

~~УА5.1~~ У517.175

М 215

КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

КЛАУС-ДИТЕР МАЛЬЦАН

**ИССЛЕДОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ ДВИЖЕНИЙ
ПРИ ПЛАВАНИИ КРОЛЕМ НА ГРУДИ**

(130004 — теория и методика
физического воспитания
спортивной тренировки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Киев—1973

АКАДЕМІЯ НАУК
УРСР

Работа выполнена на кафедре плавания /зав.кафедрой
доцент Кудряшов А.И./ Киевского государственного института
физической культуры /ректор - доктор педагогических наук,
профессор Парфенов В.А./

Диссертация изложена на 141 странице машинописного
текста, состоит из введения, четырех глав и выводов.
Иллюстрирована 16 таблицами и 19 рисунками. В списке исполь-
зованной литературы приведено 188 источников, в том числе
80 работ иностранных авторов.

Научные руководители:
профессор, кандидат педагогических наук Вржесневский И.Б.,
кандидат биологических наук, доцент Черняев Э.Г.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ

Доктор медицинских наук, профессор Радзиевский А.Р.
Кандидат педагогических наук, доцент Оноприсенко Б.И.

Ведущее высшее учебное заведение - Латвийский государственный
институт физической культуры.

Автореферат разослан " 1973 года

Защита диссертации состоится " " октября 1973 года
на заседании совета Киевского государственного института
физической культуры по адресу: Киев, ул.Физкультурная, д.1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке КГИФК.

Ученый секретарь совета, профессор Гудзь П.З.

ИССЛЕДОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ПЛАВАНИИ КРОЛЕМ НА ГРУДИ

Одним из основных факторов, определяющих уровень достижений в любом виде спорта, является спортивная техника. История плавания подтверждает это многочисленными примерами разных "скачков" уровня результатов пловцов, вызванных кардинальными изысканиями в технике плавания /использование способа кроль в соревновании вольным стилем и в плавании на спине, появление способов баттерфляй и дельфин, совершенствование техники старта и поворотов и т.п./. В периоды между такими кардинальными изменениями, после определения общей структуры движений нового способа плавания, продолжается работа по совершенствованию этого способа: уточнение координации движений, определение наиболее эффективных вариантов выполнения тех или иных деталей движений и т.п.

Проблеме совершенствования техники плавания кролем на груди посвящено большое количество работ как в СССР, так и за рубежом. В технику плавания этим способом внесен ряд целесообразных изменений и уточнений, значительно повысивших ее эффективность. Однако можно предположить, что не все возможности совершенствования техники кроля уже использованы и что дальнейшие исследования в этой области дадут положительные результаты.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

/ по данным литературных источников и наблюдений за пловцами/

Анализ литературы и данных наблюдения техники плавания ряда лучших пловцов СССР, ГДР и США дают основания прийти к заключению, что в теории и практике спортивного плавания по ряду вопросов техники плавания кролем имеются разногласия. В частности,

можно обнаружить отсутствие единого мнения в оценке сравнительной эффективности различных вариантов кроля, отличающихся друг от друга разным соотношением количества движений руками и ногами; в описании техники движения руками над водой; в определении оптимальной траектории перемещения кисти во время гребка и т.п. Рассмотрим некоторые из этих вопросов подробнее.

Положение тела пловца

В прошлом многие специалисты рекомендовали придавать телу положение "лука" /тело выпрямлено с незначительным прогибом в пояснице/. Предполагалось, что дополнительная подъемная сила, возникающая при таком положении тела, изменит "посадку" пловца и приведет к снижению гидродинамического сопротивления.

В настоящее время большинство авторов не разделяет этой точки зрения, но нельзя сказать, что доводы в пользу "лука" полностью опровергнуты. Кроме того, следует отметить, что в литературе, с которой мы имели возможность ознакомиться, нет конкретных данных о величине гидродинамического сопротивления при асимметричном расположении рук пловца, т.е. при положении более характерном для плавания кролем, чем положение с вытянутыми вперед руками.

Некоторые детали движений руками

В технике выполнения движений руками лучших пловцов СССР и мира в ряде важных деталей этих движений наблюдаются существенные различия. Эти различия заметны при анализе траектории движения кисти в горизонтальной плоскости /при наблюдении сверху/, при сопоставлении формы движений руками над водой и при сравнении относительной длины различных фаз движений рук под водой. В литературе по этим деталям техники плавания кролем до сих пор нет единого мнения.

Повышение темпа и изменение пространственного и временного соотношения различных фаз без движения рукой под водой

Стремление увеличить скорость продвижения пловца привело к сокращению ярко выраженной фазы "наплыва" и к частичному слиянию этой фазы с началом опорной части гребка. Однако, единого мнения о пути дальнейшего повышения темпа /с сохранением оптимальной длины шага/ до настоящего времени нет. Часть тренеров стремится повысить темп за счет дальнейшего сокращения фазы наплыва и опорной части гребка. Другие /в частности, некоторые японские специалисты/ пробовали несколько сократить конечную часть гребка, завершающую фазу отталкивания. Наблюдалась и попытки использовать оба способа увеличения темпа.

Несмотря на то, что уже накоплен некоторый опыт использования этих трех способов увеличения темпа, достаточной ясности в этом вопросе нет.

Движения ногами

Еще несколько лет тому назад казалось, что все проблемы техники движений ногами, в основном, решены. Однако практика последних лет - повышение скорости плавания и темпа движений, вновь подняла вопросы об оптимальной амплитуде движений ногами, о форме, направлении и ритме этих движений. Хотя в этом направлении уже выполнена значительная работа /Бутович Л.А., 1962; Гордов С.М., 1968; Ильин С.В., 1960, 1964; Кзунсильман Д., 1972; Еноплев В., Правдин А., 1967; Counsilmen J.E., 1961; Lawrence L., 1969; Kinnear A.D., 1962) , однако ощущается необходимость дальнейших исследований.

Координация движений руками и ногами

Увеличение средней скорости плавания, особенно на средних и длинных дистанциях, и необходимость поддерживать высокий темп движений в течение относительно длительного времени вызвали потребность в детальном изучении значения работы ногами, с точки зрения создания силы тяги, продвигающей пловца вперед. Многие специалисты пришли к выводу, что интенсивная работа ногами приводит к нерациональному расходованию энергетических ресурсов организма спортсмена. В практике спортивного плавания все чаще начали применяться различные варианты четырех- и двухударного кроля /Ваньков А., 1963; Вржесневский И.В., 1969; Гордон С.М., 1968; Кеунсильмен Д., 1972; Коноплев В., Правдин А., 1967; Логунова О.И., Ваньков А.А., Имяевская Т.К., 1971; Adrian M.J. а.о., 1966; Lawrence L., 1969; Swegan D.B., Thompson H.L., 1970; Tallman J.H., 1965; Watson D., 1969, и другие/. Однако, в литературе нет точных данных с недостатках и преимуществах различных вариантов координации движений при плавании кролем. Выбор того или иного варианта координации, по мнению многих тренеров и авторов, зависит, прежде всего, от половых и индивидуальных особенностей пловцов /Булгакова Н.Т., 1963; Гордон С.М., 1968; Китаев В.Ф., Гильд А.Н., 1958; Фарафонов М.С., 1968; Devitt J., 1963; Lewin G., 1965; и др./. При этом, в большинстве случаев, большое значение придается уровню развития функциональных возможностей и строению верхних конечностей пловца. Некоторые тренеры рекомендуют применение четырех- и двухударной координации движений спортсменам, у которых недостаточна подвижность в плечевых суставах, либо таким пловцам, которые обладают большой силой верхних конечностей. Вопрос с тем, можно ли четырех- и двухударный способы плавания кролем рекомендовать всем пловцам

на определенные дистанции и могут ли эти способы считаться основными для этих дистанций, в литературе не освещены.

