

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАВАНИЯ КАК ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЛОКОМОЦИИ	6
1.1. Вода как среда обитания.....	6
1.2. Функционирование сенсорных систем при плавании.....	7
1.3. Характеристика двигательной деятельности пловца.....	9
1.4. Функция дыхательной системы пловца.....	11
1.5. Функция кровообращение при плавании.....	12
1.6. Кислородный запрос и энергетика плавания.....	15
1.7. Совершенствование физических качеств пловцов.....	17
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	20
2.1. Методы исследования.....	20
2.2. Организация исследования.....	24
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	25
3.1. Связь техники дыхания с уровнем скоростных возможностей пловцов.....	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	45

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Несмотря на определенные успехи отечественных пловцов на международной спортивной арене, и сейчас еще отмечается отставание в отдельных видах олимпийской программы. Среди них особое место занимает плавание на спринтерские дистанции способом кроль на груди, так как кроме индивидуальных видов, оно присутствует в четырех эстафетах. Все это вызывает необходимость целеустремленной работы по научному обоснованию новых эстафетных средств и методов подготовки кролистов – спринтеров.

Одним из условий достижения высоких спортивных результатов в плавании является рациональная техника дыхания, которая играет большую роль в проявлении важнейших собирательных качеств – скоростных возможностей и специальной выносливости [В.Н. Платонов, 1987 и др.].

При изыскании путей повышения уровня скоростных возможностей за счет постановки рациональной техники дыхания было выявлено, что различные варианты задержек дыхания при плавании в существенной мере влияют на уровень скоростных возможностей пловцов. Полное исключение акта внешнего дыхания (вдох) из цикла движений пловца приводит к некоторому увеличению скорости плавания. Положительное влияние на уровень скоростных возможностей оказывает и периодически повторяющаяся задержка дыхания: один дыхательный цикл на два-три цикла движений [Н.К. Булгакова с соавт., 1978]. При этом отмечается увеличение силы и темпа движений, уменьшение внутрицикловых колебаний скорости продвижения пловца. Вместе с тем, осталось не выясненным, что является основной причиной, вызывающей увеличение скорости плавания:

1) исключение акта вдоха, как отвлекающего фактора, снижающего мощность движений;

2) гидродинамические факторы: стабильность в характеристиках параметров техники плавания без поворотов головы и дополнительного

вращения туловища вокруг продольной оси, вызывающих добавочное сопротивление воды продвижение пловца вперед.

Еще более существенным является выяснение того, в какой степени различные варианты задержек дыхания во время заплыва оказывают влияние на уровень специальной выносливости пловца, так как известно, что любая задержка дыхания ограничивает возможность организма спортсмена к энергообеспечению работы экономным аэробным путем. Отсюда возникает важный для практики вопрос, в какой мере увеличение скоростных возможностей при плавании с различными вариантами задержек дыхания компенсируется потери в общем, скоростном результате, в связи с возможным снижением уровня специальной выносливости.

Объект исследования. Параметры, определяющие уровень спортивного мастерства пловцов.

Предметом исследования выступает методика оценки влияния различных вариантов техники дыхания на кинематические и динамические характеристики движений пловца.

Целью настоящей работы является исследование влияния плавания с различными вариантами задержек дыхания на скоростные возможности, специальную выносливость, структуру движений и некоторые показатели функций организма пловца.

Рабочая гипотеза. Мы предполагаем, что исследование указанных вопросов позволит установить взаимосвязь техники дыхания с уровнем скоростных возможностей и специальной выносливости пловцов, выявить влияние различных вариантов техники дыхания на кинематические и динамические характеристики движений, показатели вегетативных функций и другие параметры, определяющие уровень спортивного мастерства пловцов.

Научная новизна. На основании результатов комплексных исследований были определены оптимальные варианты техники дыхания,

дающие возможность пловцу эффективно проплыть дистанцию 100 и 200 метров способом кроль на груди.

Практическая значимость результатов исследования заключается в возможности использования их в процессе подготовки квалифицированных пловцов в ДЮСШ, ДЮСШОР, плавательных центрах и сборных командах города Тольятти.

Задачи исследования.

1. Изучить связь техники дыхания с уровнем скоростных возможностей и специальной выносливости пловца на спринтерские дистанции при плавании способом кроль на груди.

2. Установить влияние техники дыхания на кинематические и динамические характеристики движений и индивидуальные особенности техники гребка при плавании способом кроль на груди.

3. Разработать оптимальные варианты техники дыхания для пловцов, специализирующихся на спринтерских дистанциях способом кроль на груди, и экспериментально проверить их эффективность.

ГЛАВА 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАВАНИЯ КАК ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЛОКОМОЦИИ

1.1. Вода как среда обитания

Плавание совсем не похоже на способы передвижения человека по суше. Причина этого - особенности водной среды. Плотность воды превышает плотность воздуха над уровнем моря в 760 раз, являясь причиной высокого сопротивления движению. Поэтому скорости плавания значительно уступают скоростям бега. Так, скорость пловца, проплывающего 100 метров за 49-50 секунд, приближается к 2 м/с. Скорость бегуна, пробегающего 100 метров за 10 секунд, составляет 10 м/с. Ясно, что проплыть дистанцию 100 метров с такой же скоростью никогда не удастся. Более того, буксировка пловца, погруженного в воду, со скоростью, превышающей 3 м/с, вызывает неприятные ощущения, а скорость 10 м/с - максимум, который выдерживает человек. Сопротивление воды при этом эквивалентно сопротивлению воздуха на уровне моря при движении со скоростью 624 км/час. Д. Фрайер, подвергавший испытуемых вращению в центрифуге под водой со скоростью 10 м/с, наблюдал множественные подкожные кровоизлияния, растяжения связок суставов недостаточно фиксированных конечностей и даже случаи нарушения сознания.

Удельный вес воды равен $1,0 \text{ г/см}^3$. Тело человека при погружении в воду теряет в весе столько, сколько весит вытесненная им вода. Согласно этому закону, сформулированному Архимедом, тело человека весом около 80 кг в воде весит 1,5 кг, т. е. находится в условиях гипогравитации. Пловец может удерживать тело на поверхности воды, в положении лежа, делая ногами лишь легкие гребковые движения.

Теплоемкость воды в 25 раз превышает теплоемкость воздуха, теплопроводность ее в 5 раз больше теплопроводности воздуха. В воде, нагретой до $25-26^\circ \text{C}$, обнаженный человек теряет за минуту тепла в 2 раза больше, чем в воздушной среде той же температуры. Поэтому он должен постоянно двигаться, иначе через несколько минут начинает мерзнуть. Следует

отметить, что устойчивость к охлаждающему воздействию воды колеблется в широких пределах. Она выше у людей с выраженным слоем подкожного жира и особенно высока у людей, тренированных в плавании в холодной воде. Пу и Эдхольм наглядно продемонстрировали это, предложив двум пловцам, один из которых был непривычен к холодной воде, а другой - тренированный «морж», плавать до отказа в воде, температура которой равнялась $+16^{\circ}\text{C}$. Первый был вынужден прекратить плавание уже через 30 минут. Его сотрясала дрожь, движения причиняли боль. Ректальная температура понизилась на 3°C . «Морж» проплавал 6 часов 40 минут. По выходе из воды он чувствовал себя хорошо. Ректальная температура оставалась неизменной.

1.2. Функционирование сенсорных систем при плавании

Водная среда снижает эффективность зрения и слуха. Человек, открыв глаза под водой, видит все предметы смутно и как бы расплывающимися, даже если вода прозрачна и освещенность хорошая. Дело в том, что величина коэффициента преломления световых лучей водой близка величине коэффициента преломления их роговицей глаза. Надевание маски или очков, создающих прослойку воздуха между глазом и водой, устраняет этот дефект. Дальность видения пловца в маске или очках зависит только от прозрачности воды и степени освещенности [20].

Звуковые волны в воде распространяются, не затухая значительно дальше, чем в воздушной среде, но определить местонахождение источника звука под водой практически невозможно. Звуковые колебания в воде распространяются со скоростью 1500 м/с, тогда как в воздушной среде - 330 м/с. В воздушной среде местонахождение источника звука человек определяет по времени запаздывания прихода звуковых колебаний в ухо, находящееся дальше от источника звука (улавливая разницу в 0,001 с). В воде разница становится

неуловимой. Кроме того, звуковые колебания воды возбуждают синхронные им колебания костей черепа. Возникает ощущение, что звук идет со всех сторон.

Ориентирование в пространстве при плавании является полностью функцией зрения. Пловец, плывущий в бассейне, ориентируется по белой линии на дне, поплавок, разделяющим дорожки, стенкам бассейна. При плавании в открытом водоеме - море, реке, озере - пловец удерживает направление по береговым ориентирам, предметам, находящимся на поверхности воды, реже - по ориентирам под водой.

Вестибулярный аппарат пловца разгружен, так как отолиты не воздействуют на волоски чувствительных клеток с той интенсивностью, что при земной гравитации.

