

554

4517.175.55

КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

AM

На правах рукописи

ГЛУХОВ Владимир Иванович

**ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ СПОСО-
БОМ КРОЛЬ НА ГРУДИ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗ-
ВИВАЮЩЕГОСЯ УТОМЛЕНИЯ**

(Диссертация написана на русском языке)

13.00.04—теория и методика физического воспитания
и спортивной тренировки

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

КИЕВ-1975

Работа выполнена на кафедре плавания (зав. кафедрой— кандидат педагогических наук, доцент А. И. Кудряшов) и в Проблемной научно-исследовательской лаборатории высоких спортивных нагрузок (зав. лабораторией— кандидат биологических наук, доцент В. Д. Моногаров) Киевского государственного института физической культуры (ректор института— доктор педагогических наук, профессор В. А. Парфенов).

Диссертация изложена на 143 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, результатов исследований и их обсуждения, педагогического эксперимента, выводов и практических рекомендаций, иллюстрирована работа 10 таблицами и 21 рисунком. В списке использованной литературы приведено 174 источника, в том числе 14 работ иностранных авторов.

Научные руководители:

кандидат педагогических наук, доцент А. И. КУДРЯШОВ;
кандидат биологических наук, доцент В. Д. МОНОГАРОВ

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор Г. Б. САФРОНОВА;
кандидат педагогических наук, доцент К. К. МОЛИНСКИЙ,

Ведущее учреждение— Белорусский государственный
ордена Трудового Красного Знамени институт физической
культуры

Автореферат разослан 18 ноября 1975 г.

Защита диссертации состоится 24 декабря 1975 г.
на заседании Совета Киевского государственного института
физической культуры по адресу: г. Киев, ул. Физкультуры, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке инсти-
тута.

Ученый секретарь Совета
профессор

ГУДЗЬ П. З.

В Постановлениях ЦК КПСС и Совета Министров СССР, в Материалах XXIV съезда КПСС физкультурное движение рассматривается как важнейший социальный фактор воспитания советских людей, способствующий гармоническому развитию, сохранению крепкого здоровья и творческой активности, высокопроизводительному труду и подготовке к защите Родины.

Советская спортивная наука, исследования зарубежных специалистов в области спортивного плавания дают всесторонние и достаточно обоснованные ответы на многие вопросы методики тренировки пловцов. Особенно большое значение придается совершенствованию техники движений. Однако, многие положения техники плавания еще не нашли окончательного решения. Важнейшим условием улучшения продуктивности гребковых движений пловцов, отправным пунктом в поиске оптимальных путей повышения их работоспособности на дистанции должно явиться изучение биомеханических и физиологических особенностей изменения техники движений в условиях напряженной мешечной деятельности. Практическая разработка этого важного вопроса будет способствовать рационализации движений пловцов, а также расширению наших знаний по проблеме утомления на дистанции.

Работами отечественных, советских и зарубежных исследователей заложены основы учения об утомлении (А. А. Ухтомский, F. Lagrange, Д. И. Шатенштейн, F. Bartlett, Г. В. Фольборг, М. И. Виноградов, P. Bugard, В. В. Розенблат, Н. П. Пutilin, Ф. Уилт, И. А. Кулак, Ю. И. Данько и др.).

Установлено, что утомление характеризуется временным снижением работоспособности при более или менее продолжительной работе. Снижение работоспособности организма спортсмена возникает вследствие нарушения взаимосвязи функционирующих структур, изменений гомеостаза внутренних сред организма и первичной регуляции его функций (В. В. Розенблат, Е. К. Жуков, М. И. Виноградов, Ю. И. Данько, С. А. Косплов, М. Я. Горкин, В. Д. Моногаров, Г. Л. Комендантов, Ю. З. Захарьянц).

Субъективным проявлением утомления на дистанции

сопутствуют изменения двигательных и вегетативных функций, особенно скованность движений, которая зависит от непроизвольного напряжения многих групп мышц (Г. М. Морозов, А. Ц. Пунн, П. А. Рудик, А. С. Егоров, М. Даун, В. Д. Моногаров, Р. С. Персон, И. М. Онищенко и др.).

Благодаря исследованиям И. В. Вржесневского, С. М. Гордона, Д. Каунсилмена, Н. А. Бутовича, Л. Лоуренса, В. А. Парфенова, Ф. Фэрдея, Д. Виска, А. А. Ванькова, О. И. Логуновой, В. Ф. Китаева, Д. Хейнса и др. изучены особенности утомления у пловцов, и в технику плавания внесены существенные изменения, значительно повысившие ее эффективность. Однако еще не все вопросы техники движений пловцов решены в достаточной мере. В частности, недостаточно изучены особенности техники движений пловцов-кролистов различного уровня спортивной квалификации. Остается открытым вопрос о характере изменений биомеханических параметров гребка в цикле движений под влиянием развивающегося утомления. Исследование этих вопросов будет способствовать процессу рационализации техники движений пловцов — одного из важнейших условий достижения высоких результатов в спортивном плавании.

ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящем исследовании поставлены следующие задачи:

1. Определить характер техники движений способом кроль на груди у спортсменов различной спортивной квалификации и изучить его изменение под влиянием развивающегося утомления путем определения:

а) скорости плавания; б) длины «шага» гребков; в) темпа движений.

2. Уточнить внутрцикловую структуру гребковых движений кролем на груди и изучить ее изменение под влиянием развивающегося утомления путем комплексного исследования: а) пространственно-временных параметров гребковых движений; б) величины и характера развиваемых усилий руками и ногами; в) угла сгибания руки пловца в локтевом суставе; г) состояния нервно-мышечного аппарата пловца.