Полагая, что решение указанных выше вопросов может способствовать росту спортивных результатов пловцов, мы поставили перед собой следующие задачи:

1. Уточнить зависимость величины гидродинамического сопротивления от положения тела, в частности, при позе в асимметричном расположении рук.

2. Исследовать влияние движения рукой над водой на гидродинамическое сопротивление тела пловца.

3. Изучить сравнительную эффективность различных вариантов гребковых движений руками: а/ при различной траектории движения кисти в горизонтальной плоскости; б/ при пространственных и временных изменениях различных фаз движения руки под водой.

4. Изучить эффективность различных вариантов движений ногами.

5. Определить относительную эффективность различных вариантов количественного сочетания движений руками и ногами.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью получения данных для решения перечисленных выше задач производились: а/ изучение опыта практической работы и изучение техники плавания ряда сильнейших пловцов СССР, ГДР и США; б/ экспериментальные исследования.

Изучение опыта практической работы проводилось путем собеседований с тренерами и заполнения анкет, а также и путем наблюдения техники плавания различных пловцов.

Исследование техники сильнейших пловцов ГДР, СССР и США проводилось путем визуального наблюдения по заранее разработанной

программе, дополненного в ряде случаев подводной киносъемкой, во время международных соревнований и учебно-тренировочных сборов сборной команды ГДР, с 21.IV.1968 года по 2.IX.1971 года /в Ростове, Галле и Лейпциге/.

Объекты наблюдения - 47 пловцов, из которых 36 имели результаты на уровне мастера спорта международного класса Единой всесоюзной спортивной классификации и 11 - на уровне мастера спорта СССР.

Экспериментальные исследования были организованы на базе зимнего бассейна РДФК в г.Киеве с 7.II.1970 г. по 10.II.1972 года. В этих исследованиях в качестве испытуемых приняли участие 129 пловцов-кролистов, в том числе: мастеров спорта - 36, кандидатов в мастера спорта - 30, спортсменов первого разряда - 56 и 7 пловцов второго разряда /близких к выполнению норм I-го разряда/.

В связи с тем, что в процессе одного эксперимента нельзя было получить достоверные данные по всем интересовавшим нас вопросам, возникла необходимость провести семь относительно самостоятельных педагогических экспериментов. Эти эксперименты по их направленности можно разделить на четыре группы:

а/ исследования, направленные на определение зависимости гидродинамического сопротивления от положения тела пловца;

б/ исследования, направленные на выяснение оптимальной траектории движений руками и ногами в соответствии с изложенными выше задачами;

в/ исследования, направленные на определение сравнительной эффективности работы руками и работы ногами;

г/ исследования, направленные на определение относительной эффективности различных вариантов сочетания движений руками и ногами.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В процессе исследований использовались следующие основные методы получения данных для последующего теоретического анализа:

1. Изучение и анализ данных литературных источников.
2. Изучение опыта практической работы и изучение техники плавания кролем путем очного и заочного опроса тренеров и педагогических наблюдений по заранее подготовленной программе на крупнейших соревнованиях по плаванию в ГДР, дополненных подводной киносъемкой.

3. Экспериментальные исследования с использованием следующих методик: педагогическое наблюдение, динамография, оксиспирография, суммарная и усеченная пульсометрия, хронометрирование упражнений - тестов, дополненное регистрацией количества циклов движений, визуальной оценкой действий пловца и, в отдельных случаях, киносъемкой.

В качестве тестов использовались упражнения в плавании на дистанции 25, 50 и 200 метров с заданной /в том числе и с максимальной/ скоростью. Все испытуемые каждое упражнение выполняли неоднократно, используя разные /исследуемые/ варианты техники плавания.

Сравнительная эффективность различных вариантов определялась на основании сопоставления данных, полученных при помощи динамографии, выполнения испытуемыми разных контрольных проб и определения сравнительной рентабельности работы по формулам, включающим в себя данные оксиспирографии /или пульсометрии/ и скорости продвижения пловца.

Ниже приводится более подробное описание использованной нами методики динамографии и оксиспирографии.

Динамография

Измерение возникающей при гребках силы тяги и сопротивления воды во время продвижения пловца выполнялось с помощью динамографического устройства, дающего возможность измерить сопротивление воды при протягивании в ней спортсмена с различной скоростью /133, 166 и 200 см./сек./, причем спортсмен или принимал статическое положение или, увлекаемый тросом, выполнял плавательные движения /одними ногами, одними руками или с полной координацией движений/. При помощи этого динамографа измерялась и сила тяги на месте /пловец выполнял плавательные движения, но трос удерживал его на месте/ и при продвижении пловца: трос позволял спортсмену развивать только заданную скорость /70 и 100 см/сек./.

Пловец работал изо всех сил и мог бы плыть значительно быстрее, а динамограф показывал силу тяги, образовавшуюся сверх той, которая необходима для развития заданной скорости.

Динамографические измерения синхронизировались с кино съемкой и сопровождалась визуальным наблюдением.

Оксиспирография

Измерения расхода энергии проводились прибором "Оксиспирограф с баком /МЕТА 1-255, МРТУ 42-2660-66/". Испытуемый надевал герметическую маску, в которую подавался чистый медицинский кислород. Определение потребления кислорода испытуемым производилось по наклону спирограммы путем измерения высоты наклона между точками, принятыми для замера. Найденный объем поглощенного кислорода приводился к нормальным условиям /0°C, 760 мм рт.ст./ по формуле и таблицам, описанным в книге Г.П.Зилова /1957/.

Поглощение спортсменом кислорода регистрировалось в состоянии относительного покоя и после выполнения заданной работы на

протяжении 5 минут. Путем исключения из общей суммы поглощенного кислорода количества O_2 , затраченного организмом спортсмена в "покое" /за адекватное время/, определялось количество кислорода, необходимое для выполнения работы и ликвидации вызванных работой сдвигов.

Общий объем работы, выполненный во время исследований

В процессе исследований была выполнена следующая работа: опрос 29 тренеров ГДР и СССР; наблюдения за пловцами по специальной программе - 744; регистрация пространственных и временных параметров техники кроля путем подводной киносъемки - 380; регистрация времени и других показателей упражнений-тестов - 489; измерение частоты сердечных сокращений и длительности ее возвращения к исходной норме после выполнения испытуемым заданного упражнения - 786; регистрация количества затраченного кислорода после выполнения заданного упражнения - 96; измерение величины тяговых усилий - 792; измерение величины гидродинамического сопротивления - 110; регистрация количества циклов движений при выполнении упражнений - 411.

Данные исследований обрабатывались с вычислением средних арифметических величин, средних квадратических отклонений, статистических ошибок средних арифметических величин, достоверности разности сравниваемых величин, коэффициентов корреляции и вариации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования, направленные на определение зависимости величины гидродинамического сопротивления от положения тела пловца

Протягивание испытуемых производилось у поверхности воды. В эксперименте приняло участие 25 пловцов.