Тактильные и температурные рецепторы кожи подвергаются интенсивному раздражению. В ходе тренировочных занятий происходит их адаптация. У пловцов, как правило, низкий порог кожной чувствительности (ниже 2 вольт), что является одним из компонентов тонкого комплексного восприятия воды, называемого «чувством воды».

Проприорецепторы поставляют информацию центральной нервной системе о силе сопротивления воды движению, опоре конечностей о воду, изменениях положения конечностей в ходе гребка и выполнения подготовительных движений, положении головы относительно туловища и т. д.

Хеморецепторы сосудистого русла реагируют на колебания насыщения крови кислородом и углекислым газом. Нарастание гипоксемии (снижение насыщения крови кислородом) в сочетании со сдвигами рН крови субъективно воспринимается спортсменом как чувство нарастающей тяжести. Тренировки совершенствуют способность организма пловца выполнять интенсивную работу при низких показателях насыщения артериальной крови кислородом (75 - 80 %) на фоне сдвигов рН и способность точно оценивать их. Недостаточная точность оценки interoцептивной информации, по-видимому, проявляется в неумении распределять силы на дистанции.

1.3. Характеристика двигательной деятельности пловца

Огромная плотность воды определяет особенности двигательной деятельности пловца. Горизонтальное положение его тела является вынужденным. Сопротивление воды движению зависит от положения тела в воде и изменений его в различные фазы двигательного цикла.

Плавание требует коренной перестройки управления движениями, сложившегося на протяжении всего опыта наземных движений. При обучении плаванию подавляются наземные двигательные автоматизмы и вырабатываются новые координации: локомоции в вертикальном положении заменяются локомоциями в горизонтальном положении. Привычные реакции, связанные с твердой опорой и передвижением в воздушной среде, переключаются на новый способ опоры о воду и передвижения в водной среде. В воде антигравитационные рефлексy отсутствуют, т. к. движения совершаются в условиях гипогравитации. Действие реактивных сил возрастает в связи с отсутствием твердой опоры.

Для пловцов, обладающих хорошей техникой, характерна строгая последовательность работы отдельных мышечных групп в каждом двигательном цикле. Она сохраняется и при увеличении скорости плавания. При этом лишь нарастают мышечные усилия, и удлиняется путь их приложения в фазе гребка [21,17,33]. Пловцы демонстрируют высокую способность к произвольному расслаблению мышц, т. к. плавание даже незначительной продолжительности возможно лишь при условии эффективного восстановления внутри каждого цикла движений.

Во время плавания все основные мышечные группы вовлекаются в работу. При плавании способами вольный стиль, на спине и баттерфляй мышцы рук и плечевого пояса дают 70 % движущей силы, при плавании брассом основную работу выполняют ноги.

Плавание можно квалифицировать как циклическую работу, периодически прерываемую «ациклическими вставками» - поворотами с последующим скольжением.

Абсолютная скорость плавания значительно уступает абсолютной скорости бега. Однако пловцы способны дольше поддерживать относительно высокую скорость. По данным (1,3) пловцы в течение 4 минут могут поддерживать скорость, составляющую 75 %, а в течение часа - 65 % от максимальной; бегуны, соответственно, в течение 4 минут способны поддерживать скорость 68 % и в течение часа - 55 % от максимальной.

Э. Йокль и П. Йокль [1986], сопоставив мировые рекорды в плавании и беге на дистанциях, преодолеваемых примерно за одинаковые отрезки времени, с мировыми рекордами на дистанциях 100 метров, отметили ту же закономерность.

Таким образом, пробегание дистанции 1500 метров происходит со средней скоростью на 30 % меньше, а проплывание 400 метров - со скоростью всего на 10 % меньше скорости, развиваемой на дистанции 100 метров при беге и плавании соответственно. Пробегание 5000 метров и проплывание 1500 метров происходит со скоростями, меньшими соответственно на 37 и 17 % скоростей бега и плавания на дистанции 100 метров.

В этой связи [19,26] высказывают мнение, что пределы возможностей человеческого организма в плавании в настоящее время определить вряд ли возможно. Об этом, впрочем, свидетельствуют и постоянно обновляемые рекорды.

1.4. Функция дыхательной системы пловца

Дыхание при плавании требует новой для человека системы управления им, построенной на подавлении привычного дыхательного автоматизма, выработке и автоматизации нового навыка. При плавании кролем и брассом лицо, а при плавании баттерфляем голова - периодически погружаются в воду. Дыхательный цикл у новичков и спортсменов низших разрядов при плавании способами с периодическими погружениями головы в воду имеет четыре фазы: вдох, задержка на вдохе, выдох, задержка дыхания на выдохе. Пловцы старших разрядов демонстрируют трехфазный цикл дыхания: вдох, задержка дыхания на вдохе, выдох. Задержка дыхания на вдохе позволяет усилить гребок рукой, т. к. при фиксированной грудной клетке мышцам плечевого пояса обеспечивается большая мощность сокращения.

Общая продолжительность дыхательного цикла при скорости плавания 0,9 м/с составляет в среднем 2,15 с, продолжительности вдоха и выдоха примерно равны. С увеличением скорости до 1,7 м/с продолжительность дыхательного цикла уменьшается до 1,08 с, продолжительность вдоха становится вдвое короче выдоха. В последнем случае продолжительность вдоха составляет в среднем 0,3 с, продолжительность выдоха - 0,6 с. Объем воздуха, поступающего в легкие пловца с каждым вдохом, не уступает объему вдоха бегуна, лыжника или гребца. За 0,3 с. пловец успевает вдохнуть 2 - 3 литра воздуха [Г. И. Куренков, 1990].

Частота дыхания в зоне максимальных скоростей плавания (1,7 - 1,9 м/с) при обычном согласовании дыхательных и рабочих движений (одному дыхательному циклу соответствует один двигательный цикл) составляет 55 - 60 в секунду.

Минутный объем дыхания (МОД) увеличивается линейно с увеличением скорости плавания. В диапазоне скоростей 1,5-1,7 м/с величина МОД достигает 120 л/мин [27].

Следует упомянуть особенности дыхания, присущие исключительно двигательной деятельности в воде. Это - дополнительная работа, выполняемая

мышцами вдоха для преодоления сопротивления воды ($12,5 - 15 \text{ г/см}^2$); активная работа выдыхательных мышц; периодические нарушения ритма дыхательных движений - задержка дыхания на вдохе и удлинённый выдох при выполнении поворотов и скольжении; непредвиденные задержки дыхания при случайном попадании воды в трахею.

Пловцы занимают одно из первых мест среди представителей всех видов спорта по функциональным возможностям дыхания. Показатели жизненной емкости легких у спортсменов-пловцов имеют тенденцию к увеличению с возрастанием квалификации. По данным Г. И. Куренкова жизненная емкость легких у спортсменов юношей старше 15 лет и мужчин, выполняющих норму II разряда, достигает в среднем 5300 ± 661 мл; спортсменов I разряда - 5800 ± 680 мл; мастеров спорта - 6055 ± 410 мл.

Максимальная вентиляция легких у спортсменов I разряда и мастеров спорта достигает $210, 9 \pm 11$ л/мин, что превышает среднестатистические показатели более, чем на 100 процентов.

Средние цифры максимальной объемной скорости вдоха у пловцов I разряда и мастеров спорта равны $8,15 \pm 0,52$ л/с, выдоха - $6,15 \pm 0,41$ л/с. По этим показателям пловцы превосходят спортсменов всех других специализаций за исключением, правда, пловцов-подводников.

1.5. Функция кровообращение при плавании

Условия функционирования сердечно-сосудистой системы при плавании присущи только данному виду двигательной деятельности. Горизонтальное положение тела, отсутствие статического напряжения мышц, ритмические сокращения их, сочетаемые с быстрыми и глубокими вдохами и активными выдохами, способствуют уменьшению кровенаполнения периферических сосудистых областей, увеличению кровенаполнения сосудов органов грудной

клетки. Тренировки в плавании приводят к значительной функциональной гипертрофии сердца.

Сущность морфологических изменений сердца заключается в тоногенном расширении его полостей и гипертрофии миокарда. У пловцов высокого класса по данным телерентгенологического обследования В. Л. Карпмана, С. В. Хрущева, Ю. А. Борисовой [1988] существенно увеличены размеры сердца. Средняя величина абсолютного объема сердца у пловцов-мужчин равна в среднем 1065 см^3 , у женщин - 730 см^3 , что превышает на 25 % средние показатели у людей, не занимающихся спортом. Показатели объема полостей сердца являются мерой функционального резерва сердца - чем больше объем полостей сердца, а следовательно, резервный объем крови, тем большая величина ударного объема крови может быть достигнута при физической нагрузке (при условии хорошей сократительной способности миокарда). А чем большие объемы крови способно перекачать сердце при нагрузке, тем выше эффективность кислородно-транспортной функции аппарата кровообращения, больше кислорода может быть доставлено из легких к тканям тела в единицу времени, в итоге - выше работоспособность организма.