3. Разработать методические рекомендации по совершенствованию техники плавания способом кроль на груди и проверить их эффективность в педагогическом эксперименте.

Для решения поставленных задач применялся комплекс биомеханических и электрофизиологических методов изучения движений пловца, позволяющий регистрировать фактические изменения структуры движений в условиях напряженной мышечной деятельности. В основу вопринимающих датчиков положен принцип преобразования неэлектрических (механических) изменений в электрические, что значительно упрощает и улучшает качество исследований.

В частности, для оценки величины и характера развиваемых усилий в плавании нами разработан и применен тензометрический датчик давления. Принцип действия датчика основан на том, что механическая нагрузка через мембрану деформирует однопролетную балку с наклеенными и собранными в полумостовую схему тензопреобразователями. Линейность и стабильность показаний тензометрического датчика давления обеспечивается при нагрузке до 800 г/см^2 независимо от температуры воды.

Величина угла сгибания руки пловца в локтевом суставе регистрировалась тензометрическим гониметром, состоящим из двух укрепленных на жестком основании частей. Действие датчика основано на том, что в результате вращения одной из частей происходит вкручивание соединительного винта, который оказывает непосредственное давление на упругий элемент датчика — балку с наклеенными тензопреобразователями. Тензометрический гониметр регистрирует изменения угла в пределах от 1 до 300° . Нелинейность характеристики датчика составляет $\pm 1\%$.

Наряду с вышеуказанными методиками для получения данных о состоянии нервно-мышечного аппарата пловца использовалась электромиография (ЭМГ). Биопотенциалы широчайшей мышцы спины, большой грудной мышцы и средних пучков дельтовидной мышцы отводились поверхностными электродами (биполярное отведение), представляющими собой серебряные чашечки диаметром 5 мм , смонтированные в единое резиновое основание. Для устранения артефактов смещения электроды тщательно наклеивались клеем К-88. При анализе ЭМГ учитывали: амплитуду, частоту и продолжительность колебаний биопотенциалов, время включения мышц в работу, продолжительность фаз биоэлектрической активности и биоэлектрического молчания в плавательном цикле.

В процессе проплывания дистанции регистрировались пространственно-временные характеристики движений с помощью электроконтактного датчика, а также проводилась

синхронная подводная киносъемка. Передача регистрируемых параметров осуществлялась по специально изготовленному кабелю проводов. Данные комплексного исследования подвергались качественному и количественному анализу.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на протяжении 1971—74 гг. На первом этапе исследований определялся характер техники движений способом кроль на груди и изучалось его изменение под влиянием развивающегося утомления. Наблюдения проводились в 25-метровом бассейне во время соревнований различного масштаба — от первенства бассейна, города, республики до первенств СССР и международных встреч. Были зарегистрированы показатели у 153 пловцов-кролистов, мужчин (21 мастер спорта международного класса, 57 мастеров спорта, 75 пловцов первого разряда).

На втором этапе исследований уточнялся механизм выполнения гребковых движений кролем на груди, изучалось его изменение под влиянием развивающегося утомления, а также рассматривалась внутрицикловая структура согласования выполняемых движений. В исследованиях приняли участие 24 пловца-кролиста мужского пола, в том числе 11 мастеров спорта и 13 пловцов первого разряда.

Решение поставленных задач осуществлялось в условиях приближенных к соревновательным с помощью комплекса биомеханических и электрофизиологических методов исследования. Аппаратура, применяемая в исследованиях, состояла из воспринимающей, усиливающей и регистрирующей частей. Исследуемые параметры техники движений пловцов регистрировались на каждом отрезке 100-метровой дистанции.

С целью проверки эффективности применения методических приемов, направленных на улучшение спортивно-технического мастерства пловцов и повышение их результатов на дистанции, проводился педагогический эксперимент, охватывающий вторую половину подготовительного периода (октябрь—декабрь 1973 года). Исследования проводились в бассейне РДФК г. Киева.

В эксперименте приняли участие 28 пловцов мужчин, в том числе 8 мастеров спорта, 10 спортсменов первого разряда и 10 пловцов второго разряда, специализирующихся в плавании способом кроль на груди. По результатам контрольных

соревнований все испытуемые разделялись на две равноценные группы — экспериментальную и контрольную, каждая численностью 14 человек.

В основу проведения педагогического эксперимента были положены научно-методические разработки для тренеров (И. В. Вржесневский, В. Н. Платонов, 1972). Схема учебно-тренировочных занятий обеих групп пловцов была одинаковой. Примерно идентичным был и объем средств, направленных на повышение различных сторон подготовленности спортсменов. Существенное различие в содержании тренировки испытуемых заключалось в том, что пловцы экспериментальной группы систематически получали информацию о характере изменения техники движений, об условиях преодоления дистанции и необходимости приспособления к утомлению, а также о других объективных факторах. Пловцы контрольной группы тренировались по аналогичному плану тренировки. Однако испытуемые этой группы не учитывали методических указаний, которые вытекают из содержания данной работы.

В процессе исследований, а также в конце педагогического эксперимента проводилась повторная регистрация спортивного результата на соревновательной дистанции. Одновременно учитывалась динамика изменения показателей техники движений — скорость плавания, длина «шага» гребков и темп движений.

