юношей - 14,28%, а у мальчиков зафиксировано 53,8% падений.

Таким образом, с усложнением позы повышается значимость зрительной информации в сохранении равновесия в большей степени у мальчиков, в меньшей — у юношей и в наименьшей — у взрослых.

Вестибулярное раздражение изменяет управление прямостоянием в большей степени у мальчиков, в меньшей — у взрослых.

При уменьшении площади опоры и зрительным контролем, компенсаторная способность двигательного и зрительного анализаторов в вестибулярной пробе сохраняется у 40% взрослых испытуемых, а у мальчиков и юношей полностью отсутствует. При вестибулярном раздражении с выключенным зрением все испытуемые неспособны были сохранять равновесие.

Для изучения влияния различных физических нагрузок на проявление функций анализаторов при регуляции вертикальной позы у борцов были исследованы I, Ia, Ш, IV, УП позиции.

Полученные результаты свидетельствуют, что под влиянием малых физических нагрузок уменьшается амплитуда перемещений ОЦТТ при исключении части проприоцепции /Ш поз., $P < 0,05$ / и "выключении" зрения /IV поз., $P < 0,05$ /. Выключение зрения до нагрузки повышало амплитуду колебаний ОЦТТ на III, I% / $P < 0,01$ /, после нагрузки — лишь на 49,4% / $P < 0,01$ /. Общая, но недостоверная тенденция к уменьшению амплитуды отабилоторпограммы при раздражении вестибулярного аппарата /УП поз./ распадается при индивидуальном анализе на два типа достоверных реакций: уменьшение амплитуды на 24,7% у 53,40% испытуемых / $P < 0,01$ / и увеличение на 17,67% у 40,60% испытуемых / $P < 0,01$ />.

Результаты исследований позного тремора показали, что "выключение" зрения до малых нагрузок повышало амплитуду тремора на 59,1% / $P < 0,01$ /, а после таких нагрузок — только на 21,6%, т.е. на 37,5% меньше / $P < 0,01$ />.

Вестибулярное раздражение до нагрузки статистически достоверно повышало амплитуду тремора на 175%, после малых нагрузок — на 159,6%.

Средние физические нагрузки вызывают преимущественно два противоположных типа реакций, отражающих индивидуальное состояние организма спортсмена.

Сразу после больших физических нагрузок значительно ухудшается регуляция равновесия при исключении части проприоцепции /Ш поз., $P < 0,05/$, "выключении" зрения /IУ поз., $P < 0,01/$ и при вестибулярном раздражении /УП поз., $P < 0,05/$. Роль зрительного анализатора в сохранении равновесия значительно увеличивается, усиливаются влияния вестибулярных раздражений. Изменения тремора свидетельствуют, что "выключение" зрения до нагрузки приводило к статистически достоверному уменьшению частоты на 9,2% и повышению амплитуды на 39,2%, после нагрузки частота уменьшилась на 15,2%, а амплитуда возросла на 70,2%.

По амплитуде тремора произошло значительное усиление влияния раздражений вестибулярного аппарата на двигательный анализатор / $P < 0,01/$.

Борцовские поединки по данным стабилорпографии и треморографии напоминают реакции на средние физические нагрузки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ РАЗЛИЧНЫХ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ ПРИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ.

Исследования показали, что наиболее точное и надежное выполнение двигательного навыка обусловливается функционированием комплекса анализаторов. Выключение одного или нескольких каналов сенсорной информации нарушает качество выполнения движения и снижает его надежность. Дополнительное вестибулярное раздражение на этом фоне в 2,5 - 4 раза увеличивает ошибки воспроизведения навыка.

Установлено, что чем меньше анализаторов задействовано в функциональной системе, тем с большими ошибками воспроизводится движение /рис.2/.

При этом отдельные анализаторы играют различную роль. Время начала движения точнее воспроизводится при акустико-моторном воспроизведении, а воспроизведение амплитуды и времени навыка точнее выполняется со зрительной коррекцией.

Самостоятельно двигательный анализатор не способен обеспечить высокую точность движения и минимизировать ошибки.