Увеличение объема сердца - явление обратимое, это выражение приспособительной гиперфункции сердца. Уменьшение объема тренировочной нагрузки приводит к уменьшению объема сердца спортсмена,

Гипертрофия миокарда левого желудочка сердца у пловцов является следствием суммарного повышения давления крови в большом круге кровообращения. Гипертрофия миокарда правого желудочка у пловцов встречается значительно чаще, чем у спортсменов других специализаций, выполняющих циклическую работу. Исследования показали, что у высококвалифицированных пловцов наблюдается даже большая выраженность гипертрофии миокарда правого желудочка по сравнению с гипертрофией левого [22]. Условия для этого создаются избыточным кровенаполнением сосудов малого круга; периодическим увеличением давления крови в сосудах

малого круга, которое происходит при натуживании. Натуживание возникает в конце гребка в момент кратковременной задержки дыхания на высоте вдоха при замкнутой голосовой щели.

Величины показателей кардиогемодинамики у мастеров спорта и перворазрядников обоего пола по данным И. Н. Мешкониса [1996] отличаются незначительно, за исключением значительно более выраженной брадикардии у мастеров спорта, обусловленной, в основном, удлинением периода диастолы.

Возбудимость, проводимость и автоматизм сердца у пловцов, обследованных в условиях относительного покоя, не имеют каких-либо особенностей. Вместе с тем, отмечается более высокая электрическая активность правого желудочка, чаще встречаются изменения зубцов «Р» [И. Н. Мешконис, 1996].

В условиях основного обмена значительно выражена экономизация работы сердца. У высокотренированных пловцов она достигается путем увеличения периферического сопротивления, повышения тонуса сосудов, уменьшением систолического и минутного объемов крови.

При плавании регулируемая гиподинамия миокарда, имеющая место в состоянии покоя, сменяется гипердинамией, выражающейся, прежде всего в значительном возрастании частоты сердцебиений, увеличении сердечного выброса, повышении артериального давления. Частота сердцебиений значительно возрастает уже на старте. В.Н. Платонов и др. [1987] приводят данные радиотелеметрической записи частоты сердечных сокращений у пловцов I разряда, кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта международного класса. К моменту старта частота сердцебиений достигала 97 - 148 уд/мин. От начала работы ЧСС возрастала (период вработывания), пока не достигала относительно устойчивых значений. При проплывании дистанций с максимальной скоростью всеми способами плавания частота сердечных сокращений составляла 18 - 30 % относительно стартовых величин. Например,

на дистанции 1500 метров кролем наблюдалось увеличение ЧСС до 180 - 190 уд/мин.

Сердце подготовленного спортсмена увеличивает свою производительность в 6 - 7 раз по сравнению с уровнем покоя. Объем крови, выбрасываемый каждым желудочком за минуту, достигает 30 - 35 литров.

Важную роль в деле обеспечения работающих мышц, наряду с увеличением минутного объема крови, играет перераспределение крови в системе кровообращения. Механизм рабочей перестройки кровообращения у пловцов, как и у спортсменов других специализаций, имеет черты стереотипии. Так, у пловцов после всех вариантов нагрузок на велоэргометре величина кровотока в верхних конечностях больше, чем в нижних, а у бегунов и лыжников – наоборот [30,34].

Показатели давления крови у пловцов в покое близки к верхней границе принятой физиологической нормы: $126 \pm 2,7/73 \pm 21$ мм рт. ст. Ряд авторов придерживается мнения, что для пловцов при физической нагрузке характерен нормотонический тип реакции. Данные о давлении крови в процессе плавания - редкость в литературе. Причина этого - методические трудности. Я.М. Коц, В.Н. Зимкин [1986] вводили спортсменам телеметрический датчик в подвздошную артерию и записывали давление крови при физических нагрузках. Среди исследованных ими нагрузок было и плавание. Во время плавания они наблюдали при пульсе 138 ударов в минуту подъем систолического давления до 221, среднего - до 174, диастолического - до 136 мм рт. ст. Обращает на себя внимание высокий подъем давления, в особенности среднего и минимального.

1.6. Кислородный запрос и энергетика плавания

Кислородный запрос зависит от скорости плавания. Наиболее высок уровень его при проплывании коротких дистанций с предельной скоростью.

Так, у мастеров спорта кролистов при проплывании 50 метров кислородный запрос по данным [29] превышал 30 л/мин. Размеры кислородного запроса зависят и от техники плавания. При одной и той же скорости плавания энерготраты пловцов I разряда превышали показатели мастеров спорта на 14 - 28 %. При этом различия в энерготратах, сравнительно небольшие при низких скоростях, резко возрастали при приближении к максимальным скоростям.

Удовлетворение кислородного запроса при плавании требует мобилизации аэробных и анаэробных процессов. Занятия плаванием увеличивают аэробные возможности. Величина МПК у пловцов III разряда в среднем составляет 2,93 л/мин, у II разряда - 3,66 л/мин, I разряда - 4,71 л/мин, мастеров спорта - 5,35 л/мин.

Выражением аэробных возможностей организма является величина кислородного долга. Максимальные величины кислородного долга возрастают с мастерством спортсменов и колеблются в среднем от 5,5 литров у спортсменов III разряда до 11,0 литров у мастеров спорта. Наиболее высокие показатели кислородного долга у мастеров спорта спринтеров (выше 14 литров).

В.Н. Платонов, С.В. Фесенко [1995] показали, что как только уровень потребления кислорода достигает 50 - 55 % от МПК (у нетренированных - при 40 % от МПК), возникает метаболический ацидоз. Повышение выведения CO_2 с выдыхаемым воздухом обусловлено вытеснением его из бикарбонатов поступающей в кровь молочной кислоты. Начиная от значений критической мощности 230 кал/кг/мин анаэробная энергопродукция - алактатная и гликолитическая - линейно увеличиваются с увеличением мощности работы вплоть до предельной. При мощности работы, требующей 1200 кал/кг/мин, аэробный механизм производства энергии составляет около 15 % общих энергозатрат организма, анаэробный алактатный - 21%, анаэробный гликолитический - 64 %.

В связи с этим следует отметить, что тренировка как спринтеров, так и стайеров уровня I разряд - КМС направлена преимущественно на развитие аэробной выносливости, а уровня К.МС - мастер спорта международного класса - на развитие анаэробной выносливости [10].

Сравнение показателей кислородного запаса, уровня потребления кислорода, аэробного и анаэробного путей восстановления энергии при плавании.

Измерения энерготрат при плавании на различные дистанции и проведенные замеры гидродинамического сопротивления позволили подсчитать эффективность плавательных движений (коэффициент полезного действия). КПД оказался очень низким. По данным [48] он варьируется от 1,64 до 2,57 %, лишь в отдельных случаях превышая 3 %. По данным [13] КПД при плавании вольным стилем спортсменов международного класса - мужчин составляет примерно 7 %, женщин - около 5 %. При плавании брассом - около 4 %. Для сравнения можно привести эффективность, например, велоэргометрии, достигающей 20 - 22 %.

1.7. Совершенствование физических качеств пловцов

Спортивная тренировка в плавании способствует развитию силы, быстроты, общей и специальной выносливости, гибкости.

Для обеспечения высокого результата на дистанциях 100 и 200 метров основное значение имеют специальная выносливость и специфические силовые возможности, на дистанции 400 метров ведущими являются специальная и общая выносливость, на дистанции 1500 метров на первое место выдвигается общая выносливость [11,29].

Развитие перечисленных выше качеств достигается специальными средствами, для их оценки используются общепринятые тесты [20,33].

Общая выносливость, т. е. способность длительно выполнять работу заданной мощности, обусловлена развитием двигательного аппарата, и возможностями вегетативных систем организма своевременно удовлетворять его кислородный запрос. Поскольку общая выносливость тесно связана с аэробными возможностями организма, уровень общей выносливости оценивают по величине максимального потребления кислорода (МПК).

Обобщив данные наших и зарубежных специалистов относительно величины МПК у пловцов, можно заключить, что высокие результаты в плавании доступны лишь тем индивидам, у которых МПК составляет 5 л/мин и более. Относительная величина МПК на 1 кг веса в плавании теряет свое значение, т. к. пловец, в отличие от представителей наземных видов спорта, выполняет работу, не связанную с отягощением весом собственного тела. Так, [19,24], исследуя студентов бегунов и пловцов высокого класса, обнаружили у них примерно равные показатели МПК, но средний вес пловцов оказался на 12 кг выше.

Показателем общей выносливости служит способность пловцов переносить достаточно глубокое снижение содержания кислорода при одновременном повышении напряжения углекислого газа в артериальной крови. Она может быть оценена пробой «дыхание в замкнутом пространстве» (в мешок - из мешка) с одновременной непрерывной регистрацией оксигенации артериальной крови [19,27].