Обработка цифровых данных, полученных в процессе исследований, производилась с помощью электронно-вычислительной машины «Минск-22» и электрических машин различных марок.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Характер изменения техники движений кролем на груди под влиянием развивающегося утомления

В результате проведенных исследований получены данные, свидетельствующие о том, что степень влияния утомления на технику плавания в наибольшей мере зависит от уровня спортивной подготовленности пловцов (табл. 1). Так, у мастеров спорта международного класса на первом отрезке 100-метровой дистанции достигается наиболее высокая скорость плавания $213,4 \pm 2,3$ см/сек., которая поддерживается благодаря оптимальному, на наш взгляд, соотношению

длины «шага» гребков $206,6 \pm 6,5$ см и темпа движения $63,2 \pm 2,3$ дв. мин. Падение скорости плавания на втором отрезке до $183,1 \pm 1,6$ см/сек., прежде всего, связано с сокращением длины «шага» гребков — $169,5 \pm 7,1$ см. Незначительное ($64,4 \pm 2,9$) увеличение темпа движений при этом можно считать сдерживающим моментом в продолжающемся снижении скорости плавания (табл. 1). На третьем отрезке дистанции скорость плавания падает до $175,1 \pm 2,0$ см/сек., ввиду снижения темпа движений до $62,5 \pm 2,5$ дв. мин. и некоторой ($170 \pm 5,1$ см) стабилизации в уменьшении длины «шага» гребков. Однако на четвертом отрезке, при финишировании, вновь наблюдается сокращение длины «шага» гребков — $154,5 \pm 7,7$ см, а возросший до уровня $67,8 \pm 3,7$ дв. мин. темп движений поддерживает при этом относительно высокую скорость плавания $168,5 \pm 1,8$ см/сек. (табл. 1).

Таблица 1

Изменение характера движений кролем на груди в процессе преодоления дистанции 100 метров

Отрезки дистанции	Х а р а к т е р д в и ж е н и я		
	Скорость плавания	Длина «шага» гребков	Темп движений

Мастера спорта международного класса

1	$213,4 \pm 2,3$	$206,6 \pm 6,5$	$63,0 \pm 2,3$
2	$183,1 \pm 1,6$	$169,5 \pm 7,1$	$64,4 \pm 2,9$
3	$175,1 \pm 2,0$	$170,7 \pm 5,1$	$62,5 \pm 2,5$
4	$168,5 \pm 1,8$	$154,5 \pm 7,7$	$67,8 \pm 3,7$

Мастера спорта

1	$213,0 \pm 2,3$	$222,4 \pm 5,1$	$57,7 \pm 1,0$
2	$172,5 \pm 1,8$	$192,5 \pm 3,0$	$53,8 \pm 0,8$
3	$168,6 \pm 1,5$	$190,4 \pm 3,4$	$53,2 \pm 0,8$
4	$160,1 \pm 0,9$	$175,3 \pm 4,6$	$55,1 \pm 1,4$

Пловцы первого разряда

1	$199,0 \pm 7,7$	$206,3 \pm 6,4$	$57,8 \pm 1,4$
2	$170,5 \pm 3,4$	$186,3 \pm 4,6$	$55,0 \pm 1,5$
3	$158,5 \pm 5,1$	$186,7 \pm 5,0$	$51,3 \pm 2,7$
4	$152,7 \pm 2,9$	$172,0 \pm 4,8$	$53,0 \pm 1,0$

Данные, полученные в процессе исследований, показывают, что в отличие от мастеров спорта международного класса у мастеров спорта на первом отрезке дистанции примерно такая же скорость плавания $213,0 \pm 2,3$ см/сек. достигается путем значительного ($222,4 \pm 5,1$ см) увеличения длины «шага» гребков при сравнительно небольшом ($57,7 \pm 1,0$ дв. мин.) темпе движений. Падение скорости плавания на втором отрезке дистанции до уровня $172,5 \pm 1,8$ см/сек., по-видимому, связано как с сокращением темпа движений ($53,8 \pm 0,8$ дв. мин.), так и с уменьшением длины «шага» гребков ($192,5 \pm 3,0$ см). На третьем отрезке дистанции скорость плавания продолжает снижаться — $168,6 \pm 1,5$ см/сек. и соответственно с этим сокращается длина «шага» гребков — $190,4 \pm 3,4$ см и уменьшается темп движений — $53,2 \pm 0,8$ дв. мин. Однако на последнем, четвертом, отрезке дистанции скорость плавания падает более заметно — $160,1 \pm 0,9$ см/сек. (табл. 1). Причиной ее резкого снижения можно считать обусловленное финишированием некоторое ($55,1 \pm 1,4$ дв. мин.) увеличение темпа движений, вызывающее значительное ($175,3 \pm 4,6$ см) сокращение длины «шага» гребков.

У пловцов первого разряда, в связи с более низким уровнем их спортивной подготовленности, наблюдается сравнительно плавное изменение скорости плавания, длины «шага» гребков и темпа движений (табл. 1). Так, на первом отрезке 100-метровой дистанции скорость плавания достигает уровня $199,0 \pm 7,7$ см/сек. при значительном ($206,3 \pm 6,4$) увеличении длины «шага» гребков и сравнительно небольшом темпе движений ($57,8 \pm 1,4$ дв. мин.). Однако резкое сокращение длины «шага» гребков ($186,3 \pm 4,6$ см) и темпа движений ($55,0 \pm 1,5$ дв. мин.) обуславливает, на наш взгляд, падение скорости плавания до $170,5 \pm 3,4$ см/сек. на втором отрезке исследуемой дистанции. Падение скоростей плавания ($158,5 \pm 5,1$ см/сек.) наблюдается и на третьем отрезке дистанции (табл. 1). Снижению скорости сопутствует в основном уменьшение темпа движений — $51,3 \pm 2,7$ дв. мин., потому что длина «шага» гребков на этом отрезке дистанции остается практически без изменения — $186,7 \pm 5,0$ см. На следующем, четвертом, отрезке дистанции скорость плавания падает до $152,7 \pm 2,9$ см/сек. Это изменение, на наш взгляд, вызвано не только сокращением длины «шага» гребков до $172,0 \pm 4,8$ см, но и объясняется обусловленным необходимостью финиширования увеличением темпа движений — $53,0 \pm 1,0$ дв. мин.