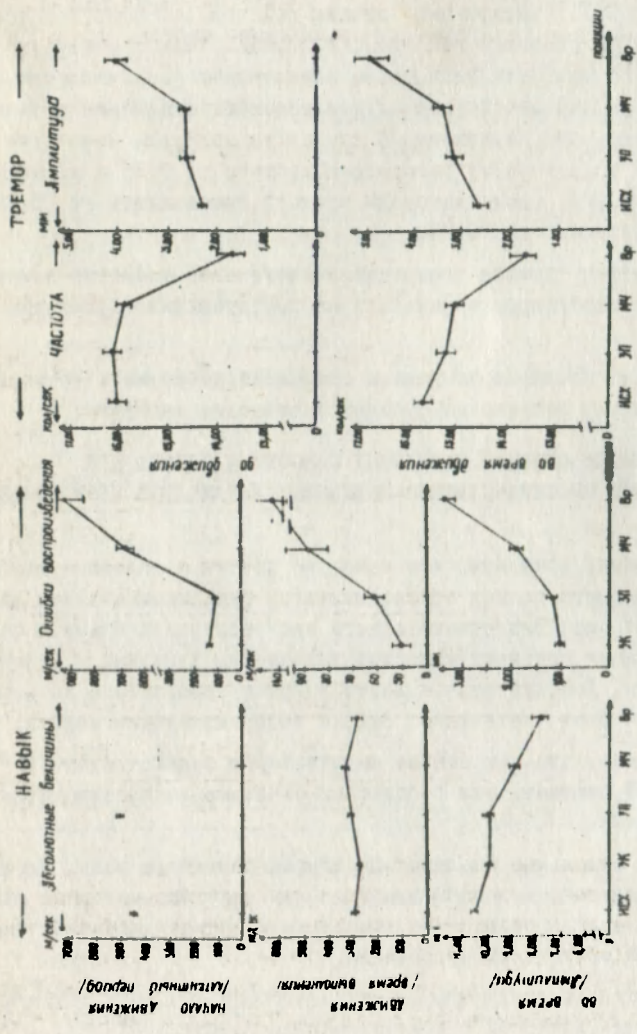


Рис. 2. Динамика пространственно-временных параметров промизвольного движения и параметров поного тремора при изменении /ограничения и усилении/ сенсорной информации.

Установлено /табл.3/, что между параметрами позного тремора и параметрами двигательного навыка имеются высокие корреляционные зависимости, свидетельствующие, что с качеством регуляции позы предшествующей и сопутствующей движению тесно связана точность выполнения движения.

Таблица № 3

Взаимосвязь между частотно-амплитудными характеристиками поznego тремора и параметрами двигательного навыка

Тремор		Навык		Ошибки воспроизведения			Абсолютные величины	
				Начало движения	Время выполнения	Амплитуда	Время выполнения	Амплитуда
Амплитуда	До движения	ρ_s	0,619	0,833	0,643	0,0	0,643	
		ρ	>0,05	<0,01	<0,05	>0,05	<0,05	
	В процессе движения	ρ_s	0,667	0,976	0,881	0,095	0,833	
		ρ	<0,05	<0,001	<0,005	>0,05	<0,01	
Частота	До движения	ρ_s	-0,738	-0,524	-0,452	0,619	0,428	
		ρ	<0,025	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	
	В процессе движения	ρ_s	-0,762	-0,833	-0,857	-0,286	0,643	
		ρ	<0,025	<0,01	<0,005	>0,05	<0,05	

Анализ влияния физических нагрузок показал:

а/ Малые физические нагрузки вызывают укорочение латентных периодов движения на световой /с $0,468 \pm 0,017$ до $0,389 \pm 0,012$ мсек/ и звуковой /с $0,550 \pm 0,024$ до $0,499 \pm 0,014$ мсек/ раздражители, уменьшение ошибок при воспроизведении движения со зрительной коррекцией - как при движении вперед / $P < 0,01$ /, так и назад / $P < 0,01$ /, а также на основе акустико-моторного воспроизведения при движении вперед / $P < 0,05$ /, что свидетельствует о повышении качества

регуляции в функциональной системе выполнения двигательного акта. Возрастает значение зрительного и слухового анализаторов и их взаимодействие с двигательным при выполнении навыка, значительно снижается выраженность вестибуло-соматических реакций.