Величина гидродинамического сопротивления определялась при следующих положениях тела:

а/ тело выпрямлено без прогиба в пояснице, руки вытянуты вперед; б/ тело выпрямлено с незначительным прогибом в пояснице, руки вытянуты вперед; в/ тело выпрямлено без прогиба в пояснице, руки расположены вдоль туловища; г/ тело выпрямлено без прогиба в пояснице, одна рука вытянута вперед, другая - вдоль туловища; д/ то же, с колебаниями тела вокруг его продольной оси; е/ тело выпрямлено без прогиба в пояснице, руки и ноги поддерживаются поплавками.

При протягивании спортсменов во всех скоростных режимах наиболее обтекаемым оказалось выпрямленное положение тела /руки вытянуты вперед/ без прогиба в области поясницы. Все остальные положения вызвали увеличение гидродинамического сопротивления. На основании экспериментальных исследований установлено, что даже незначительное прогибание тела в области поясницы вызывает увеличение сопротивления воды на 15,6 - 17,8% по сравнению с наиболее обтекаемым положением.

Техника плавания кролем характеризуется ассиметричными перемещениями рук, и в каждом цикле движений дважды встречающимся положением, когда одна рука располагается впереди /в фазе наплыва/, а другая - оканчивает гребок. Величина гидродинамического сопротивления при протягивании пловца, удерживающего одну руку вытянутой вперед, а другую расположенной вдоль туловища, превышает сопротивление, возникающее при протягивании пловца, вытянувшего обе руки вперед, в среднем на 11,5 - 13,5 %.

Следует отметить большую вариабельность показателей, полученных при протягивании пловца, удерживающего позу с ассиметричным

расположением рук. При сравнении величин сопротивления, зафиксированных у одного и того же пловца при различных позах, обнаруживается, что у некоторых из них при протягивании в асимметричном положении эта величина была промежуточной между величиной сопротивления при протягивании с руками, вытянутыми вперед, и сопротивлением при протягивании с руками, вытянутыми вдоль туловища, что соответствует теоретическим предположениям. Однако, у некоторых пловцов сопротивление при буксировке в этом положении оказалось почти равным сопротивлению, которое возникало при расположении рук вдоль туловища, а у отдельных спортсменов оно было даже еще большим!

Объяснить это явление только индивидуальными особенностями пловцов нельзя. Данные педагогических наблюдений и кино съемки показали, что некоторые пловцы не умеют придавать телу обтекаемую форму при скольжении с асимметричным положением рук, у них наблюдаются искривления туловища вправо и влево, незначительный прогиб в пояснице и т.п.

Во время плавания кролем в результате движений конечностями и поворотов головы для дыхания возникают колебания тела пловца вокруг его продольной оси. Эти колебания вызывают заметное увеличение гидродинамического сопротивления. При протягивании пловца в позе с асимметричным расположением рук колебания вокруг продольной оси тела /с отклонением плечевого пояса на $30-50^{\circ}$ от горизонтальной плоскости/ вызвали увеличение сопротивления на $7,5 - 9,2\%$, в зависимости от величины колебаний и индивидуальных особенностей пловцов. Определить точную зависимость между размахом колебаний и величиной сопротивления нам не удалось из-за отсутствия аппаратуры, необходимой для определения углов поворотов при всех движениях пловцов, однако визуальные наблюдения дают основание считать, что

с увеличением амплитуды колебаний возрастает и сопротивление воды.

При исследовании величины гидродинамического сопротивления в тех случаях, когда руки и ноги в области бедер поддерживаются поплавками, выяснилось, что несмотря на дополнительную лобовую поверхность поплавков, гидродинамическое сопротивление при скорости протягивания до 1,66 м/сек. на 1,9 - 2,4 % меньше, чем в тех случаях, когда поддерживающие средства не применялись. Однако при увеличении скорости протягивания до 2,00 м/сек., использование поплавков приводило к повышению сопротивления на 3,7 %. Это, вероятно, объясняется тем, что дополнительная подъемная сила поплавков выравнивает положение тела и уменьшает глубину его погружения. При относительно небольшой скорости продвижения сопротивление снижается за счет изменения положения тела настолько, что компенсирует дополнительное сопротивление, вызываемое поплавками. При сравнительно высокой скорости протягивания, благодаря усилению давления встречного потока воды на скосенные поверхности тела, увеличивается дополнительная сила и снижается значение поплавков с точки зрения поддержания тела у поверхности воды, а гидродинамическое сопротивление на выступающие части поплавков увеличивается. Данные этого исследования подчеркивают значение дополнительной подъемной силы, которую пловец создает за счет работы руками и, особенно, ногами.

Исследования, направленные на выяснение оптимальной траектории движений руками и ногами

С целью определения оптимальных вариантов выполнения некоторых структурных элементов техники плавания мы измеряли при разной скорости протягивания величину гидродинамического сопротивления и величину силы тяги. Исследования были дополнены результатами подводной кино съемки, которые мы проводили на 19 сильнейших пловцах

ГДР, СССР и США. Эксперименты по динамографии проводились на пловцах-перворазрядниках, к.м/с и м/с, всего в них приняло участие 44 человека.

Величина гидродинамического сопротивления измерялась:

а/ при работе одними руками с различной формой их проноса над водой: пронос с средним^{1/}, низким и высоким подниманием локтя /ноги поддерживались поплавками, трос динамографа крепился к шапочке пловца/;

б/ при работе одними ногами с различной амплитудой движений: привычная^{2/}, уменьшенная, увеличенная и аритмичная^{3/} /руки поддерживались плавательной досточкой/.

Величина силы тяги измерялась:

а/ при работе одними руками с различной траекторией движений кисти: кисть выводится под продольную ось тела в начале гребка и основная часть гребка выполняется примерно в проекции продольной оси тела /"прямолинейный" гребок/; кисть выводится под продольную ось тела в конце первой трети гребка /"серпообразный" гребок/; кисть выводится под продольную ось тела в самом начале гребка, затем, во время выполнения средней части гребка, несколько раз смещается кнаружи и -вновь во внутрь под продольную ось тела /"зигзагообразный" гребок/;

- 1/ В большинстве случаев пронос руки с средним подниманием локтя и средним удалением кисти от горизонтальной оси тела соответствовал привычному проносу для данного пловца /угол сгибания в локтевом суставе в пределах до 90-110°/.
- 2/ В большинстве случаев привычная амплитуда движений ногами соответствовала работе со средней амплитудой движений.
- 3/ Активные движения ногами чередуются с их расслаблением /с удержанием в выпрямленном положении/.

б/ при плавании с полной координацией движений с удлиненной и укороченной фазой наплыва, с удлиненной и укороченной фазой отталкивания;

в/ при работе одними ногами с различной амплитудой движений: привычная, уменьшенная и увеличенная.

Движение рукой над водой

Результаты экспериментальных исследований показали, что при протягивании пловцов со скоростью 1,33 и 1,66 м/сек. наименьшее нарушение обтекаемости тела вызывает применение формы проноса руки, привычной для каждого испытуемого.