На основании вышесказанного материала видно, что в процессе преодоления дистанции наиболее квалифицированные пловцы стремятся значительно увеличить темп движений и несколько сократить длину «шага» гребков. В отличие от этого спортсмены более слабой спортивной подготовленности увеличивают длину «шага» гребков, а темп движений при этом остается сравнительно небольшим (табл. 1).

Следовательно, можно заключить, что общим в характере изменения техники движений кролем является то, что в начале дистанции все пловцы, как правило, достигают наибольшего уровня рассматриваемых показателей. Однако в процессе преодоления дистанции, в связи с влиянием развивающегося утомления, появляются более или менее значительные отклонения. Эти изменения характеризуются уже строго определенными квалификационными различиями, избирательно влияющими на самые различные детали технического мастерства пловцов. С одной стороны, появление отклонений преследует цель сохранения ранее достигнутого уровня показателей, обеспечивающих достижение высокой скорости плавания, с другой — устраняют уже возникнувшие изменения и снижают или сглаживают, в некоторой мере, действие снова возникающих отклонений, которые непрерывно появляются в результате развивающегося на дистанции утомления.

Следует отметить, что в процессе преодоления дистанции у более подготовленных пловцов диапазон подобных отклонений выражен особенно заметно. На наш взгляд, этот процесс следует рассматривать как активный поиск наиболее оптимальных вариантов поддержания необходимой скорости плавания на дистанции, а также как поиск приемлемых условий для работы функциональных систем организма при напряженной мышечной деятельности.

Таким образом, в процессе преодоления дистанции имеет место непрерывное изменение техники движений. Согласно полученным данным, этот процесс осуществляется в три этапа: сначала выделяется этап быстро прогрессирующего, затем медленного изменения характера техники движений, далее обусловленный необходимостью финиширования, наблюдается этап нового, быстрого изменения выполняемых движений.

Механизм изменения техники движений кролем на груди под влиянием развивающегося утомления

Анализ результатов наших наблюдений за техникой плавания спортсменов высших разрядов дает основание считать, что под влиянием развивающегося на дистанции утомления изменяется не только характер выполняемых движений, но и происходит изменение механизма этих движений. Наблюдаемый процесс непосредственно выражается в изменении внутрициклового строения гребковых движений. В свою очередь, изменение фазовой структуры движений способствует снижению силовых характеристик гребковых движений, а также увеличивает амплитуду их временных колебаний. Рассмотрим эти вопросы более подробно.

Изменение внутрициклового строения техники движений кролем на груди

В координационной структуре гребкового движения кролем принято выделять фазу подготовки — пронос руки над водой и фазу реализации гребка. Причем, время выполнения гребка рассматривается как ведущий фактор в достижении высокой скорости плавания на дистанции (С. М. Гордон, Б. М. Фомиченко, Д. Каунсилмен).

На основании полученных данных можно отметить, что внутрицикловая структура гребковых движений под влиянием развивающегося утомления непрерывно изменяется (табл. 2). Степень этого изменения находится в тесной связи с уровнем спортивной подготовленности пловцов. Исследованиями установлено, что в начале дистанции фаза гребка у мастеров спорта более продолжительная, чем у пловцов первого разряда. Очевидно поэтому регистрируемый нами показатель плотности гребков, характеризующий собой отношение времени выполнения фазы гребка к общему времени цикла, более высокий у мастеров спорта (табл. 2). Однако под влиянием развивающегося на дистанции утомления происходит увеличение плотности гребков, т. е. увеличивается продолжительность основной фазы цикла — фазы гребка и сокращается время выполнения подготовительной фазы — пронос руки над водой.

Таблица 2

**Изменение продолжительности фаз плавательного цикла \checkmark
в процессе преодоления дистанции 100 метров способом
кроль на груди (в сек.)**

Отрезки дистан- ции	Фазы плавательного цикла			Плот- ность гребков. %
	Цикл	Гребок	Пропос	
Мастера спорта				
1	$1,29 \pm 0,020$	$0,94 \pm 0,039$	$0,35 \pm 0,012$	72,1
2	$1,40 \pm 0,025$	$1,01 \pm 0,037$	$0,39 \pm 0,24$	72,9
3	$1,44 \pm 0,19$	$1,09 \pm 0,026$	$0,35 \pm 0,012$	75,7
4	$1,42 \pm 0,019$	$1,08 \pm 0,022$	$0,34 \pm 0,019$	76,1
Пловцы первого разряда				
1	$1,28 \pm 0,006$	$0,87 \pm 0,024$	$0,41 \pm 0,012$	67,9
2	$1,41 \pm 0,013$	$1,00 \pm 0,031$	$0,41 \pm 0,017$	70,9
3	$1,42 \pm 0,011$	$1,03 \pm 0,066$	$0,39 \pm 0,019$	72,5
4	$1,48 \pm 0,020$	$1,10 \pm 0,029$	$0,38 \pm 0,019$	74,3

Резюмируя вышесказанное отметим, что изменение внутрициклового строения техники движений кролем на груди вызвано развивающимся в процессе преодоления дистанции утомлением. Механизм изменения фазовой структуры цикла движений заключается в способности пловцов противостоять утомлению с помощью приспособительного увеличения продолжительности фазы гребка и сокращения фазы проноса руки над водой, о чем убедительно свидетельствует показатель плотности гребков.