Улучшается качество регуляции позы борца. Сам процесс движения /афферентация движения/ стал вносить меньшие изменения в характеристики позного тремора. Увеличивается количество и степень достоверных корреляций, отражающих возросшее число взаимодействующих параметров навыка и тремора.

б/ Средние физические нагрузки вызывает самые разнонаправленные изменения — как в абсолютных величинах, так и в показателях ошибок воспроизведения. Эти изменения, видимо, отражают уровень индивидуального состояния организма спортсменов.

в/ Под влиянием больших физических нагрузок ухудшается точность воспроизведения времени начала навыка при звуковом воспроизведении в движении вперед / $P < 0,01$ /, назад / $P < 0,05$ /, суммарном рассмотрении / $P < 0,01$ / и воспроизведении на основе проприоцепции при движении назад / $P < 0,05$ /.

При воспроизведении времени произвольного движения наибольшее увеличение ошибок воспроизведения произошло в движениях назад при МЧ / $P < 0,01$ / и при ВР / $P < 0,05$ /.

Одновременное "выключение" зрения и исключение звукового подкрепления стали вызывать после нагрузок более значительное увеличение ошибок /при МЧ/. Дополнительное вестибулярное раздражение ухудшило функционирование проприоцепции настолько, что ошибка увеличилась в 3,51 раза /до нагрузки — в 2,50/ по отношению к самой минимальной ошибке, полученной при ЭК. Усиливается взаимодействие изучаемых анализаторов между собой и с двигательным.

Ухудшилась точность воспроизведения пространственного компонента при ЭИ / $P < 0,05$ /, при МЧ / $P < 0,05$ / и при ВР / $P < 0,01$ /. Возросло значение зрительного и слухового анализаторов и их взаимодействие с двигательным. При "исключении" данных сенсорных систем функционирование двигательного анализатора как замкнутой саморегулируемой системы становится неустойчивым /ненадежным/, что приводит к уменьшению амплитуды движения и увеличению ошибок при ее воспроизведении. Ухудшилось качество регуляции позы при всех

воспроизведениях, усилились взаимосвязи параметров навыка с параметрами тремора.

Резюмируя изложенное можно отметить, что для более полноценного и точного выполнения навыка необходим постоянный сенсорный контроль за его параметрами. Для того, чтобы полноценно выполнять движение, также важно принятие и сохранение определенной позы и качество ее регуляции, с которой тесно связана точность воспроизведения всех компонентов произвольного двигательного акта.

Исследования показали, что роль и взаимодействие анализаторных систем при сохранении позы борца зависит от того, находится ли спортсмен в состоянии покоя или выполняет движение: афферентация движения, сталкиваясь с афферентацией позы, приводит к тому, что роль зрительного и слухового анализаторов в регуляции равновесия повышается, усиливается влияние вестибулярного анализатора и взаимодействие этих анализаторов с двигательным. Чем больше эти изменения, тем с большими ошибками выполняется движение, и наоборот.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системный подход к анализу полученных экспериментальных данных с позиций теории функциональной системы, и в частности, принципа ведущей афферентации, дает основание считать, что роль ведущей афферентации при сохранении позы и выполнении движений играет двигательная сенсорная система. Наши данные свидетельствуют о том, что, функционируя совместно со зрительной, вестибулярной и слуховой двигательная сенсорная система неспособна сама обеспечить высокое качество сохранения равновесия и репродукции пространственно-временных параметров двигательного навыка в сложных условиях. Объясняется это тем, что устранение части ведущей афферентации /проприоцептивной/ или "побочных" афферентаций /зрительной, слуховой/, введение соматической /вестибулярной/ афферентаций влечет за собой наиболее существенные расстройства в динамике регуляции равновесия и выполнения двигательных актов, связанные с дефицитом так называемых сенсорных коррекций /Н.А.Берштейн, 1947; А.С.Батуев, 1975; Н.И.Стуль, 1975/.

С другой стороны, исследования показали, что чем совершеннее регуляция позы и чем точнее выполняется движение, тем меньше

количество дополнительной сенсорной информации необходимо для обеспечения конечного приспособительного эффекта.