Для оценки общей выносливости пловцов используется тест PWC по [В. Л. Карпман с соавт., 1974], тест Купера (Купер, 1979). PWC₁₇₀ у квалифицированных пловцов составляет в среднем 1558 кгм/мин (1716 –1873 кгм/мин), [Л. И. Стогова, В. С. Гориневская, 1976].

Специальная выносливость в плавании обусловлена по В. Н. Платонову, В. М. Сенча [1995] четырьмя факторами. Первый и второй определяются возможностями функциональных систем анаэробного и аэробного энергообеспечения; третий - уровнем потребления кислорода тканями;

четвертый - способностью пловца к рациональному использованию своих скоростно-силовых возможностей в процессе плавания. При оценке функциональных возможностей пловцов требуется применение значительных нагрузок. Надо стремиться к тому, чтобы эти нагрузки были максимально приближены к специфике тренировочной и соревновательной деятельности пловцов. Для оценки, например, специальной выносливости пловцов, специализирующихся в плавании на дистанции 100 метров, - проплывание 75 метров с максимально доступной скоростью. По (9) коэффициент корреляции между показателями специальной и общей выносливости у пловцов второго и третьего разряда равен 0,575; у пловцов первого разряда - 0,777; у мастеров спорта - 0,803, т. е. взаимосвязь проявлений специальной и общей выносливости возрастает с повышением уровня тренированности.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Методы исследования.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы:

1. Анализ литературных источников.
2. Беседы, анкетирование.
3. Педагогические наблюдения с использованием частных методик получения количественных (объективных) показателей.
4. Педагогический эксперимент.
5. Математическая статистика.

2.1.1. Анализ литературных данных

Анализ литературных данных проводился с целью изучения и ознакомления с современным состоянием вопроса в плавании и, в частности, обучения к плаванию оптимизацией техники дыхания пловцов на дистанции 100 и 200 метров способом кроль на груди.

Анализировались общие и специальные литературные источники по физической культуре и спорту, по теории и методике плавания. Материалы изучения литературы использовались для обоснования актуальности темы исследования, выдвижения собственной гипотезы, постановки и конкретизации задач, при выборе адекватных методов исследования, а также при обсуждении результатов.

Решение проблемы формирования оптимальной структуры движений в циклических видах спорта тесно связано с разработкой индивидуальных моделей двигательных действий с учетом специфических особенностей приспособительных перестроек структуры движений в конкретном виде соревновательной дистанции под воздействием сбивающих факторов. Здесь необходимо отметить, что характеристики значимости показателей, отражающих индивидуальные особенности, рассматриваются как один из

важных факторов управления процессом технической подготовленности спортсменов.

2.1.2. Беседы, анкетирование

Беседы, анкетирование тренеров и спортсменов и наблюдение занятий. В социологии, педагогике и психологии анкетирование относится к группе методов, с помощью которых исследователь получает необходимую информацию у опрашиваемых (респондентов). Оно проводилось в период соревнований и во время учебно-тренировочных сборов для выявления современного состояния вопроса относительно применения оптимальной техники дыхания в плавании на 100 и 200 метров способом кроль на груди.

В анкетном опросе принимали участие ведущие тренеры и спортсмены-пловцы высокой квалификации в количестве 58 человек из разных регионов России.

2.1.3. Педагогические наблюдения с использованием частных методик получения количественных показателей

Для оценки кинематических характеристик движений и регистрации показателей вегетативных функций пловца способом кроль на груди были использованы методы визуального и инструментального контроля:

а) определены кинематические характеристики движений пловца способом электротахографии, тензометрии и электроконтактным (время цикла движений, время проноса, время гребка, с; «шаг», см; темп, цикл/мин; максимальная, минимальная и средняя скорость плавания, см/с/;

б) определены пространственные характеристики движений пловцов способом электрогониометрии и кинографии (угол сгибания руки в локтевом суставе, угол поворота туловища вокруг продольной оси, град);

в) регистрация показателей вегетативных функций спортсмена при плавании и в восстановительном периоде способом электрокардиографии (частота сердечных сокращений, уд/мин; частота дыхания/мин; процент поглощения кислорода легочной вентиляции).

Для определения уровня скоростных возможностей использовался тест 3 x 25 м с максимально возможной скоростью и паузами между отрезками продолжительностью 1,5 мин. При этом применялись следующие варианты техники дыхания.

Вариант 1 заключался в том, что пловец проплывал всю дистанцию, выполняя вдох на каждый цикл дыхания руками (1 : 1). Средний результат плавания этим вариантом техники дыхания был взят за 100-процентный уровень скоростных возможностей.

Вариант 2 – пловец проплывал всю дистанцию так же, как и в первом случае, но с более длительной паузой после вдоха (т. н. «взрывное дыхание»).

Вариант 3 – пловец проплывал всю дистанцию с более длительной задержкой дыхания, чем в предыдущих вариантах, выполняя вдох на полтора цикла движений (1 : 1,5).

Вариант 4 – пловец проплывал дистанцию с такой же продолжительностью задержки дыхания, как и в предыдущем варианте, но выполняя вдох при повторе головы в одну сторону (2 : 3).

Вариант 5 – пловец проплывал дистанцию с еще более длительной задержкой дыхания, чем в предыдущих вариантах, выполняя вдох на два цикла движений (1 : 2).

Вариант 6 – пловец проплывал дистанцию, увеличивая длительность задержки дыхания по сравнению с предыдущими вариантами, выполняя вдох на три цикла движений (1 : 3).

Вариант 7 – пловец проплывал первую половину дистанции (12,5 м) с полной длительной задержкой дыхания (ДЗД), вторую половину (12,5 м)

пловец доплывал ритмично дыша, выполняя вдох на каждый цикл движений руками (1 : 1).

Вариант 8 – пловец проплывал первую половину дистанции ритмично дыша (1 : 1), вторую половину дистанцию пловец плыл с полной длительной задержкой дыхания (ДЗД).

Вариант 9 – большую часть дистанции пловец проплывал с ритмичным дыханием, выполняя вдох через цикл движений руками (1 : 2).

Вариант 10 – пловец проплывал большую часть дистанции, ритмично дыша, задерживая дыхание на каждый третий цикл движений руками; последние 5 метров спортсмен плыл с полной непродолжительной задержкой дыхания (НЗД).

2.1.4. Педагогический эксперимент

Исследования проводились в несколько этапов, соответственно задачам, поставленным для экспериментального решения.

На первом (2013-2014) этапе - определялись связь техники дыхания с уровнем скоростных возможностей пловца и выяснялись некоторые закономерности, обуславливающие эту связь.

Второй (2014-2015) этап - был посвящен исследованию воздействия техники дыхания на уровень специальной выносливости и определению характере влияния, оказываемого различными вариантами техники дыхания на некоторые показатели вегетативных функций пловца, выявлялись оптимальные варианты техники дыхания, и проводилась практическая проверка эффективности этих вариантов.

На третьем (2015-2016) этапе эксперимента, моделирующем различные виды соревновательной деятельности пловцов, специализирующихся в спринте, изучали особенности индивидуальной динамики структуры движений в зависимости от характера мышечной деятельности и влияния возникающего в

процессе работы утомления, рассматривая индивидуальные (внутрицикловые) особенности техники гребковых движений спринтеров.

2.1.5. Математическая статистика

В процессе обработки экспериментальных данных применялись методы математической статистики [В.В. Иванов, 1993 и др.], широко используемые в педагогических и биологических исследованиях, средние арифметические и средние квадратические отклонения и t – критерий Стьюдента при уровне значимости $P < 0,05$.

2.2. Организация исследования

Исследование проводилось на базе плавательного бассейна «Старт» города Тольятти в период с 2013 по 2016 год.

В качестве испытуемых были привлечены квалифицированные пловцы – кролисты (1 спортивный разряд – мастера спорта) в количестве 28 человек. Возраст испытуемых 17 – 22 года.

В нашей работе также был организован анкетный опрос среди ведущих тренеров и спортсменов-пловцов высокой квалификации общим обхватом 58 человек из разных регионов России.

В анкетном опросе принимавшие участие ведущие тренеры по плаванию имели общий педагогический стаж тренерской работы более 10 лет.

В организации исследовании принимали участие тренеры ДЮСШОР города Тольятти и непосредственно сама автор исследования в качестве тренера - исследователя.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Связь техники дыхания с уровнем скоростных возможностей

Полученные данные указывают на определенную связь различных вариантов техники дыхания с уровнем скоростных возможностей пловца. В вариантах техники дыхания с меньшим количеством вдоха при плавании наблюдается повышение уровня скоростных возможностей пловца.

