

159

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

---

*На правах рукописи*

РАДЫГИН ЮРИЙ ИВАНОВИЧ

**БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ  
АНАЛИЗ ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ БРАССОМ  
И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОБУЧЕНИИ  
И ТРЕНИРОВКЕ**

*(13.00.04 — теория и методика физического  
воспитания и спортивной тренировки)*

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

Москва — 1979

Работа выполнена во Львовском Государственном институте физической культуры.

**Научный консультант —**

профессор, доктор педагогических наук **Зациорский В. М.**

**Официальные оппоненты:**

профессор, доктор педагогических наук **Ратов И. П.**,  
доцент, кандидат педагогических наук **Гордон С. М.**

Ведущая организация — Киевский Государственный институт физической культуры.

Защита состоится „10“ III 1979 года на заседании специализированного совета К 046.01.01 по присуждению ученой степени кандидата педагогических наук Государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры, Москва, Сиреневый бульвар, 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры.

Автореферат разослан „10“ III 1979 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета  
канд. пед. наук, доцент

**Ю. ПРИМАКОВ**

9. II. 1979 г.

Объем 1 л.

Тираж 150 экз.

Заказ 305

Типография ордена Дружбы народов  
Университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы  
Москва, ул. Радзивиловская, 3

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИИ. С 1956 г. советские пловцы-брассисты являются сильнейшими в мире. Один из факторов, способствующих этому, — оригинальность и высокая эффективность применяемой ими техники плавания /Ваньков, 1962; Вржесневский, 1969; Вайцеховский, 1972; Макаренко, 1975 и др./.

Однако среди специалистов по плаванию до настоящего времени нет единого мнения о рациональности современных модификаций техники брасса и критериях эффективности ее отдельных элементов /Кауношмен, 1972; Штафенк, 1973; Иссурин, 1973; Иванченко, 1974 и др./.

Так, известно, что в брассе подготовительные движения ногами во многом определяют эффективность рабочей фазы и всего стиля в целом /Гордон, 1968; Оноприенко, Прокопенко, 1975 и др./.

Между тем методические рекомендации относительно оптимальной величины углов сгибания ног в коленных и особенно в тазобедренных суставах при их подтягивании довольно разноречивы /Набатникова, 1962; Бутович, 1965; Кауношмен, 1972; Иванченко, 1974; Парфенов, 1974; Макаренко, 1975 и др./.

Это объясняется сложностью исследования техники брасса. В частности, специфические трудности возникают при использовании "метода протяжки" для определения пофазного изменения встречного сопротивления во время подготовительных движений ногами /Абсалямов, 1964; Сафарян, 1968 и др./.

Не меньшие трудности представляет выявление горизонтальной составляющей мышечной силы ног или рук в имитационных движениях на суше /Абрамов, Иванченко, 1971; Абсалямов, Белов, Дмитриенко, 1973/.

По сложившейся методике обучения брассу, сначала осваивается так называемая "ортодоксальная" техника гребка ногами: при подтягивании ног они сгибаются в тазобедренных суставах почти до прямого угла, после чего оледует толчок подошвенной части стопы. Такие дви-

жения вызывают значительное встречное сопротивление и затрудняют успешную реализацию силы мышц-разгибателей ног из-за недостаточной опоры на воду. В процессе дальнейшего совершенствования техники ставится задача формирования эффективного гребка с незначительным сгибанием ног в тазобедренных суставах и опорой на воду не только стопой, но и голенью. Как показывает практика, подобное переучивание связано с лишними затратами времени и далеко не всегда приводит к желаемым результатам.

С точки зрения современной физиологии, формирование программы деятельности на "низших уровнях", "на внутреннем кольце" требует правильного выполнения усваиваемого движения с самого начала обучения /Бернштейн, 1947; Чхаидзе, 1970, 1973/. В плавании задача выработки и совершенствования двигательного навыка осложняется еще и тем, что движения производятся в непривычных условиях водной среды и зрительный самоконтроль за движением рук и особенно ног весьма затруднителен /Афанасьев, 1971; Левин, 1974 и др./. Вместе с тем, плавательные движения усваиваются успешнее, если предварительно дать обучаемым возможность их смоделировать и проверить в облегченных условиях, особенно с помощью тренажеров, обеспечивающих контроль за кинематическими и динамическими параметрами выполняемых движений /Маслов, 1969; Иванченко, 1974; Булгакова, 1975; Кистяковский, 1975; Вайцеховский, 1976/.