Наибольшее гидродинамическое сопротивление вызывало применение проноса с низким подниманием локтя, сопротивление увеличилось на 18,2 %. Показатели проноса с высоким подниманием локтя занимали промежуточное положение /увеличение сопротивления по отношению к привычному варианту на 9,3 %/. Однако при скорости протягивания 2,00 м/сек. пронос с высоким подниманием локтя оказывался наиболее рациональным, сопротивление было на 2,7 % ниже, чем при привычной форме проноса, и на 13,2 % ниже сопротивления при проносе с низким подниманием локтя /"через сторону"/.

Следует отметить, что для большинства испытуемых высокий пронос был непривычным. Эффективность непривычного движения всегда несколько ниже привычного. Поэтому не исключается возможность того, что для многих пловцов высокий пронос окажется выгодным и при скорости ниже 1,60 м/сек.

Вариант проноса руки с высоким подниманием локтя /при достаточной подвижности плечевых суставов/, вызывает относительно небольшие колебания тела вокруг его сагиттальной оси /в связи с относительно незначительным удалением кисти от туловища/ и меньше

нарушает режим обтекания тела пловца. Пронос руки "через сторону" усиливает колебания тела вокруг сагиттальной оси тела, что значительно повышает гидродинамическое сопротивление. Кроме того, такая форма выполнения подготовительного движения связана, по нашим наблюдениям, с компенсационным смещением в сторону руки, выполняющей рабочее движение /гребок/, что снижает эффективность гребковых усилий.

Результаты наших исследований о наличии компенсационных движений ногами в стороны /"боковых ударов"/ для нейтрализации моментов вращения вокруг сагиттальной оси тела, вследствие применения проноса рук "через стороны", подтвердили данные Дж.Каунсилмена /1972/. Однако эти удары не могут полностью компенсировать вращение тела и сохранить наиболее обтекаемое положение.

Следует, однако, отметить, что применение проноса рук с высоким подниманием локтей не может быть рекомендовано пловцам с ограниченной подвижностью в плечевых суставах. У таких пловцов "высокий пронос" вызывает чрезмерное повышение амплитуды колебаний тела вокруг его продольной оси. Поэтому спортсмены, с ограниченной подвижностью в плечевых суставах, вынуждены применять менее благоприятные формы проноса рук, компенсируя возникающие моменты вращения отклонением в противоположную сторону рабочего движения другой руки и наличием "боковых ударов" ногами /отведением ноги при проносе над водой разноименной руки/.

Траектория кисти в горизонтальной плоскости под водой

Как указывалось выше, при исследовании деталей техники движения руками под водой основное внимание было обращено на определение оптимальной траектории движения кисти в горизонтальной плоскости и на изучение возможности увеличения темпа за счет

пространственного изменения некоторых фаз движения под водой.

Испытывались три варианта: 1/ в конце наплыва пловец перемещал кисть к середине так, чтобы уже в начале основной части гребка вертикальная проекция продольной оси тела пересекала, примерно, центр или основание ладони и в дальнейшем выполнял гребок без существенных смещений кисти в стороны /"прямолинейный" гребок/; 2/ кисть выводилась под продольную ось тела только в конце первой трети гребка /"серпообразный" гребок/; 3/ гребок начинался примерно так же, как при "прямолинейном" варианте, но в середине гребка рука несколько смещалась в сторону, а затем кисть снова возвращалась под продольную ось тела /"зигзагообразный" гребок/.

В таблице I приведены показатели силы тяги и темпа движений, полученные при отпуске пловца тросом динамографа с различной скоростью. Как в этой, так и в других таблицах в графах значений показателей приводится среднее арифметическое \pm статистическая ошибка, а под ними величина среднего квадратического отклонения.

Данные эксперимента дают основание прийти к заключению, что оптимальным следует признать "прямолинейный" вариант. Следует отметить, что при максимальном темпе работы кисть несколько запаздывает с пересечением проекции продольной оси тела /"скошенное" начало гребка/.

Сила тяги, возникающая при "прямолинейном" гребке, превосходит силу тяги, полученную при других вариантах движений, как при удерживании пловца на месте, так и при плавании во всех экспериментальных скоростных режимах. Величина силы тяги характеризуется при этом нарастанием показателей от начала до середины гребка, и кисть движется в воде с постоянно нарастающей скоростью.

При смещении кисти из стороны в сторону происходит удлинение ее пути и снижение показателей силы тяги, возникает несогласие пиков тягового усилия в соответствии с боковыми перемещениями руки. Зигзагообразные движения кисти и неравномерность тягового усилия гребка является причиной неравномерного продвижения пловца и обуславливает ухудшение режима обтекания его тела.

Исследование техники плавания кролистов сборных команд ГДР и США при помощи подводной кино съемки подтвердило наши экспериментальные данные: между средней скоростью перемещения кисти в горизонтальном направлении и скоростью плавания существует прямопропорциональная зависимость /коэффициент корреляции $=0,851$, достоверность выше 99,9%/.

Повышение темпа и изменение пространственно-временного соотношения различных фаз движения рукой под водой

Скорость продвижения пловца зависит от правильного соотношения темпа его движений и длины шага гребка. Повышение темпа, как правило, приводит к некоторому снижению длины шага, а стремление увеличить шаг - к снижению темпа. Однако, величина показателей этой обратной зависимости во многом определяется тем, за счет сокращения каких фаз движения руки под водой достигается увеличение темпа.

Приняв за норму привычную для данного пловца технику движений, мы измерили силу тяги и темп движений при максимальной интенсивности работы при следующих вариантах выполнения движений под водой: 1/ гребок с увеличенной фазой наплыва и опоры; 2/ гребок с укороченной фазой наплыва и опоры; 3/ гребок с удлиненной фазой отталкивания; 4/ гребок с укороченной фазой отталкивания.

Результаты эксперимента изложены в обобщенном виде в таблице I. На основании этих данных еще нельзя дать исчерпывающего заключения о том, какое пространственно-временное соотношение различных фаз движений руки под водой является оптимальным для подавляющего большинства пловцов, однако можно предположить, что поиски этого оптимального соотношения могут быть направлены, прежде всего, по линии некоторого сокращения фаз наплыва и опорной части гребка /без сокращения амплитуды движений плечевого сустава в передне-заднем направлениях/. В наших экспериментах при таком построении движений зафиксирована значительная сила тяги при достаточно высоком темпе. Хотя при сокращении фаз отталкивания возможно достижение еще большего темпа движений, но это приводит к снижению показателей силы тяги. /Величины силы тяги такого способа выполнения гребка в таблице I занимают во всех экспериментальных скоростных режимах предпоследнее место, превосходя лишь гребок с "увеличенной фазой наплыва"/.