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНИКИ ДВИЖЕНИЙ НОГАМИ

Техника движений ногами при плавании кролем на груди вновь привлекает к себе внимание теми скрытыми потенциальными возможностями, которые могут способствовать улучшению спортивных результатов в плавании. Изучение этих возможностей и составило цель наших исследований.

Анализируя накопленный материал следует отметить, что все участвующие в исследованиях пловцы, как правило,

применяли шестигударный вариант координации движений ногами. Для выяснения особенностей такого сочетания движений один из ударов, совпадающий с моментом погружения руки в воду, условно принят за первый.

Исследованиями установлено, что характер движений ногами у пловцов неравномерен. Неравномерность движений ногами проявляется в том, что продолжительность отдельных ударов в цикле движений неодинакова. Так, в начале дистанции наиболее продолжительные по отношению ко времени цикла — второй и пятый удары ногами. Затем, независимо от уровня спортивной подготовленности, можно выделить первый и четвертый, а далее — третий и шестой удары ногами. При этом следует отметить, что пловцы первого разряда затрачивают на выполнение ударов ногами значительно больше времени, чем мастера спорта.

Как свидетельствуют полученные данные, характер внутрициклового соотношения ударов ногами по силе давления стопы на воду также зависит от уровня спортивной квалификации пловцов. В процессе наших исследований было установлено, что акцент в характере выполнения ударов, который, как правило, делается на втором и пятом ударах, у пловцов первого разряда не так заметен, как у мастеров спорта. В целом же следует отметить, что пловцы первого разряда в начале дистанции выполняют движения ногами гораздо сильнее и ритмичнее, чем мастера спорта. Однако под влиянием развивающегося утомления сила давления стопы на воду у этих спортсменов уменьшается более существенно, чем у мастеров спорта. Следовательно, у мастеров спорта сила ударов ногами, несмотря на утомление, удерживается на достаточно высоком уровне, а у пловцов первого разряда, напротив, эффективность выполняемых движений заметно снижается.

Резюмируя вышесказанное, отметим, что один из преимуществ техники движений ногами следует считать то, что пловцу необходимо стремиться к рациональному распределению своих усилий, акцентируя внимание на втором и пятом движениях ногами. Можно предложить, что ритмика в движениях ногами, по-видимому, позволит спортсмену не только избежать больших энергетических затрат, обусловленных необходимостью обеспечения работы крупных мышечных масс нижних конечностей, но и благотворно скажется на поддержании высокой скорости плавания.

Интенсивная работа ногами уже с первых метров дистанции, безусловно, вызывает, во-первых, нерациональное расходование энергетических ресурсов организма, во-вторых, препятствует быстрому приспособлению пловца к условиям развивающегося утомления и, естественно, ведет к ухудшению спортивного результата на дистанции.

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНИКИ ГРЕБКОВЫХ ДВИЖЕНИЙ РУКАМИ

В литературе принято условно разделять гребковое движение рукой на отдельные, взаимосвязанные фазы: вход руки в воду и наплыв, опорная фаза, основная фаза, выход руки из воды. В отличие от этого, данными нашего исследования было установлено, что движение руки в гребке осуществляется согласно следующим фазам: погружение руки в воду, наплыв и опора, нарастание усилия, удержание усилия, снижение усилия, вынос руки из воды.

Результаты, полученные в процессе исследований, свидетельствуют о том, что продолжительность каждой фазы гребкового движения изменяется на дистанции в зависимости от уровня спортивной подготовленности пловцов.

Установлено что в гребковом движении наиболее продолжительными являются фазы нарастания усилия и снижения усилия. При этом, пловцы первого разряда выполняют данные движения значительно медленнее, чем мастера спорта. Однако, если в начале дистанции отмечаются относительно малые колебания времени выполнения этих движений, то с утомлением наблюдаемая картина сильно изменяется. Под влиянием развивающегося утомления в гребковом движении происходит замедление фазы нарастания усилия и фазы снижения усилия. Одновременно с этим, сокращается продолжительность фазы наплыва и опоры, фазы удержания усилия и фазы выноса руки из воды.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что наряду с изменением временных характеристик при утомлении изменяются также и силовые параметры гребка. Так, мастера спорта развивают особенно большую силу давления кисти на воду в фазах нарастания и удержания усилия в гребковом движении. В отличие от мастеров спорта пловцы первого разряда стремятся к равномерному распределению усилия в гребке. Очевидно поэтому, в фазе погружения руки в воду и в фазе наплыва и опоры пловцы

первого разряда гребут руками значительно сильнее, чем мастера спорта. Под влиянием развивающегося на дистанции утомления у мастеров спорта, наблюдается более заметное уменьшение силы гребка, чем у пловцов первого разряда.

Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что при утомлении на дистанции особенно заметно изменяются пространственно-временные параметры техники гребкового движения рукой, в то время как силовые характеристики этого движения оказываются, в основном, более устойчивыми. В связи с этим естественно предположить, что оптимальное снижение величины гребкового усилия на дистанции позволит пловцам не только предохранить фазовую структуру гребка от значительных изменений при утомлении, но и будет способствовать, в известной мере, увеличению темпа движений и скорости плавания.