Таблица 1

Изменение уровня скоростных возможностей при плавании с различными вариантами техники дыхания кролем на груди
(по данным теста 3 x 25 м, с отдыхом 1,5 мин)

Номера вариантов	Характеристика вариантов	Скоростные возможности проценты ($M \pm m$)
1	(1 : 1)	100,0 \pm 0,00
2	(1 «в» : 1)	100,5 \pm 1,32
3	(1 : 1,5)	102,9 \pm 1,40
4	(2 : 3)	102,9 \pm 1,40
5	(1 : 2)	104,1 \pm 1,24
6	(1 : 3)	105,5 \pm 0,99
7	(ДЗД+1 : 1)	104,0 \pm 1,24
8	(1 : 1+ДЗД)	104,5 \pm 1,24
9	(2 : 3+НЗД)	104,5 \pm 1,24
10	(2 : 3+НЗД)	104,5 \pm 1,24

Однако, данная зависимость не является линейной, так как при плавании с соотношением дыхательных и двигательных циклов 1 : 2 и 1 : 3 различие в уровне скоростных возможностей незначительно ($1,4 \pm 0,02$ %) и статистически недостоверно, в то время как различие при плавании с соотношением 1 : 1 и 1 : 2 составило $4,1 \pm 0,05$ % с высокой степенью достоверности (табл. 1).

Проплывание частей дистанции с длительными полными задержками дыхания, в начале или конце дистанции, а также проплавание всей дистанции с ритмичным дыханием, выполняя вдох через цикл движений, оказывает практически одинаковое влияние на скоростные возможности пловца. Об этом свидетельствует одинаковый уровень скоростных возможностей, зарегистрированный в вариантах 5, 7 и 8, отличающихся именно по этим признакам. Не обнаружено различий при применении «двухстороннего» и «одностороннего» дыхания (вариант 3 и 4). Использование так называемого «взрывного дыхания» также не вызвано заметного увеличения скоростных возможностей.

Связь техники дыхания с уровнем специальной выносливости.

Для определения уровня специальной выносливости использовался тест 4 x 50 м с максимальной скоростью и паузами между отрезками продолжительностью 10 с. Выбор этого теста обосновывается высокой корреляционной связью со спортивными результатами пловцов – кролистов на дистанциях 100 и 200 м. В эксперименте участвовали 12 квалифицированных пловцов – кролистов.

Схема вариантов исследования была идентичной вариантам при определении уровня возможностей. Однако при плавании с полными задержками дыхания продолжительность проплавания была увеличена от 8 до 25 метров (НЗД - 8 м; ДЗД - 25 м).

Параметры связи техники дыхания с уровнем специальной выносливости

Номера вариантов	Характеристика вариантов	Скоростные возможности проценты (M±m)
1	(1 : 1)	100,0±0,00
2	(1 «в» : 1)	98,6±0,52
3	(1 : 1,5)	101,0±0,50
4	(2 : 3)	101,0±0,59
5	(1 : 2)	102,0±0,57
6	(1 : 3)	97,4±0,54
7	(ДЗД+1 : 1)	98,3±0,56
8	(1 : 1+ДЗД)	100,9±0,68
9	(2 : 3+НЗД)	102,7±0,57
10	(2 : 3+НЗД)	101,7±0,62

Анализ полученных данных (табл. 2) показал, что техника дыхания пловца в значительной степени связана с уровнем специальной выносливости.

В вариантах с различными по длительности и месту на дистанции задержками дыхания, наблюдались разнонаправленные изменения. В вариантах 6 и 7 было зарегистрировано значительное снижение уровня специальной выносливости. Надо полагать, что соотношение дыхательных и двигательных циклов (1 : 3), хотя и вызывает значительное увеличение уровня скоростных возможностей (табл. 1), но не может полностью компенсировать отрицательное влияние длительной задержки дыхания на последующие движения в условиях развивающегося утомления, что, в конечном итоге, сказывается на уровне

специальной выносливости пловца. Аналогичное воздействие оказывает и длительная задержка дыхания (7 вариант).

В вариантах 3, 4, 5, 8, 9, 10 наблюдалось повышение уровня специальной выносливости. Однако, статистически достоверные различия были обнаружены лишь в вариантах 5, 9 и 10, при этом наибольший вариант 9. Видимо именно такие комбинации задержек дыхания, характеризующиеся равномерными ритмичными задержками дыхания, через один цикл с последующей полной, но не продолжительной задержкой дыхания (на 7 – 10 метров) при проплывании конца дистанции являются наиболее оптимальными.

Данное положение было проведено непосредственно при плавании на дистанциях 100 и 200 м.

Результаты контрольных стартов показали, что наиболее оптимальным вариантами техники дыхания при плавании на 100-метровой дистанции более оптимальным оказался вариант 10 (2 : 3+НЗД).

Влияние поворотов головы и туловища на гидродинамическое сопротивление (ГДС) при плавании способом кроль на груди. Изменение ГДС осуществлялось с помощью динамографического устройства, позволяющего измерить сопротивление воды при протягивании пловцов с различной заданной скоростью. Протягивание осуществлялось в трех положениях пловцов с тремя скоростями. В качестве испытуемых были привлечены 20 квалифицированных пловцов.

При протягивании пловцов со скоростью 1,66 м/с в статическом «положении вдоха» (одна рука вытянута вперед, плечевой пояс повернут в сторону руки, вытянутой вдоль туловища, голова повернута в одну сторону с туловищем, угол рта на уровне воды величина ГДС увеличивается на $6,4 \pm 0,31$ % ($P = 0,05$) за счет погружения плеча. Колебания головы и туловища вокруг продольной оси, имитирующие движения при плавании кролем с выполнением вдоха вызывают увеличение ГДС на $15 \pm 0,84$ % ($P < 0,01$).

Аналогичные результаты получены при протягивании пловца со скоростью 1,33 и 2,00 м/с.

Измерение гидродинамического сопротивления, связанного с изменением плавучести при выполнении вдоха и выдоха, осуществлялось при протягивании пловца на трех скоростях.

Анализ полученных результатов показал, что при скоростях протягивания 1,83; 1,66; 2,00 м/с с задержкой дыхания на максимальном выдохе наблюдается незначительное увеличение сопротивления, сравнительно с ГДС, зарегистрированным при протягивании на максимальном вдохе.

Влияние акта вдоха и поворотов головы и туловища на кинематические и динамические характеристики движений при плавании способом кроль на груди. В исследованиях использовался комплекс аппаратуры, позволяющий регистрировать 28 кинематических и динамических показателей структуры движений пловцов.

После предварительной разминки пловцы (12 человек) проплывали 4 x 20 м с максимально возможной скоростью, используя следующие варианты движений и дыхания.

Вариант 1 – с выполнением вдоха на каждый цикл движений;

Вариант 2 – с задержкой дыхания на вдохе, но с поворотами головы и туловища как при дыхании;

Вариант 3 – с задержкой дыхания на вдохе, но с поворотами туловища вокруг продольной оси, но достаточными для свободного проноса рук над водой.

Вариант 4 – с задержкой дыхания на вдохе, и минимальными поворотами туловища вокруг продольной оси, но достаточными для свободного проноса рук над водой.

Анализ полученных данных (табл. 3) показал, что при плавании с выполнением вдоха в каждом цикле движений в одну сторону существует определенная асимметрия движений.

Таблица 3

Изменение кинематических и динамических характеристик движений при плавании способом кроль на груди с различными вариантами задержки дыхания и уменьшением поворотов туловища вокруг продольной оси тела

Характеристики движений (показатели)	В а р и а н т ы			
	1 M±m	2 M±m	3 M±m	4 M±m
1. Продвижение за цикл движений, см	180±2,25	178±1,98	176±1,98	157±1,86
2. Частота движений, темп, цикл/мин	53,1±1,01	55,5±0,88	57,4±0,94	58,3±0,98
3. Средняя скорость в цикле движений, см/с	161,0±1,00	164±0,87	168±1,24	171±1,49
4. Внутрицикловые колебания скорости, проценты	60,4±1,74	58,3±2,23	53,9±1,86	44,3±1,73
5. Время гребка рукой, с а) со стороны вдоха	0,79±0,01	0,77±0,01	0,76±0,01	0,75±0,01

б) о противоположной стороны	0,82±0,01	0,80±0,01	0,76±0,01	0,75±0,01
6. Время проноса руки, с				
а) со стороны вдоха	0,34±0,01	0,31±0,01	0,29±0,01	0,28±0,01
б) с противоположной стороны	0,31±0,01	0,28±0,01	0,29±0,01	0,28±0,01
7. Угол поворота туловища вокруг продольной оси, град				
а) со стороны вдоха	52,5±1,36	53,0±1,12	52,5±0,87	21,1±0,99
б) с противоположной стороны	46,1±0,74	45,7±1,12	52,3±1,24	21,0±1,22
8. Максимальные усилия, проявляемые во второй половине гребка, усл. ед.				
а) со стороны вдоха	20,3±0,87	22,1±0,88	23,7±1,03	23,4±0,96
б) с противоположной стороны	22,4±0,89	24,5±0,97	24,4±0,92	23,1±0,85

Исключение акта вдоха из цикла движений сопровождается увеличением темпа движений и скорости плавания и уменьшением времени цикла. Однако, время цикла уменьшается, в большей мере, за счет сокращения времени проноса руки над водой, чем за счет гребка. Кроме того, исключение усилий, проявляемых при выполнении гребковых движений.