Таблица 1. Избыточная сила тяги и темп движений при различных вариантах выполнения гребка руками

Варианты гребка руками	Сила тяги в кг и темп движений в цикл./мин. при скорости отпущения в м/сек.		Сила тяги : темп			
	0.00 м/сек.	0.70 м/сек.	0.70 м/сек.	1.00 м/сек.		
При работе одними руками:						
1. "Прямой" гребок	12, 74 \pm 0,128 0,600	50, 8 \pm 0,237 1,112	7, 75 \pm 0,071 0,332	53, 6 \pm 0,259 1,213	5, 19 \pm 0,052 0,242	54, 6 \pm 0,287 1,317
2. "Серповидный" гребок	12, 02 \pm 0,135 0,634	51, 3 \pm 0,233 1,093	7, 36 \pm 0,082 0,384	52, 3 \pm 0,235 1,102	4, 97 \pm 0,058 0,274	52, 8 \pm 0,259 1,214
3. "Зигзагообразный" гребок	11, 81 \pm 0,141 0,661	51, 8 \pm 0,258 1,212	7, 24 \pm 0,077 0,360	53, 7 \pm 0,279 1,309	4, 86 \pm 0,064 0,302	54, 9 \pm 0,238 1,116
При полной координации движений:						
1. Гребок с увеличенной фазой наплыва	14, 62 \pm 0,120 0,564	44, 1 \pm 0,299 1,404	8, 21 \pm 0,077 0,361	45, 8 \pm 0,295 1,384	5, 66 \pm 0,051 0,237	46, 5 \pm 0,301 1,411
2. Гребок с увеличенной фазой наплыва	15, 01 \pm 0,125 0,584	51, 8 \pm 0,235 1,101	8, 89 \pm 0,103 0,433	52, 7 \pm 0,242 1,134	6, 01 \pm 0,059 0,276	53, 6 \pm 0,253 1,187
3. Гребок с увеличенной фазой отталкивания	15, 14 \pm 0,128 0,601	45, 1 \pm 0,247 1,286	9, 02 \pm 0,090 0,423	45, 8 \pm 0,279 1,508	6, 16 \pm 0,065 0,303	47, 7 \pm 0,288 1,352
4. Гребок с увеличенной фазой отталкивания	14, 79 \pm 0,113 0,581	53, 1 \pm 0,226 1,061	8, 41 \pm 0,086 0,402	53, 4 \pm 0,253 1,074	5, 79 \pm 0,062 0,292	54, 2 \pm 0,228 1,067

Движения ногами

При всех скоростях протягивания испытуемых, работа ногами с уменьшенной амплитудой движений /максимальный угол при разведении ног $24-26^{\circ}$ / вызвала возникновение наименьшего гидродинамического сопротивления. Все остальные варианты вызвали сравнительно большее сопротивление воды /табл.2/. Характерно, что преимущество работы ногами с уменьшенной амплитудой движений /в абсолютных величинах/ увеличивалось по мере возрастания скорости продвижения испытуемых.

Наибольшее сопротивление воды, как и следовало ожидать, возникало при увеличении амплитуды движений и при аритмичных движениях ногами, причем последний вариант оказался даже более благоприятным.

Таблица 2

Величина гидродинамического сопротивления при работе очными ногами с различной амплитудой движений и разной скоростью протягивания

Варианты работы ногами	Сопротивление воды в кг при скорости протягивания в м/сек.		
	1,33 м/сек.	1,66 м/сек.	2,00 м/сек.
1. Амплитуда движений привычная	$5,38 \pm 0,100$ 0,508	$8,24 \pm 0,185$ 0,868	$11,27 \pm 0,295$ 1,385
2. Амплитуда движений уменьшенная	$5,15 \pm 0,105$ 0,492	$7,83 \pm 0,193$ 0,907	$10,71 \pm 0,318$ 1,492
3. Амплитуда движений усложненная	$6,33 \pm 0,162$ 0,761	$9,39 \pm 0,231$ 1,085	$12,56 \pm 0,351$ 1,645
4. Аритмичная работа	$6,29 \pm 0,090$ 0,420	$9,29 \pm 0,211$ 0,981	$12,42 \pm 0,321$ 1,505

Наибольшая сила тяги при удерживании пловца на месте зафиксирована при использовании испытуемыми работы с увеличенной амплитудой движений ногами /угол разведения ног - до 40°. При уменьшенной амплитуде движений сила тяги была наименьшей. Однако уже при отпускании пловца тросом динамографа со скоростью 0,70 м/сек. /табл.3/ величины избыточной силы тяги при всех исследуемых вариантах движений фактически сравнялась /при узком варианте сила тяги стала даже немного большей, чем при остальных вариантах движений/. Это дает основание утверждать, что при скорости, превышающей 1,00 м/сек. узкая работа будет наиболее продуктивной.

Таблица 3

Величина силы тяги при работе одними ногами с различной амплитудой движений и разной скоростью отпускания

№ пп	Варианты работы ногами	:Сила тяги в кг и темпударов в мин. при скорости отпускания в м/сек.			
		: 0,00 м/сек.		: 0,70 м/сек.	
		:Сила тяги	: темп	:Сила тяги:	темп
1.	Амплитуда движений привычная	6,43±0,152	261±3,46	2,63±0,074	273±3,40
		0,715	16,24	0,345	15,93
2.	Амплитуда движений уменьшенная	5,96±0,128	294±2,53	2,79±0,066	309±2,61
		0,62	11,87	0,310	12,24
3.	Амплитуда движений увеличенная	7,01±0,135	231±3,91	2,76±0,066	240±3,78
		0,635	18,32	0,308	17,31

Исследования, направленные на определение
сравнительной эффективности работы руками
и работы ногами

Если сравнивать величины силы тяги при оптимальном выполнении движений руками и движений ногами, то обнаружится, что величина силы тяги работы руками на месте примерно в 2,14 раза выше тяговых усилий при работе одними ногами. При увеличении скорости отпускания до 0,70 м/сек. при работе одними руками достигается сила тяги, которая в 2,78 раза превышает силу тяги работы ногами при той же скорости отпускания.

Если исходить из того факта, что уже при скорости протягивания 1,33 м/сек. при наличии интенсивной работы ногами была получена определенная величина гидродинамического сопротивления, то можно прийти к заключению, что за счет работы ногами при этой скорости не может быть преодолено сопротивление воды и не может быть достигнуто дополнительное продвижение. Иначе говоря, работая одними ногами, пловец не в состоянии плыть быстрее, чем скорость протягивания. Даже если предположить, что при чередующихся циклических движениях величина силы тяги постоянно изменяется и в определенное мгновение эта сила может несколько превзойти сопротивление воды продвижению тела, все равно приходится признать, что работа ногами при скорости протягивания 1,33 м/сек. уже не может иметь большого значения с точки зрения продвижения пловца вперед. В то же время пространственная форма и темп работы ногами существенно влияют на величину сопротивления. Конечно, граница полезного действия движений ногами изменяется в зависимости от квалификации пловцов, но можно предположить, что при скорости плавания, превышающей 1,5 м/сек., значение работы ногами в создании силы, продвигающей пловца вперед, становится ничтожным, и что работа руками,

с этой точки зрения, имеет первостепенное значение. Чтобы проверить это предположение, мы провели ряд экспериментов, направленных на выяснение относительной скорости и рентабельности работы при плавании с работой одними руками и одними ногами и при плавании с полной координацией движений на дистанцию 25 метров. В экспериментах приняло участие 32 пловца-перворазрядника, кандидата в мастера спорта и мастера спорта.

В наших исследованиях спортсмены при плавании с работой одними руками развивали 92,17% скорости плавания с полной координацией движений, а при плавании с работой одними ногами только 67,14%. Последнее подчеркивает тот факт, что работа ногами сама по себе не может играть роль продвигающего элемента при плавании с полной координацией движений. В экспериментах с работой одними ногами достигалась скорость плавания в пределах 1,22 м/сек. По сравнению со скоростью продвижения, достигаемой в результате работы одними руками, это составляет только 2,85%. Так как средняя скорость плавания с полной координацией движений составляла 1,82 м/сек., становится ясным - при этой скорости работа ногами не может создавать силу тяги, продвигающую пловца вперед. Однако, при плавании с работой одними руками пловцы не могли достичь той скорости, которую они развивали при плавании с полной координацией движений. Можно предположить, что это объясняется тем, что работа ногами создает дополнительную подъемную силу и обеспечивает более рациональное использование усилий, развиваемых при работе руками. Это подтверждается тем, что при протягивании пловцов, поддерживаемых поплавками /несмотря на дополнительное сопротивление поплавков/, гидродинамическое сопротивление было ниже, чем при протягивании их без поплавков.