ИЗМЕНЕНИЕ УГЛА СГИБАНИЯ РУКИ В ЛОКТЕВОМ СУСТАВЕ

В процессе изучения техники плавания кролем на груди большое внимание уделялось вопросу определения величины угла сгибания руки пловца при выполнении гребковых движений.

Данные, полученные в исследованиях, показывают, что под влиянием развивающегося утомления степень изменения угла сгибания руки в локтевом суставе находится в прямой зависимости от уровня спортивной квалификации пловцов (табл. 3). Так, у мастеров спорта в фазе погружения руки в воду наблюдается постепенное увеличение этого параметра. В результате гребковое движение выполняется слегка согнутой конечностью— $169,2 \pm 3,5^\circ$. В фазе наплыва и опоры отмечается еще больший угол сгибания руки — $170,0 \pm 1,2^\circ$. Однако в следующих фазах гребка, как правило, происходит уменьшение величины угла сгибания руки в локтевом суставе. Так, в фазе нарастания усилия угол сгибания руки уменьшается до уровня $121,7 \pm 3,1^\circ$. В следующей фазе гребкового движения — фазе удержания усилия величина рассматриваемого параметра достигает $138,3 \pm 3,9^\circ$. Под влиянием развивающегося утомления происходит уменьшение угла сгибания руки в локтевом суставе в фазах снижения усилия и при выносе руки из воды соответственно до уровня $140,0 \pm 4,2^\circ$ и $136,0 \pm 6,4^\circ$ (табл. 3).

Таблица 3

Изменение угла сгибания руки в локтевом суставе под влиянием развивающегося утомления:
(в градусах)

Отрезки дистанции	Ф а з ы г р е б к а					
	Погружение руки в воду	Наплыв и опора	Нарастание усилия	Удержание усилия	Снижение усилия	Вывос руки из воды

1	162,3±4,3	167,5±0,9	128,5±3,2	144,6±5,0	149,0±4,5	141,7±5,7
2	163,0±4,3	168,0±0,8	127,0±3,3	142,0±5,4	146,5±3,2	140,0±5,8
3	165,0±4,5	169,0±0,8	126,2±3,4	141,0±5,1	143,1±3,9	138,0±5,4
4	169,2±3,5	171,0±1,2	121,7±3,1	138,3±3,9	140,0±4,2	133,0±5,4

МАСТЕРА СПОРТА

П Л О В Ц Ы П Е Р В О Г О Р А З Р Я Д А

1	168,1±3,6	178,8±0,7	130,7±4,9	146,9±4,2	155,4±5,2	147,0±4,6
2	169,0±3,3	179,0±0,4	129,1±3,4	143,0±3,3	150,4±5,5	144,7±5,4
3	169,7±3,1	179,0±0,6	128,0±3,9	136,2±6,6	144,1±5,6	135,4±7,8
4	170,0±1,6	179,5±0,6	118,0±3,3	134,8±5,7	140,0±6,1	133,0±8,9

У пловцов первого разряда при утомлении наблюдаются аналогичные изменения угла сгибания руки в локтевом суставе. Причем в фазах погружения в воду и в наплыве рука у этих спортсменов почти прямая. Угол, образованный плечом и предплечьем, составляет соответственно $170,0 \pm 1,6^\circ$ и $179,5 \pm 0,6^\circ$. В следующих фазах гребкового движения напротив, величина угла сгибания руки в локтевом суставе начинает активно уменьшаться (табл. 3). Например, в фазе нарастания усилия угол сгибания руки у пловцов первого разряда уменьшается до $118,0 \pm 3,3^\circ$. А при удержании усилия в гребке этот показатель несколько возрастает, достигая $134,8 \pm 5,7^\circ$. Уменьшение угла сгибания в локтевом суставе при утомлении наблюдается и в фазе снижения усилия в гребке, а также в момент выноса руки из воды соответственно до $140,0 \pm 6,1^\circ$ и $133,0 \pm 8,9^\circ$.

Таким образом, результаты наших исследований со всей очевидностью показывают, что развивающееся на дистанции утомление может характеризоваться также изменением величины угла сгибания руки пловца в локтевом суставе. Действительно, из-за нерационального положения руки в гребковом движении можно существенно снизить скорость плавания на дистанции, но и напротив, оптимально изменяя угол сгибания можно эффективно влиять на увеличение продуктивности мышечных усилий пловца, повышать его скорость плавания.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ В ПЛАВАТЕЛЬНОМ ЦИКЛЕ ДВИЖЕНИЯ

В практике спортивного плавания все большее внимание придается вопросу непосредственного исследования биоэлектрической активности мышц пловца в условиях напряженной мышечной деятельности.

Результаты наших исследований, отражающие биоэлектрическую активность большой грудной мышцы, широчайшей мышцы спины и средних пучков дельтовидной мышцы, в цикле движения показывают, что временное распределение биоэлектрической активности этих мышц в гребке имеет определенную принадлежность к установленным нами фазам плавательного цикла. При этом, всегда первой с момента погружения руки в воду, начинает сокращаться большая грудная мышца. Затем к ней последовательно подключаются широчайшая мышца спины и дельтовидная мышца.