Вместе с тем, почти ни в одном из показателей во второй вариант (по сравнению с первым) не было зарегистрировано значительных изменений в сторону уменьшения асимметрии, лишь заметно сократилась разница во времени достижения максимального усилия, имеющего место во второй половине гребка руками. Однако, эти изменения не уменьшили асимметрию в величинах самих усилий.

Значительные изменения в этом направлении произошли при использовании третьего варианта, характеризующегося стабильным положением головы и симметричными поворотами туловища. При этом отмечается значительное снижение асимметрии в кинематических и динамических характеристиках движений пловца.

При уменьшении поворотов туловища в варианте 4 наблюдалось снижение внутрицикловых колебаний скорости плавания. Нетрудно заметить, что произвольное уменьшение величины поворотов туловища становится ведущими факторами, за счет которого наблюдается увеличение скорости плавания при задержке дыхания: исключение акта дыхания приводят к увеличению скорости на $3 \pm 0,02$ см/с; уменьшение поворотов головой и туловищем – $7 \pm 0,05$ см/с ($P < 0,01$).

Влияние продолжительности задержки дыхания на кинематические и динамические характеристики движений при плавании способом кроль на груди. После предварительной разминки пловцы (12 человек) проплывали 4 x 20 м с максимально возможной скоростью, используя различные по продолжительности задержки дыхания.

Вариант 1 – с выполнением вдоха в каждом цикле движений;

Вариант 2 – с выполнением вдоха через 1 цикл движений;

Вариант 3 – с выполнением вдоха через 2 цикла движений;

Вариант 4 – с выполнением вдоха в каждом цикле после десяти циклов с полной задержкой дыхания.

Анализ полученных данных показал, что непродолжительная задержка дыхания на 1 цикл движений не вызывает значительных изменений в основных характеристиках техники плавания. Средняя скорость плавания за цикл движений остается на прежнем уровне, а «шаг» и темп не имеет статистически достоверных различий.

При плавании с дыханием через два цикла движений, время выполнения вдоха достоверно ($P < 0,05$) увеличивается на $0,04 \pm 0,001$ с по отношению ко времени вдоха при плавании с выполнением вдоха в каждом цикле движений. Соответственно этому увеличивается асимметрия поворотов туловища до $11,6 \pm 0,49$ град., что в свою очередь увеличивает асимметрию усилий, проявляемых при гребка руками. При этом наблюдается снижение движений и скорости продвижение пловца.

Особенно большое влияние на структуру движений пловца оказывает длительная задержка дыхания на 10 циклов (вариант 4). При этом темп увеличивается на $3,3 \pm 0,07$ цикл/мин, скорость плавания – $11,0 \pm 0,09$ см/с, продолжительность выполнения вдоха возрастает на $0,08 \pm 0,002$ с по сравнению с плаванием с выполнением вдоха в каждом цикле движений.

Исследование влияния плавания с различными вариантами техники дыхания на показатели вегетативных функций организма пловца. В исследованиях использовалась аппаратура, с помощью которой регистрировались показатели частоты циклов (ЧЦ), частоты дыхания (ЧД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), легочной вентиляции (ЛВ), газового состава выдыхаемого воздуха. После регистрации исходного уровня на суше и в воде испытуемые (17 человек) выполняли стандартную разминку (400 м кролем) и проплывали 4 x 100 м, используя различные варианты техники дыхания, с околопредельной скоростью и примерно одинаковым временем преодоления дистанции.

Вариант 1 – 1 : 1; вариант 2 – 1 : 2; вариант 3 – 1 : 3; вариант 4 – ДЗД + 1 : 3.

Отдых между заплывами продолжался 40 – 45 мин, при этом регистрация восстановительного периода осуществлялась в течение 15 мин.

Во второй серии исследований при проплывании 200-метровой дистанции пловца (12 человек) использовали два варианта техники дыхания (вариант 1 – 1 : 1; вариант 2 – 1 : 2).

Следует отметить, что достоверных и значительных различий в показателях скорости плавания и темпа движений по экспериментальным вариантам не было обнаружено.

При плавании на 100-метровой дистанции с выполнением вдоха в каждом двигательном цикле минутный объем дыхания (МОД) в среднем равнялся $69,0 \pm 2,51$ л/ми. Процент поглощения O_2 – $4,83 \pm 0,13$ об. % и потребление O_2 – $3,34 \pm 0,16$ л/мин.

В варианте 2, когда пловец выполнял один дыхательный цикл, на два цикла движений ЧД снизилась до $26 \pm 1,97$ дыханий/мин. Несмотря на это уровень потребления O_2 уменьшился незначительно. Этому способствовало сравнительно небольшое снижение МОД до $56,5 \pm 2,47$ л/мин за счет статистически достоверного ($P < 0,05$) увеличения ГД до $2,14 \pm 0,1$ л, а также увеличение процента поглощения O_2 до $5,77 \pm 0,15$ об. %.

При плавании с сочетанием дыхательных циклов 1 : 3 ЧД уменьшалась в среднем только на 5 дыханий/мин, так как спортсмены не могли справиться с заданным вариантом техники дыхания. Однако, несмотря на дальнейшее увеличение ГД на 0,24 л и процента поглощения O_2 до $6,0 \pm 0,2$ об. % МОД уменьшился до $50,0 \pm 2,24$ л/мин, уровень потребления O_2 – до $3,00 \pm 0,14$ мин., что является статистически достоверными изменениями ($P < 0,05$) сравнительно с показателями, зарегистрированными при плавании с выполнением вдоха в каждом цикле движений.

В варианте 4 ЧД снизилась до $14 \pm 1,24$ дыханий/мин, МОД – до $34,3 \pm 2,0$ л/мин, потребление O_2 – до $2,28 \pm 0,16$ л/мин., что является статистически

достоверными ($P < 0,05$) различиями со всеми экспериментальными вариантами.

Кислородный запрос (КЗ) и кислородный долг (КД) увеличивались с урежением дыхания по вариантам. При этом разница между КЗ первого (1 : 1) и второго (1 : 2) вариантов составила 1,21 л, что является статистически достоверным различием. В остальных вариантах наблюдалось его еще большее увеличение.

При плавании на 200 метров ЧСС в среднем на дистанциях была совершенно одинаковой в обоих экспериментальных вариантах (166 уд/мин). Частота дыханий с $43 \pm 2,0$ дыханий/мин при плавании с выполнением вдоха на каждый цикл уменьшилась до $25 \pm 1,7$ дыханий/мин во втором варианте (1 : 2). МОД уменьшился только на 9,9 л/мин. Процент поглощения O_2 увеличился незначительно (с $5,6 \pm 0,2$ об. % - вариант 1 до $5,9 \pm 0,2$ об. % - вариант 2). Однако, такое увеличение, совместно с изменениями показателей ГД, позволило удержать потребление O_2 почти на одном уровне с показателями плавания с выполнением вдоха на каждый цикл движений. При этом, значительное снижение насыщения артериальной крови кислородом было зарегистрировано в обоих экспериментальных вариантах техники дыхания.

Кислородный запрос и кислородный долг во втором варианте (1 : 2) достоверно выше, чем в первом варианте (1 : 1). При этом, разница между кислородным запросом при преодолении 200 – метровой дистанции с вариантами техники дыхания (1 : 1) и (1 : 2) составила 2,12 л, что является статистически достоверным различием ($P < 0,05$), хотя уровень потребления O_2 в обоих вариантах не имеет статистической достоверности в различиях.

Исследование возможностей произвольного снижения глубины дыхания пловца при проплывании соревновательных дистанций с уменьшением частоты дыхания. Результаты предварительного эксперимента, когда пловцам без специальной подготовки предлагалось проплыть дистанцию 100 и 200 м со снижением частоты дыхания, как при плавании с обычным дыханием,

показали, что пловцы не могут произвольно управлять этим параметром внешнего дыхания без предварительной тренировки.

Для выяснения возможностей управления развитием этих способностей нами был проведен шестинедельный педагогический эксперимент, охватывающий первую половину подготовительного периода. В эксперименте принимали участие две группы квалифицированных пловцов по 8 человек в каждой.

Схема тренировки в обеих группах была одинаковой, идентичным был и объем средств, направленный на повышение различных сторон подготовленности. При этом 50 % объема тренировочной работы составили упражнения с различными по продолжительности задержки дыхания. При проплывании тренировочных отрезков пловцы применяли одинаковые варианты техники дыхания. Отличие заключалось в том, что пловцам экспериментальной группы постоянно давались указания на уменьшение глубины дыхания.

В начале и в конце эксперимента были проведены исследования, задачей которых явилась регистрация изменений в показателях внешнего дыхания и газообмена под влиянием занятий, направленных на произвольное снижение глубины дыхания пловца. При проплывании дистанций пловцы применяли следующие варианты техники дыхания: 100 м – 1 : 2; 200 м – 2 : 3; как одна из самых эффективных для преодоления этих дистанций.