Получены новые результаты, свидетельствующие, что значение отдельных анализаторных систем в регуляции позы и выполнении двигательного акта не стабильно, а динамично, их роль и взаимодействие возрастают тем больше, чем ниже функциональное состояние спортсмена, младше его возраст и больше величина физической нагрузки. Взрослые спортсмены обладают минимальным взаимодействием изучаемых анализаторов /проявление "принципа экономизации", - С.А.Косилов, 1965/. У них же минимальны изменения, связанные с внесением усложнений и помех, и проявляется большая автономность и компенсаторная способность в деятельности ведущих анализаторов.

В нашем понимании минимизация взаимодействия выражена в том, что в системе, осуществляющей регуляцию равновесия и выполнение движений, усиливается значимость ведущей двигательной сенсорной системы по закономерностям безусловной и условно-рефлекторной деятельности /И.П.Павлов, 1927; П.К.Анохин, 1968, 1975/ и по принципу доминанты /А.А.Ухтомский, 1945; В.С.Русинов, 1969/. Видимо, усиливается и взаимодействие всех ее подсистем. В то же время, эта относительно автономная система становится как бы нечувствительной к помехам, поступающим по другим, менее важным для выполняемой функции каналам, и проявляет высокую компенсаторную способность при устранении их афферентаций. Физиологической основой этих процессов являются принципы смежности функций /Н.В.Зимкин, 1969/ и компенсаторно-заместительной функции /Э.Ш.Айрапетьянц, 1960/.

Таким образом, взаимоотношения между сенсорными системами строятся на основе вышеуказанных принципов и в соответствии с более общим принципом "наименьшего взаимодействия" /М.Л.Цетлин, 1969/.

Согласно полученным нами данным необходимо отметить, что реализация принципа "наименьшего взаимодействия" может служить критерием надежности регуляции позы и выполнения моторного акта.

Полученные результаты свидетельствуют, что при анализе двигательных координаций в технически сложных видах спорта помимо пусковой и обстановочной афферентаций, доминирующей мотивации, следов, извлекаемых из памяти, необходимо учитывать количество и качество позной афферентации, которая также сталкивается, конвергирует, взаимодействует со всеми другими афферентациями и во многом предопределяет принятие решения и формирование акцептора и программы действия.

Результаты исследований позволили объективно подтвердить выдвинутую гипотезу и показать, что реакции отдельных анализаторов, а также их роль и взаимодействие в рамках конкретной системы движения находятся в развитии и подчиняются, с одной стороны, закономерностям онтогенеза, а с другой – зависят от сложности конкретной динамической ситуации и характера тренировочного воздействия.

ВЫВОДЫ

1. Функциональное состояние двигательного, зрительного и вестибулярного анализаторов у спортсменов – борцов не является стабильным и зависит от таких факторов как возраст, спортивная квалификация и величина физической нагрузки. По большинству параметров, характеризующих состояние исследуемых анализаторных систем, установлено, что функции этих систем у взрослых – квалифицированных спортсменов более стабилизированы, устойчивы, т.е. менее подвержены воздействию различных возмущений. Для мальчиков характерен более низкий уровень организации сенсорных систем. Спортсмены-юноши занимают промежуточное положение.

2. Прежде чем совершится любое произвольное действие, наблюдается сложная позная перестройка в деятельности афферентных и афферентных систем. Установлено, что чем сложнее поза, тем больше увеличивается напряженность функционирования систем, участвующих в ее регуляции и меньше надежность ее сохранения.

3. Точность воспроизведения пространственно-временных параметров произвольного двигательного акта обеспечивается совместной работой сенсорных систем, среди которых ведущая роль принадлежит двигательному анализатору.

4. При воспроизведении двигательного навыка наибольшая точность /наименьшие пороги различения/ пространственно-временных параметров движения наблюдается при оптико- и акустико-моторном контроле. При этом из временных параметров начало движения точнее воспроизводится при акустико-моторном контроле, а точность воспроизведения амплитуды и времени навыка выше при зрительной коррекции.