Анализируя различные варианты плавания кролем, следует учитывать степень рациональности прилагаемых усилий. Мы определили величину коэффициента относительной рентабельности плавания^{х/} с полной координацией движений, с работой одними руками и с работой одними ногами. Обнаружилось, что самый высокий коэффициент достигается при плавании с помощью движений одними руками. Коэффициент плавания с полной координацией движений уступает ему на 33,0%, а коэффициент плавания с работой одними ногами - на 74,1%. Несомненно, величина коэффициента относительной рентабельности работы зависит от совершенства техники и степени ее усвоения. В связи с тем, что в наших исследованиях мы имсли дело с испытуемыми примерно одинаковой подготовленности, это позволило нам произвести определение средних величин коэффициента. Приведенные выше данные подчеркивают значение работы руками для создания продвигающих сил: при наименьшей затрате энергии достигается более высокий результат. Оценивая в этом аспекте работу ногами, не трудно заметить, что при наибольшей затрате энергии достигается наименьший результат. Иначе говоря, при работе одними руками достигается эффект, который примерно в 3,86 раза выше эффекта работы одними ногами. Что касается коэффициента рентабельности при плавании с полной координацией движений, то его величина является промежуточной между коэффициентами рентабельности работы руками и ногами и может колебаться в зависимости от интенсивности работы теми или другими конечностями.

При уменьшении скорости плавания наблюдается очень резкое возрастание величин коэффициента относительной рентабельности работы. Это происходит, прежде всего, из-за двух причин:

а/ снижение скорости плавания приводит к уменьшению величин гидродинамического сопротивления в степени 1,75 - 1,80:
Уменьшение относительной величины коэффициента рентабельности даны в приложениях на стр. 100.

б/ при снижении интенсивности работы значительно снижаются затраты энергии на преодоление внутренних сопротивлений, возникающих вследствие вязкости мышц, трения в суставах и т.д.

Так как главной задачей работы руками при плавании с полной координацией движений является создание продвигающих сил, уменьшение интенсивности работы руками не может оказать благоприятный эффект на поддержание определенной скорости плавания. В то же время, уменьшение интенсивности работы ногами может увеличивать рентабельность плавания с полной координацией движений. При снижении скорости плавания с работой одними ногами примерно на 20% по сравнению с максимальной, коэффициент относительной рентабельности повышается примерно в 2,5 раза. Естественно, что аналогичное снижение интенсивности работы ногами при плавании с полной координацией движений без снижения интенсивности работы руками повысит рентабельность работы, почти не отразившись на скорости продвижения.

Резюмируя результаты наших исследований, можно сделать следующие выводы: работа руками при плавании кролем имеет для создания продвигающих сил первостепенное значение, в то время как работа ногами может создавать силу тяги только в относительно малых диапазонах скорости. При более высокой скорости плавания /начиная приблизительно от 1,3 - 1,5 м/сек/ работа ногами обеспечивает стабилизацию общей системы движений: создание наиболее обтекаемого положения тела, снижение до минимума вращений тела вокруг его продольной, сагиттальной и поперечной осей и выравнивание внутрицикловых колебаний скорости плавания.

Исследования, направленные на определение относительной эффективности различных вариантов сочетания движений руками и ногами

С целью определения относительной эффективности шестиударного, четырехударного и двухударного вариантов сочетания движений были измерены при плавании этими тремя разновидностями кроля: гидродинамическое сопротивление при разных скоростях протягивания пловца; величина силы тяги при разных скоростях отпущения испытуемого; максимальная скорость плавания на дистанции 25 м; относительная величина затраты энергии и рентабельность работы. Всего в экспериментах приняло участие 72 пловца-кролиста различной квалификации — от перворазрядника до мастера спорта.

Данные этих исследований изложены в таблице 4.

По данным гидродинамического сопротивления при скорости протягивания от 1,33 — 1,66 м/сек. самым рациональным оказался шестиударный кроль, затем четырех- и двухударный варианты. Однако, при скорости протягивания 2,00 м/сек. наилучшие показатели получены при четырехударном кроле /см.табл.4/. Из этого можно сделать ряд выводов. Так как при скорости протягивания 1,33 м/сек. при шестиударном кроле сопротивление не фиксировалось даже в моменты наибольшего падения силы тяги, можно считать, что внутрицикловые колебания скорости плавания уменьшились и минимальная скорость не опускалась ниже 1,33 м/сек. / в отличие от плавания с работой одними руками, где при этой скорости наблюдались определенные величины сопротивления/. Выравнивание внутрицикловых колебаний скорости в данном случае достигается благодаря работе ногами. С снижением количества ударов ногами на один цикл движений руками картина бодико приближается к показателям плавания с работой одними руками.

Таблица 4

Сравнительная эффективность различных вариантов количественного сочетания движений руками и ногами

Показатели	Шестиударный кроль	Четырехударный кроль	Двухударный кроль
1. Величина гидродинамического сопротивления в кг при скорости плавания: 1,33 м/сек.	-	0,29±0,061	0,40±0,066
- 1,66 м/сек.	4,17±0,137	0,214	0,309
- 2,00 м/сек.	0,642	4,43±0,152	4,92±0,153
	9,20±0,201	0,712	0,719
	0,943	8,89±0,210	9,61±0,222
		0,988	1,019
2. Величина сила тяги в кг при скорости отталкивания:	15,52±0,120	15,0±0,127	14,41±0,122
- 0,00 м/сек.	0,562	0,594	0,573
- 0,70 м/сек.	9,3±0,086	8,8±0,081	8,40±0,088
- 1,00 м/сек.	0,401	0,394	0,412
	6,41±0,061	5,9±0,064	5,51±0,063
	0,236	0,301	0,294
3. Скорость продвижения на дистанции 25 м при плавании с максимальной скоростью / в м/сек./	1,91±0,024	1,87±0,023	1,83±0,020
	0,084	0,081	0,071
4. Коэффициенты относительной рентабельности работы при плавании 25-метровой дистанции с максимальной скоростью:	10,13	11,30	12,40
- на основе данных по усеченной пульсометрии	1,52	1,87	2,04
- на основе данных по оксигнограмме			
5. Коэффициент относительной рентабельности при проплывании различных дистанций с заданной скоростью / примерно 90% от максимальной возможной / - 2,00 м	2,01	2,55	2,81
	2,00	-	2,94

Соотношение величин гидродинамического сопротивления при скоростях протягивания выше 1,33 м/сек. требует иного объяснения. При этих скоростях работа ногами уже почти не создает дополнительной силы тяги. Следовательно, из-за усиленной работы ногами увеличивается гидродинамическое сопротивление. Это приводит к тому, что при скорости протягивания 2,00 м/сек. самым благоприятным оказывается четырехударный кроль. На большой скорости происходит и сближение показателей сопротивления при двухударном кроле и при шестиударном варианте. При скорости протягивания 1,66 м/сек. эта разница составляла 18,0 %, при скорости 2,00 м/сек. - 4,4%. Однако при любом варианте сочетания движений показатели сопротивления меньше, чем при работе с одними руками. Это подтверждает значение работы ногами для стабилизации общей системы движений и для создания благоприятных условий гребковым движениям руками. При измерении силы тяги на месте и при отпуске пловца наиболее благоприятные показатели получили при плавании шестиударным кролем. Сила тяги, достигаемая при плавании четырехударным кролем, была ниже на 2,84 - 7,18%, а при двухударном кроле - на 7,15-14,04%.