Анализ полученных данных (табл. 4) показал, что у пловцов экспериментальной группы статистически достоверно ($P < 0,05$) уменьшилась глубина дыхания как на 100, так и на 200 м. В связи с этим также статистически достоверно ($P < 0,05$) уменьшился минутный объем дыхания. Однако, наряду с этими изменениями, произошло достоверное ($P < 0,01$) увеличение процента поглощения кислорода, что позволило удержать потребление кислорода почти на прежнем уровне. Различие в показателях потребления кислорода статистически недостоверно.

Изменение некоторых показателей внешнего дыхания и газообмена под влиянием занятий, направленных на произвольное снижение глубины дыхания (экспериментальная группа)

Показатели	В начале эксперимента		В конце эксперимента	
	100 м M±m	200 м M±m	100 м M±m	200 м M±m
Частота дыхания, дыханий/мин	28±2,13	33±2,87	28±2,54	33±2,59
Минутный объем дыхания, л/мин	63,2±3,27	83,8±4,07	46,4±2,77	60,7±2,84
Глубина дыхания, л	2,31±0,14	2,54±0,18	1,62±0,12	1,83±0,14
Процент поглощения кислорода, об. %	5,5±0,18	5,4±0,17	6,4±0,24	6,5±0,19
Потребления кислорода, об. %	3,48±0,17	4,53±0,28	2,98±0,18	3,95±0,25
Кислородный запрос, л	12,7±0,39	19,4±0,52	11,6±0,34	17,6±0,58

По мере снижения глубины дыхания на дистанциях уменьшался и кислородный запрос при статистически достоверных различиях ($P < 0,05$).

Изменения, происшедшие в контрольной группе в исследуемом направлении, незначительны и носит случайный характер.

Положительное влияние уменьшения дыхания при плавании на дистанциях 100 и 200 м определено в специальных исследованиях, в результате которых зарегистрированы статистически достоверные различия в уровне специальной выносливости. При этом уровень специальной выносливости в заключительном обследовании у экспериментальной группы был выше на $2,1 \pm 0,02$ %, чем у контрольной группы. Это нашло отражение и в результатах на соревновательных дистанциях, где многим пловцам экспериментальной группы удалось улучшить свои спортивные результаты.

В заключение данного исследования хотим сделать вывод:

Эффективность техники дыхания пловца определяется, с одной стороны, качеством функционирования органов и систем, обеспечивающих поступление, транспорт и утилизацию кислорода, а с другой – величиной помех, возникающих при выполнении акта вдоха и отрицательно влияющих на мощность двигательных действий, осуществляющих продвижение пловца вперед.

Основной причиной, оказывающей отрицательное влияние на технику плавания, является не сам акт вдоха, а движения, направленные на создание условий для его осуществления. У квалифицированных пловцов при плавании способом кроль на груди выполнение самого акта вдоха снижает скорость продвижения (за счет уменьшения мощности движения при вдохе) в два раза меньше, чем дополнительное сопротивление при увеличении поворота туловища для выполнения вдоха.

Отрицательное влияние вдоха и движений с ним связанных проявляется в увеличении гидродинамического сопротивления на $15 \pm 0,84$ % и внутрицикловых колебаний скорости на $14 \pm 0,56$ %. Кроме того, осуществление акта вдоха вызывает асимметрию в движения пловца, проявляющуюся на стороне выполнения вдоха:

а) увеличением угла поворота туловища вокруг продольной оси тела (на $6,4 \pm 0,24$ град.);

б) снижение продолжительности гребка (на $3,8 \pm 0,06$ %);

- в) увеличением времени проноса руки над водой (на $9,7 \pm 0,16$ %);
- г) уменьшение максимальной величины усилия, проявляемого при выполнении второй половины гребка (на $10,3 \pm 0,48$ %);
- д) увеличением времени достижения максимального усилия, проявляемого при выполнении второй половины гребка (на $6,6 \pm 0,1$ %).

Одним из приемов, снижающих отрицательные явления, наблюдаемого при выполнении акта вдоха, служит плавание с задержкой дыхания. При этом наблюдается уменьшение поворотов туловища вокруг продольной оси на $31,4 \pm 1,59$ град. и увеличение скорости продвижения пловца до $6,2 \pm 0,12$ %.

Однако задержка дыхания при плавании отрицательно сказывается на последующих движениях пловца, увеличивая сбивающих воздействие акта вдоха и асимметрию в движениях. За счет этого часть выигрыша в скорости плавания теряется при выполнении последующих циклов движений. При этом, чем продолжительнее задержка дыхания, тем более выражено ее отрицательное влияние. Если при плавании с выполнением вдоха через один цикл движений задержка дыхания практически не оказывает дополнительного отрицательного влияния на скорость продвижения в плавательных циклах с выполнением акта вдоха, то при плавании с дыханием через два цикла скорость продвижения снижается на $1,9 \pm 0,02$ %. Плавание с задержкой дыхания на 10 двигательных циклов вызывает снижение скорости в последующих трех циклах в среднем на $7,3 \pm 0,09$ %. Это определяет целесообразность применения длительной задержкой дыхания в конце дистанции, так как при этом исключается возможность отрицательного влияния задержки дыхания на эффективность последующих циклов движений пловца.

Снижение частоты дыхания при плавании двойственно влияет на процесс дыхания пловца. С одной стороны, более высокий процент поглощения кислорода из вентилируемого воздуха повышает экономичность дыхания, а с другой – увеличение глубины дыхания требует дополнительных усилий дыхательной мускулатуры, о чем свидетельствует рост уровня кислородного запроса на фоне снижения частоты дыхания.

При скоростном плавании следует равномерно распределять задержки дыхания на дистанциях, выполняя 1 вдох на 1,5 – 3 двигательных цикла. В этом случае наблюдается значительно меньшая степень проявления отрицательных (гипоксемических и гиперкапических) сдвигов в организме пловца по сравнению с другими вариантами распределения задержек дыхания. При выполнении длительной задержки дыхания в начале дистанции (17 – 20 м) снижение насыщения артериальной крови кислородом достигает значительных величин, в 2 – 4 раза превышающих показатели, зарегистрированные при плавании с равномерным ритмичным распределением задержек дыхания. Кроме того, применение длительной задержки дыхания на последующих отрезках дистанции, что ведет к увеличению дополнительных энергозатрат и снижению специальной выносливости. Равномерное ритмичное распределение задержек дыхания, в меньшей степени связано с увеличением глубины дыхания. Кроме того, для снижения отрицательного влияния повышенных дыхательных объемов, связанных с применением различных вариантов задержек дыхания при плавании, в процесс подготовки квалифицированных пловцов рекомендуется использование целенаправленных педагогических воздействий с целью формирования навыков стабилизации глубины дыхания при снижении частоты дыхания.

Оптимальными вариантами техники дыхания для пловцов, специализирующихся на короткие дистанции способом кроль на груди, следует считать варианты, характеризующиеся равномерным ритмичным распределением задержек дыхания на дистанции (выполняя 1 вдох на 1,5 – 2 двигательных цикла) с последующей полной непродолжительной задержкой дыхания в ее конце (на 7 – 10 м). Такие варианты техники дыхания позволяют за счет повышения уровня скоростных возможностей не только компенсировать потери, связанные со снижением специальной выносливости, но и, в конечном итоге, повысить спортивный результат пловца.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Основной причиной, оказывающей отрицательное влияние на технику плавания, является не сам акт вдоха, а движения, направленные на создание условий для его осуществления. У квалифицированных пловцов при плавании способом кроль на груди выполнение самого акта вдоха снижает скорость продвижения (за счет уменьшения мощности движения при вдохе) в два раза меньше, чем дополнительное сопротивление при увеличении поворота туловища для выполнения вдоха.

2. Одним из приемов, снижающих отрицательные явления, наблюдаемого при выполнении акта вдоха, служит плавание с задержкой дыхания. При этом наблюдается уменьшение поворотов туловища вокруг продольной оси на $31,4 \pm 1,59$ град. и увеличение скорости продвижения пловца до $6,2 \pm 0,12$ %.

3. Однако задержка дыхания при плавании отрицательно сказывается на последующих движениях пловца, увеличивая сбивающих воздействие акта вдоха и асимметрию в движениях. За счет этого часть выигрыша в скорости плавания теряется при выполнении последующих циклов движений. При этом, чем продолжительнее задержка дыхания, тем более выражено ее отрицательное влияние. Если при плавании с выполнением вдоха через один цикл движений задержка дыхания практически не оказывает дополнительного отрицательного влияния на скорость продвижения в плавательных циклах с выполнением акта вдоха, то при плавании с дыханием через два цикла скорость продвижения снижается на $1,9 \pm 0,02$ %. Плавание с задержкой дыхания на 10 двигательных циклов вызывает снижение скорости в последующих трех циклах в среднем на $7,3 \pm 0,09$ %. Это определяет целесообразность применения длительной задержкой дыхания в конце дистанции, так как при этом исключается возможность отрицательного влияния задержки дыхания на эффективность последующих циклов движений пловца.