Установлено, что биоэлектрическая активность большой грудной мышцы проявляется в первой половине гребкового движения. Период активности широчайшей мышцы спины охватывает середину гребка — фазу нарастания усилия, удержания усилия и фазу снижения усилия. Биоэлектрическая активность средних пучков дельтовидной мышцы отмечена во второй половине гребкового движения — в фазах снижения усилия, выноса руки из воды и проноса. Обращает на себя внимание характер распределения биоэлектрической активности мышц в плавательном цикле. Так, у мастеров спорта в начале дистанции мы наблюдаем своеобразную «эстафету» мышечной активности, которая под влиянием развивающегося утомления уступает место более локальному режиму деятельности мышц. У пловцов первого разряда рисунок биоэлектрической активности мышц практически неизменен на протяжении всей дистанции.

Наблюдаемое увеличение биоэлектрической активности исследуемых мышц при утомлении, равно как и увеличение интенсивности биоэлектрического ответа при относительно постоянной, а у мастеров спорта даже уменьшенной «занятости» мышц в гребковом движении, свидетельствует о проявлениях компенсаторных изменений в деятельности нервно-мышечного аппарата, направленных на поддержание относительно постоянной скорости плавания. Механизм подобных изменений, по мнению S. Cobba, A. Forbes, H. Altenburger, G. Knowlton, R. Bennett, R. Mc. Clure, В. Д. Моногарова, J. Scherger, A. Bourguignon, Е. К. Жукова, Ю. З. Захарьянца, Е. С. Персон, К. Голубкович, Л. Н. Фицнера, М. А. Айзермана и др., связан с усилением волевой стимуляции, то есть с интенсификацией потока эфферентных импульсов к работающим мышцам и вовлечением в деятельное состояние дополнительных двигательных единиц.

ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРИЦИКЛОВОЙ СТРУКТУРЫ СОГЛАСОВАНИЙ ДВИЖЕНИИ КРОЛЕМ НА ГРУДИ

Необходимость сохранения высокой скорости плавания, стремление к наиболее эффективному выполнению гребковых движений в процессе преодоления дистанции, вызывает у пловцов определенные изменения в характере внутрицикло-вой структуры согласования движений. Подобные изменения, на наш взгляд, являются решающим фактором в достижении высокого уровня спортивных результатов.

Проведенные наблюдения позволяют отметить, что под влиянием развивающегося утомления в характере внутрицикловой структуры согласования движений появляются значительные отклонения, прежде всего, имеющие квалификационные особенности. Установлено, что любое произвольное движение пловца, выходящее за рамки техники выполнения заданных движений, сразу же отражается на всей координационной системе его движений. Это происходит тогда, когда возникает необходимость поддерживать высокую скорость плавания и находить наиболее рациональные варианты выполнения гребковых движений в процессе развивающегося утомления.

Появление обусловленных утомлением отклонений в координационной структуре движений пловцов нельзя рассматривать как вредное или нежелательное явление, хотя при этом понижается эффективность гребковых движений и нарушается их внутрицикловая структура. Эти отклонения, способствуя расходованию функционального потенциала организма пловцов, являются мощным стимулом восстановительных процессов, прежде всего, связанных с поиском наиболее оптимальных форм сочетания движений и такой экономизацией их координационной структуры, при которой сохраняется максимально высокая скорость плавания, а также проявляется соответствие временных, пространственных и силовых параметров гребкового движения уровню спортивной подготовленности пловцов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Педагогические наблюдения, проводимые в процессе экспериментальной тренировки, показали, что рост спортивных результатов зависит от более рационального варианта техники движений пловцов, используемого на соревновательной дистанции, от знания характера изменения техники движений на дистанции под влиянием развивающегося утомления, а также от систематического контроля со стороны тренера за техникой плавания как в процессе тренировки, так и в условиях спортивных соревнований.

Полученные данные свидетельствуют о существенном улучшении скоростных и спортивно-технических возможностей как контрольной, так и экспериментальной групп. У всех пловцов достоверно статистически возрос уровень результатов на дистанции ($P < 0,05$), что свидетельствует об улучшении не только техники движений пловцов, но и характеризует эф-

фективность применявшегося тренировочного процесса, рациональность подбора средств и методов тренировки.

Вместе с тем, величина положительных сдвигов оказалась достоверно выше у испытуемых экспериментальной группы: у пловцов, получавших информацию, по сравнению со спортсменами контрольной группы наблюдается больший прирост скоростных возможностей ($P < 0.05$). Причем, у пловцов более низкой спортивной квалификации происходят большие сдвиги в росте спортивных результатов на дистанции, чем у спортсменов высших разрядов.

Таким образом, данные педагогического эксперимента позволяют считать, что достижение высоких спортивных результатов на дистанции определяется теми факторами, которые обеспечивают не только систематический контроль со стороны тренера за изменением техники движений пловцов на дистанции, но и учитывают конкретные цели учебно-тренировочного периода подготовки пловцов, те преимущественные задачи, которые необходимо решить в данном тренировочном занятии, а также состояние психической и функциональной готовности пловца, его индивидуальные особенности и избранный стиль плавания. В творческом подходе к совершенствованию техники движений пловцов кроется важный фактор дальнейшего улучшения результатов в спортивном плавании.

ВЫВОДЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Процесс изменения техники плавания под влиянием развивающегося на дистанции утомления осуществляется в три этапа: сначала можно условно выделить этап быстро-прогрессирующего, затем более медленного изменения пространственно-временных характеристик движений, которые при финишировании снова сменяются этапом быстрого изменения этих параметров.

Установлено, что для достижения наилучшего спортивного результата, пловцу необходимо добиваться экономного распределения своих усилий на протяжении всей дистанции. Высокий результат будет достигнут только в том случае, когда спортсмен сможет преодолеть дистанцию с относительно равномерной скоростью плавания. Наиболее приемлемым вариантом сохранения такой скорости является прогрессирующее увеличение темпа движений при некотором уменьшении длины «шага» гребков.