В соответствии с результатами наших исследований по динамографии находились результаты определения максимальной скорости плавания различными вариантами сочетаний движений: при применении шестиударного кроля достигается наиболее высокая скорость. Однако, варианты четырех- и двухударного кроля незначительно уступают шестиударному варианту. В наших исследованиях разница в скорости плавания составляла при четырехударном кроле 2,3 - 3,4% и при двухударном 4,3 - 4,6% /см. табл. 4/.

Скоростные возможности пловца, применяющего вариант сочетания движений с количественно уменьшенной работой ног, только незначительно ниже шестиударного. Это можно объяснить понижением

темпа движений руками. Как показали наши исследования, темп движений руками при четырех- и двухударном кроле превышал темп движений шестиударного кроля на 0,35 - 3,84%. В то же время следует отметить, что большую скорость плавания четырех- и двухударный кроль обеспечивает только при достаточно высоком темпе движений.

Однако скорость продвижения при использовании четырех- и двухударного кроля все таки ниже скорости плавания шестиударным кролем. Это, вероятно, объясняется тем, что при уменьшенном количестве движений ногами и при недостаточно отработанной технике плавания снижается величина дополнительной подъемной силы, изменяется положение тела в воде, что вызывает, в свою очередь, увеличение гидродинамического сопротивления.

Однако, для того, чтобы объективно судить об эффективности различных вариантов техники плавания кролем одних внешних показателей работы недостаточно. В связи с этим мы попытались определить величину затраченной энергии и коэффициент относительной рентабельности работы - в одном эксперименте на основании данных усеченной пульсометрии и в другом - по данным оксиспирографии /по количеству кислорода, затраченного организмом пловца после выполнения работы в определенном промежутке времени/. Хотя мы проводили эти эксперименты на разных контингентах испытуемых, используя различные методики, оба исследования дали принципиально одинаковые результаты.

При сравнении показателей затраченной энергии, можно обнаружить, что при использовании четырех- и двухударного варианта координации движений, затрачивается меньше энергии, чем при шестиударном кроле. По данным усеченной пульсометрии, эта разница между шестиударным кролем и четырехударным достигает 16,43%, а по отношению к двухударному - 25,15%. По данным оксиспирографии

разница становится еще демонстративнее: при четырехударном варианте сочетания движений - 24,35% и при двухударном - 35,86%. Учитывая, что мы определили величину расхода энергии после однократного проплывания 25-метровой дистанции с максимально возможной скоростью, эти различия можно считать существенными.

Однако данные о величине расхода энергии сами по себе еще недостаточно показательны. Значительно важнее установить насколько рационально расходуется эта энергия, определить относительную рентабельность работы при плавании с различной координацией движений руками и ногами.

Коэффициент относительной рентабельности работы вычислялся нами по двум формулам: первая^{4/} включала в себя показатели скорости плавания и данные усеченной пульсометрии, а вторая^{5/} - показатели скорости и количества кислорода, потребленного после выполненной работы.

4/ Формула определения относительной рентабельности по данным усеченной пульсометрии

$$R_1 = \frac{v}{P_2 - P_1} \cdot 100$$

где R_1 - величина относительной рентабельности работы, определяемая на основе усеченной пульсометрии; v - средняя скорость проплывания заданной дистанции в м/сек.; P_2 - количество сокращений сердца за время от завершения работы до возвращения частоты сокращений к исходному положению; P_1 - количество сокращений сердца до начала работы за время, показанное при расчете P_2 .

5/ Формула определения относительной рентабельности по данным оксиспирографии /модификация формулы Кагрович Р.В.,

Рестреков К., 1939 /: $R_2 = \frac{V \cdot S}{a \cdot H} \cdot 100$

где R_2 - величина относительной рентабельности работы, определяемая на основе оксиспирографии; V - средняя скорость проплывания заданной дистанции в м/сек.; H - величина гидродинамического сопротивления при данной скорости /измерение при положении спортсмена наиболее характерном для плавания кселем: выпрямленное положение, одна рука вытянута, другая - вдоль туловища/ в кг; S - дистанция плавания в м; 0,00343 ккал - 1 кгм; a - стоимость 1 л O_2 при среднем дыхательном коэффициенте 0,85 ккал.

В показатель последнего коэффициента включили, кроме того, длину проплываемой дистанции и величину гидродинамического сопротивления при данной скорости плавания. Поэтому данный коэффициент является более точным и дает более правильное представление о рентабельности исследуемых вариантов сочетания движений.

Результаты исследования показали, что коэффициенты рентабельности вариантов с количественно уменьшенной работой ногами в каждом случае выше коэффициента шестидарного кроля. Причем коэффициент рентабельности при двухударном кроле, в свою очередь, выше коэффициента четырехударной координации /см.табл.4/. Если сравнивать процентное соотношение между коэффициентами отдельных вариантов сочетания движений, то наблюдается, что величина расхода по потребленному кислороду при плавании четырехударным кролем в среднем на 11,68% выше, а при плавании двухударным кролем в среднем на 11,77% выше коэффициента рентабельности по расчету данных усеченной пульсометрии. Это свидетельствует, с одной стороны, о более высокой точности первого метода расчета и, с другой стороны, о достаточной достоверности характеристик относительной рентабельности работы /одинаковая направленность и примерно одинаковые пропорции разности показателей/.

Эти показатели были получены при проплывании с максимальной возможной скоростью 25-метровой дистанции. В связи с тем, что на средних и, особенно, на длинных дистанциях спортсмен не может плыть все время с максимальной возможной для него скоростью, был проведен эксперимент, в котором испытуемые при всех исследуемых способах сочетания движений плыли с одной и той же скоростью равной, примерно, 90% максимальной скорости плавания шестидарным кролем. Кроме того, определялось потребление кислорода и величина относительной рентабельности шести- и двухударного

сочетания движений при проплывании 200-метровой дистанции со скоростью около 90% от той, которую данный спортсмен мог бы развить на этой дистанции при предельном напряжении сил. Полученные данные этого эксперимента /табл.4, раздел 5/ подтверждают результаты экспериментов при плавании с максимально возможной скоростью. При преодолении 25-метровой дистанции с заданной скоростью /одинаковой при всех вариантах сочетания движений/ количество потребленного кислорода после выполнения работы составляло при четырехударном кроле 76,6% и при двухударном - 68,2% по сравнению с потреблением кислорода при плавании шестиударным кролем. Примерно то же самое соотношение между кислородной задолженностью после плавания шести- и двухударным вариантами кроля наблюдается и на 200-метровой дистанции. Разница в показателях расхода энергии, по сравнению с данными плавания с максимальной скоростью, стала несколько меньше. Но величины коэффициента относительной рентабельности работы увеличивались /см.табл.4/. Это говорит о том, что варианты плавания с количественно уменьшенной работой ног при одинаковой /не максимальной/ скорости плавания имеют большее преимущество по сравнению с плаванием шестиударным кролем. Это хорошо проявляется уже на 200-метровой дистанции, где величина коэффициента относительной рентабельности работы двухударным кролем превышает величину коэффициента работы шестиударным кролем не менее, чем на 46,95%. Можно сделать вывод, что применение вариантов плавания с количественно уменьшенной работой ногами на средних и длинных дистанциях вполне целесообразно.