5. При усложнении позы во взаимодействии между зрительным, вестибулярным и двигательным анализатором выявлен феномен усиления и ослабления. Установлено, что роль того или иного анализатора возрастает, а их взаимодействие усиливается в прямо пропорциональной зависимости от возраста спортсмена, его квалификации и функционального состояния организма. По мере развития тренированности наблюдается динамическое совершенствование межаанализаторных отношений, зависящее от условий и целей тренировочного процесса. Оно выражается в повышении способности двигательного анализатора минимизировать свои реакции при раздражении или "выключении" других анализаторных систем, в относительной автономности функционирования, в наименьшем взаимодействии для сохранения приспособительного эффекта на новом, более высоком уровне.

6. Развитие функционального состояния сенсо-моторных систем спортсмена подчинено двум факторам: 1/ особенностям закономерностей онтогенеза; 2/ величине тренировочного воздействия. Следовательно, при планировании тренировочного процесса необходимо учитывать как период онтогенеза спортсмена, так и реакции его организма на различные по объему и интенсивности физические нагрузки. Одним из критериев, учитывающих уровень онтогенеза и уровень тренированности, является степень реализации в сенсорных системах принципа "наименьшего взаимодействия".

7. Учитывая высокую степень взаимодействия между позным тремором, сложностью позы и параметрами двигательного навыка можно рекомендовать показатели тремора для определения: 1/ возрастных особенностей регуляции позы, степени напряженности функционирования ее механизмов и взаимодействия анализаторов при поддержании статокINETической устойчивости; 2/ надежности воспроизведения динамических параметров двигательных действий для того,

Л.

чтобы по характеру ответной реакции на действие физической нагрузки прогнозировать точность воспроизведения движения.

8. Учет роли различных анализаторных систем при выполнении произвольного двигательного акта, степени корреляции тремора с точностью выполнения двигательных действий:

а/ может способствовать более надежному овладению двигательными навыками в соответствии с характером и величиной тренировочного воздействия и состоянием организма спортсмена;

б/ позволяет определять надежность выполнения различных двигательных действий и прогнозировать характер и направленность динамики надежности в деятельности функциональной системы регуляции равновесия и выполнении автоматизированных двигательных актов;

в/ может лечь в основу планирования и рациональной организации обучения и эффективного использования уже обученных людей в тех видах спортивной и трудовой деятельности, которые требуют высокой двигательной координации.

С П И С О К

опубликованных работ по теме диссертации

1. О роли и взаимодействии анализаторных систем при усложнении вертикальной позы у спортсменов /в соавторстве/. Сб. "Физиологическая и биохимическая характеристика окоростно-сидовых и сидно-координационных спортивных упражнений". Тезисы док. XIV Всесоюзной конференции по физиологии и биохимии спорта. Комитет по физической культуре и спорту при Совете Министров СССР, Москва, 1976, с.155.

2. Роль различных сенсорных систем при репродукции пространственно-временных параметров движения у юных борцов /в соавторстве/. Тезисы Всесоюзного симпозиума "Развитие двигательных способностей у детей". Москва, 1976, с.185.

3. Взаимодействие сенсорных систем как критерий надежности двигательных действий /в соавторстве/. Материалы II Всесоюзной конференции по биомеханике физических упражнений. Комитет по физической культуре и спорту при Совете Министров СССР, Киев, 1976, с.85.

4. Влияние различных физических нагрузок на роль и взаимодействие сенсорных систем при регуляции ортоградной позы у борцов. Методические разработки молодых ученых КГНФК. Комитет по физической культуре и спорту при Совете Министров СССР, Киев, 1977, с.97.

5. Исследование роли и взаимодействия анализаторных систем при регуляции движений у борцов. Сборник научных работ "Проблема надежности двигательных действий в ациклических видах спорта". Комитет по физической культуре и спорту при Совете Министров СССР, Киев, 1977, с.25.

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

1. Итоговая научная конференция Киевского государственного института физической культуры, Киев, 1975.

2. XIV Всесоюзная конференция "Физиологическая и биохимическая характеристика скоростно-силовых и сложнокоординационных спортивных упражнений", г.Ереван, 1976.

3. Всесоюзная конференция молодых ученых институтов физической культуры. Государственный центральный ордена Ленина институт физической культуры. Москва, 1976.

4. II Всесоюзная конференция по биомеханике "Проблемы биомеханики спорта", Киев, 1976.

5. Конференция молодых ученых Киевского государственного института физической культуры. Киев, 1977.