4. Снижение частоты дыхания при плавании двойственно влияет на процесс дыхания пловца. С одной стороны, более высокий процент поглощения

кислорода из вентилируемого воздуха повышает экономичность дыхания, а с другой – увеличение глубины дыхания требует дополнительных усилий дыхательной мускулатуры, о чем свидетельствует рост уровня кислородного запроса на фоне снижения частоты дыхания.

5. В результате проведенного исследований структуры двигательных действий определены наиболее общие закономерности формирования движений спортсменов в зависимости от специфики вида спорта и дистанции.

По итогам проделанной работы предлагаются практические рекомендации:

1. При скоростном плавании следует равномерно распределять задержки дыхания на дистанциях, выполняя 1 вдох на 1,5 – 3 двигательных цикла. В этом случае наблюдается значительно меньшая степень проявления отрицательных (гипоксемических и гиперкапических) сдвигов в организме пловца по сравнению с другими вариантами распределения задержек дыхания. При выполнении длительной задержки дыхания в начале дистанции (17 – 20 м) снижение насыщения артериальной крови кислородом достигает значительных величин, в 2 – 4 раза превышающих показатели, зарегистрированные при плавании с равномерным ритмичным распределением задержек дыхания. Кроме того, применение длительной задержки дыхания на последующих отрезках дистанции, что ведет к увеличению дополнительных энергозатрат и снижению специальной выносливости. Равномерное ритмичное распределение задержек дыхания, в меньшей степени связано с увеличением глубины дыхания. Кроме того, для снижения отрицательного влияния повышенных дыхательных объемов, связанных с применением различных вариантов задержек дыхания при плавании, в процесс подготовки квалифицированных пловцов рекомендуется использование целенаправленных педагогических воздействий с целью формирования навыков стабилизации глубины дыхания при снижении частоты дыхания.

2. Оптимальными вариантами техники дыхания для пловцов, специализирующихся на короткие дистанции способом кроль на груди, следует

считать варианты, характеризующиеся равномерным ритмичным распределением задержек дыхания на дистанции (выполняя 1 вдох на 1,5 – 2 двигательных цикла) с последующей полной непродолжительной задержкой дыхания в ее конце (на 7 – 10 м). Такие варианты техники дыхания позволяют за счет повышения уровня скоростных возможностей не только компенсировать потери, связанные со снижением специальной выносливости, но и, в конечном итоге, повысить спортивный результат пловца.

3. Полученные экспериментальные данные по формированию индивидуальных моделей структуры движений, возможность их практического использования в управлении спортивной тренировкой создают реальные предпосылки для повышения эффективности процесса совершенствования технической и специальной подготовленности спортсменов в различных циклических видах спорта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. – М., Наука, 1979. – 177 с.
2. Абсалямов Т. М. и др. Научное обеспечение подготовки пловцов. М., ФиС, 2010. – 193 с.
3. Булгакова Н. Ж. и др. Плавание. //Учебник для ИФК. М., ФиС, 1997. - 190 с.
4. Булгакова Н. Ж. Отбор и подготовка юных пловцов. М., ФиС, 1989. – 287 с.
5. Булгакова Н. Ж., Ванькова Ж. С., Ваньков Ал. А. «Плавание», 2002, вып. 1, с. 13—15.
6. Верхошанский Ю. В. Программирование и организация тренировочного процесса. - М.: ФиС, 2005. – 297 с.
7. Годик М.А. Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок. – М., ФиС, 1980. – 133 с.
8. Годик М.А. Спортивная метрология. – М., ФиС, 1994. – 198 с.
9. Геселевич В.А. Медицинский справочник тренера. – М., ФиС, 2009. – 356 с.
10. Зациорский В.М. Физические качества спортсмена. – М., ФиС, 2009. – 199 с.
11. Зациорский В.М. Спортивная метрология. – М., 1987. – 378 с.
12. Зимкин Н.В. Физиологические основы физической культуры и спорта. – М., ФиС, 1985.
13. Иссурин В. Б., Дольник Ю. А., Ракло Л. Я. В кн.: Проблемы моделирования соревновательной деятельности квалифицированных пловцов. М., 2005. – 235 с.
14. Иванов В.В. Основы математической статистики. М.: ФиС, 2004. – 198 с.
15. Коц Я.М. Физиология мышечной деятельности. – М., ФиС, 1986. – 576 с.
16. Коц Я.М. Спортивная физиология. – М., ФиС, 1991. – 276 с.

17. Кузнецов В.В., Новиков А.А. К проблеме модельных характеристик квалифицированных спортсменов. – ТипФК, 1977. – 15-17 с.
18. Карпман В.Л. Спортивная медицина. – М., ФиС, 1980.
19. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М., ФиС, 1998. – 247 с.
20. Каунсилмен Д. Спортивное плавание. Перевод с англ. Л. П. Макаренко. М., ФиС, 2006, - с. 127.
21. Лапутин А.Н. Оптимизация управления процессом – совершенствования технического мастерства высшей квалификации. – К., КГИФК, 1989. – 87 с.
22. Лапутин А.Н., Уткин В.Л. Технические средства обучения. М.: ФиС, 1994. – с. 67.
23. Михайлов А.Г. Физиология внешнего дыхания. – М., ФиС, 1999. – 256 с.
24. Матвеев Л.П. Основы теории и методики физической культуры. – М., ФиС, 1997. – 298 с.
25. Мищенко В.С. Соревнования и тренировка пловца. – Минск: «Высшая школа», 2009.
26. Моногаров В.Д., Мищенко В.С. Комплексная методика изучения газообменной системы организма спортсменов при физической нагрузке. – К. КГИФК, 2009.
27. Макаренко Л. П. Базовая подготовка юных пловцов. - В кн.: Плавание, М., 2006, вып. 2, с. 8 - 14.
28. Михайлов А.В. Физиология внешнего дыхания. М.: ФиС, 1998. – 97 с.
29. Михайлова О.Е. . М.: Отбор и прогнозирование в спортивном плавании. ФиС, 2001. – 228.
30. Капитонов В.А. Тренировка пловцов - спринтеров. – М., ФиС, 2008. – 111 с.
31. Петровский О.В. Оптимизация спортивной тренировки квалифицированных пловцов. – К.: Здоровья, 2008. – 176 с.

32. Платонов В.Н. Современная система подготовки пловцов. – К.: Здоровья, 2007. – 189 с.
33. Платонов В.Н. Адаптация в спорте. – М., ФиС, 1987. – 317 с.
34. Платонов В.Н. Подготовка квалифицированных спортсменов. – М., 1991. – 256 с.
35. Платонов В.Н., Фесенко С.В. Сильнейшие пловцы мира. – М., ФиС, 1998. – 377 с.
36. Платонов В. Н., Вайцеховский С. М. Тренировка пловцов высокого класса. - М.: ФиС, 1995. - 278 с.
37. Платонов В.Н. Специальная силовая подготовка пловца-спринтера. М.: ФиС, 2005. – 117 с.
38. Парфенов В. А. Плавание. Киев, Высшая школа, 1994. – 98 с.
39. Парфенов А. В. «Теор. и практ. физ. культ.», 2004, № 9. – с. 3 – 5.
40. Парфенов А. В. «Старт», Киев, 1984, № 6. – 7 – 8.
41. Смирнов Ю.И. Исследование зависимости между силовыми и скоростными качествами спортсменов. ТиПФК, 2001. №10. – с. 15-17.
42. Смирнов Ю.И. Теория и методика спортивной подготовки. – ТиПФК, 2006. №3. – с. 15-17.
43. Смирнов Ю.И. Спортивная метрология. – М., ФиС, 2001. – 379 с.
44. Степанов Г.А. Исследование содержания красной крови у представителей видов циклических упражнений. – ТиПФК, 1989. №1, 9 – 11.
45. Суслов Ф.П. Современная система подготовки спортсмена. – М., ФиС, 2005. – 344 с.
46. Степаненко Л.К. Эргонометрические характеристики плавания. – М., ФиС, 2007. – 147 с.
47. Уткин В.Л. Биомеханические аспекты спортивной тактики. – М., ФиС, 1993. – 245 с.
48. Уткин В. Л. Энергетически оптимальные режимы циклических движений у спортсменов разного возраста. - М.: ГЦОЛИФК, 2005. – 169 с.

49. Уварова В.Л. Измерение специальной выносливости пловцов различного стиля. М.: ФиС, - 2003. – 134 с.
50. Уварова В.Л. Измерение физической работоспособности пловцов мирового уровня. М.: ФиС, 2007. – 154 с.
51. Чернова А.В. Методика обучения плаванию. Саратов, 2009. – 79 с.
52. Чуркин Д.Ю. Подготовка квалифицированных пловцов. – М., ФиС, 2008. – 156 с.