При анализе данных исследований следует учитывать, что для всех пловцов, принимавших участие в экспериментах, шестиударный кроль был привычным, а остальные варианты они обучались в процессе подготовки к исследованиям. Поэтому у всех испытуемых

имелись различные погрешности в координации движений четырехударного и двухударного вариантов. Естественным, что при лучшем освоении техники плавания этими вариантами разница в показателях абсолютной скорости плавания уменьшится и еще более возрастут различия в показателях относительной рентабельности исследованных вариантов координации движений.

ВЫВОДЫ

1. даже незначительное прогибание пловца в пояснице приводит к заметному увеличению гидродинамического сопротивления. Это дает основание считать положение "лука" при плавании кролем нерациональным и рекомендовать пловцам удерживать туловище в выпрямленном положении, с незначительным прогибом в грудной клетке.

Ассиметричное расположение рук повышает гидродинамическое сопротивление. Однако степень повышения этого сопротивления во многом зависит от умения пловца и в этой позе придавать телу наиболее обтекаемое положение. В связи с этим можно рекомендовать тренерам шире применять в системе подготовки пловцов-кроль этот упражнения, направленные на обучение их умению находить и сохранять обтекаемое положение при ассиметричной работе конечностями.

2. Подготовительные движения руками над водой отражаются на положении тела и величине гидродинамического сопротивления. Движение рукой над водой вызывает колебания тела продольной, поперечной осей тела и вокруг сагиттальной оси /вследствие удаления руки в сторону/. При проносе руки вперед "через сторону", с незначительным сгибанием ее в локтевом суставе и большим удалением кисти от туловища, зафиксирована наибольшая величина сопротивления у всех испытуемых при всех скоростях протягивания. Этот вариант проноса следует признать нерациональным.

Средний вариант проноса /со сгибанием руки в локтевом суставе до $90-110^{\circ}$ / оказался наиболее рациональным при скорости продвижения спортсмена до 1,6 м/сек. /для большинства испытуемых такой пронос соответствовал привычной форме движений/. При скорости продвижения 2,0 м/сек. минимальное сопротивление обнаружено при проносе с высоким подниманием локтя и максимальным приближением кисти к туловищу. Поэтому большинству спортсменов при плавании с большой скоростью можно рекомендовать такой вариант проноса. Исключения могут составлять пловцы, у которых недостаточна подвижность в плечевых суставах. Они вынуждены использовать пронос руки "через сторону", однако им следует стремиться развить подвижность суставов так, чтобы в дальнейшем перейти к среднему и "высокому" проносу.

3. Данные наших исследований не подтвердили теоретических предположений о целесообразности "зигзагообразного" гребка. Оптимальным вариантом движений рукой под водой следует признать такой, при котором кисть руки уже в начале гребка смещается под продольную ось тела и в дальнейшем перемещается так, что вертикальная проекция продольной оси тела пересекает центр или основание кисти /"прямолинейный" гребок/. "Серпообразный" гребок /кисть подводится под продольную ось тела в конце первой трети гребка/ по показателям силы тяги менее рационален чем "прямолинейный", однако не исключена возможность того, что для некоторых спортсменов выгодным окажется вариант, средний между "прямолинейным" и "серпообразным" гребком. При максимальном темпе работы траектория движения кисти при "прямолинейном" гребке несколько изменяется, кисть пересекает проекцию продольной оси тела позже /"окошечное", "косое" начало гребка/.

4. При совершенствовании стиля пловца, связанным с повышением темпа движений, следует иметь в виду, что чрезмерное укорачивание фазы отталкивания приводит к заметному снижению силы тяги. Увеличение темпа в большинстве случаев наиболее целесообразно производить за счет сокращения фазы наплыва и опорной части гребка /без сокращения амплитуды движений плечевым суставом в передне-заднем направлении/.

5. При работе одними ногами и удерживании пловца на месте наибольшая сила тяги развивается в тех случаях, когда пловец работает ими с увеличенной амплитудой движений. Однако уже при продвижении со скоростью 0,7 м/сек. это преимущество работы с большой амплитудой исчезает. При дальнейшем увеличении скорости продвижения пловца /1,33, 1,66 и 2,0 м/сек./ возникает гидродинамическое сопротивление, величина которого зависит от скорости и от формы движений ногами. В этих условиях оптимальной является работа ногами с уменьшенной амплитудой движений. Кроме того, вариант с уменьшенной амплитудой движений создает лучшие предпосылки для повышения темпа движений руками.

Следует обратить внимание на то, что при плавании с работой одними ногами пловцы непроизвольно увеличивают амплитуду их движений /по сравнению с той, которая наблюдается у них при плавании с полной координацией движений/. Это приводит к закреплению двигательных навыков, не соответствующих задаче совершенствования стиля пловца. Тренерам целесообразно обратить внимание на этот факт и давать соответствующие указания своим ученикам.

6. Сравнение показателей силы тяги и гидродинамического сопротивления воды, полученные при различных режимах отталкивания и протягивания испытуемых, позволяют прийти к заключению, что при скорости плавания, превышающей 1,3 - 1,4 м/сек. значение работы

ногам с точки зрения продвижения пловца вперед начинает приближаться к нулю. Однако, при любой скорости плавания работа ногами необходима для создания дополнительной подъемной силы, уравновешивания тела пловца и поддержания его в относительно "высоком" положении у поверхности воды.

7. Максимальную быстроту продвижения на дистанции 25 метров испытуемые смогли развить, используя шестиударный вариант плавания кролем. Вместе с тем отмечено, что при этом пловцы затрачивали и наибольшее количество энергии. При одинаковой скорости продвижения /в наших исследованиях равной 90% от максимально возможной/ энерготраты оказывались тем ниже, чем ниже была интенсивность работы ногами и чем меньше циклов движений ногами приходилось на цикл движений руками.

Наиболее рентабельным с точки зрения рационального использования энергетических ресурсов пловца оказался двухударный вариант плавания кролем, однако максимальная скорость плавания, развиваемая при применении этого варианта ниже, чем скорость при шести- и четырехударных вариантах. Кроме того, следует отметить, что этот вариант /в оптимальном исполнении/ осваивается спортсменами труднее других, а пауза в работе ногами в момент их разведения приводит к значительному увеличению гидродинамического сопротивления.

В целом мы пришли к заключению, что при плавании на средние и длинные дистанции целесообразно использовать четырехударный и двухударный варианты кроля.

Можно предположить, что на дистанции 1500 метров оптимальным будет сочетание этих двух вариантов: после старта и после поворота один-два цикла движений четырехударным кролем и на всех остальных частях дистанции — двухударный кроль.

Определение оптимального варианта сочетания движений руками и ногами при плавании на короткие дистанции требует дополнительных исследований. Вероятно, для многих пловцов оптимальным будет использование четырехударного кроля.

Клаус-Дитер МАЛЬЦАН