2. Степень изменения техники плавания способом кроль на груди под влиянием развивающегося утомления в значительной мере зависит от уровня спортивной подготовленности пловцов.

Исследования показали, что в основе изменения техники движений при развивающемся утомлении лежит необходимость сохранения высокой скорости плавания, которая, как правило, обеспечивается путем нахождения оптимальных вариантов гребковых движений, в наибольшей мере соответствующих функциональным возможностям спортсменов в каждый конкретный момент соревновательной деятельности.

3. Под влиянием развивающегося на дистанции утомления более отчетливо изменяются пространственно-временные параметры техники плавания, в то время как силовые характеристики выполняемых движений оказываются в основном относительно устойчивыми:

—наблюдается удлинение основной фазы цикла движений — фазы гребка и сокращение подготовительной фазы — фазы проноса руки над водой;

— величина угла сгибания руки пловца в локтевом суставе находится в обратной зависимости от величины прилагаемых усилий в гребковом движении;

— оптимальное уменьшение величины прилагаемого усилия в гребке, соответственно развивающемуся на дистанции утомлению, позволяет пловцу предохранить фазовую структуру этого движения от значительного изменения при утомлении и способствует увеличению темпа движений и скорости плавания.

4. В движениях ногами у высококвалифицированных пловцов обнаружена аритмия. Высокая скорость плавания у спортсменов достигается, как правило, за счет двухударной координации движений, когда наиболее эффективно выполняются второй и пятый удары ногами, или с помощью четырехударного кроля, когда пловец интенсивно выполняет первый, второй, четвертый и пятый удары ногами.

В отличие от двух- и четырехударной координации движений, шестударный вариант кроля можно считать малоэффективным и утомительным способом достижения высокой скорости плавания на дистанции, который препятствует быстрому приспособлению пловца к условиям развивающегося утомления и ведет к ухудшению спортивного результата.

5. В характере биоэлектрической активности большой грудной мышцы, широчайшей мышцы спины и средних пучков дельтовидной мышцы выявлены различия временного распределения активности в зависимости от уровня квалификации спортсменов. У менее подготовленных пловцов отмечается более позднее включение мышц в работу и большая продолжительность фаз биоэлектрической активности. С утомлением эти различия становятся заметнее. Наблюдается волнообразное увеличение амплитуды колебаний биопотенциалов, а также перераспределение активности между отдельными мышцами при увеличении суммарного биоэлектрического эффекта плавательного цикла у более подготовленных спортсменов на финише дистанции.

В период утомления отмечается увеличение амплитуды биоэлектрической активности исследуемых мышц при постоянной продолжительности колебаний биопотенциалов, что, по-видимому, следует рассматривать как проявление компенсаторных изменений в деятельности нервно-мышечного аппарата пловцов.

6. Появление обусловленных утомлением отклонений в координационной структуре движений пловцов нельзя рассматривать как вредное и нежелательное явление. По-видимому следует принимать во внимание то, что с одной стороны, эти отклонения представляются действительно нежелательными, так как они понижают эффективность гребковых движений и нарушают их внутрицикловую структуру согласования. Однако, с другой стороны, эти изменения способствуют расходованию функционального потенциала организма пловцов, что является все же мощным стимулом восстановительных процессов, прежде всего, связанных с поиском наиболее оптимальных форм сочетания движений и такой экономизации их координационной структуры, при которой в наибольшей степени проявляется соответствие временных, пространственных и силовых параметров гребкового движения уровню спортивной подготовленности пловцов.

7. Используемый комплекс биомеханических и электрофизиологических методов значительно упрощает и улучшает качество исследований при изучении техники плавания, способствует получению весьма важной информации, необходимой как для определения и изучения закономерности изменения техники движений пловцов на дистанции, так и для эффективного управления учебно-тренировочным процессом.

С П И С О К

опубликованных работ по теме диссертации

1. Комплексная методика для изучения техники плавания. — «Теория и практика физической культуры», 1974, № 10, с. 63—68.
2. Изменение техники движений пловцов-кролистов на дистанции 100 метров. — «Плавание» (тематический сборник), Киев, 1974, с. 91—97.
3. Координация движений пловцов при утомлении. — «Материалы I Всесоюзной научной конференции по биомеханике спорта», М., 1974, с. 98—99.
4. Биоэлектрическая активность мышц у пловцов-кролистов в период утомления. — «Материалы I Всесоюзной научной конференции по биомеханике спорта», М., 1974, с. 99—100.
5. Исследование биоэлектрической активности мышц при утомлении в плавании. — «Вопросы теории и практики физической культуры и спорта» (материалы III республиканской конференции), ч. 2, Минск, 1974, с. 4—7.
6. Изменение координации движений пловцов при утомлении на дистанции 100 метров. — «Вопросы теории и практики физической культуры и спорта» (материалы III республиканской конференции), ч. 2, Минск, 1974, с. 7—9.
7. Тензометрический датчик для регистрации углов сгибания конечностей пловца при плавании. — «Плавание» (сборник статей), вып. 1, М., «Физкультура и спорт», 1975, с. 45.

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

1. Итоговая научная конференция Киевского государственного института физической культуры за 1972 год.
2. Итоговая научная конференция Киевского государственного института физической культуры за 1973 год.
3. Итоговая научная конференция Львовского государственного института физической культуры за 1974 год.
4. I Всесоюзная научная конференция по биомеханике спорта, 1974 г.