Однако разработка тренажеров и комплексной методики подготовки брассистов требует предварительного проведения сложных и трудоемких исследований для выявления рациональной модели техники плавания и структуры факторов, влияющих на результат пловцов-брассистов /Штафезк, 1963; Иванченко, 1974; Платонов, 1975/. Поэтому широкого распространения такие тренажеры не получили и в настоящее

время успешно применяется лишь несколько отечественных моделей специальных тренажеров для брассистов /Радыгин, 1973; 1975; Семенов, 1974/.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА. В работе применяется новый подход к оценке эффективности техники плавания брассом с позиций биомеханических и гидродинамических условий трансформации мышечной силы пловца в силу тяги и действительную движущую силу.

Автором впервые выявлено, что встречное сопротивление, возникающее во время подготовительного движения ногами при плавании брассом, не компенсируется дополнительной движущей силой, получаемой за счет большего сгибания ног в тазобедренных суставах.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ. В работе были поставлены следующие задачи:

1. Выявить биомеханические и гидродинамические условия реализации силы в современных вариантах брасса и обосновать рациональную модель техники подготовительных движений ногами.

2. Определить средства и методы, позволяющие успешно формировать структурную основу выявленной модификации техники и совершенствовать ее.

3. Установить эффективность применения разработанных комплексов и отдельных упражнений избирательно-силовой направленности в подготовке юных и взрослых пловцов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ. Разработана рациональная модификация техники планирующего брасса, методика ее освоения и тренажер.

Тренажер и комплексная методика позволяют осваивать современную модификацию техники брасса с самого начала обучения, без дальнейшего переучивания; успешно деканонизировать сложившуюся ранее малоэффективную технику; одновременно формировать и совершенствовать

вать технику и специфические физические качества пловцов; индивидуализировать и оптимизировать процесс специальной подготовки брассистов.

ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ. Диссертация состоит из введения и шести глав. Первая глава освещает современное состояние вопроса, вторая - задачи, методы и организацию исследований, третья глава посвящена результатам исследований биомеханических условий реализации силы у пловцов-брассистов; четвертая - данным модельного эксперимента в гидроустановке; пятая - влиянию различных факторов на результаты пловцов. В шестой главе описан педагогический эксперимент, сделаны выводы и даны практические рекомендации.

Объем диссертации - 130 страниц. В работе содержится 30 таблиц, 11 схем и 2 диаграммы, 30 фотографий. Список литературы включает 278 названий, из них 29 - работы иностранных авторов. Список печатных работ содержит 8 наименований.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Для решения поставленных задач применялись следующие методы: 1/ обобщение практического опыта; 2/ биомеханические и гидродинамические исследования; 3/ педагогический эксперимент и педагогические наблюдения; 4/ антропометрические измерения и кинофотосъемка; 5) статистическая обработка полученных данных.

Практический опыт обобщался путем опроса и анкетирования. Опрошено 36 специалистов по плаванию и проанализировано 105 анкет.

Для биомеханических исследований был разработан механический аналог реализации усилий в гребковых движениях брассом - полигонно-динамометрическая установка - тренажер /ЩУ-1/ на основе динамометра ДДУ-2 и электрогониометра/, которая позволяла зафиксировать значение горизонтально направленной статической силы /ГНС/ в любой точ-

не траектории имитируемых гребковых движений. Кроме этого, с помощью динамографа определялась сила тяги при нулевой скорости плавания. В этих исследованиях участвовало 150 пловцов-бассистов.

Изменения встречного сопротивления в различных фазах подготовительного движения ногами брассом исследованы с помощью гидроустановки /ГУ/, на моделях с подвижными звеньями /в 1/10 человеческого роста/ и на макетах /в 1/8 действительных размеров ног/, каждый из которых отличался величиной угла сгибания ног в тазобедренных суставах на  $10^{\circ}$ , в коленных - на  $15^{\circ}$ . Протяжка моделей осуществлялась с помощью падающих грузов. Время протяжки фиксировалось фотоэлементами и электросекундомером /ЧСТ-43-32/ в миллисекундах.

Изменение встречного сопротивления в различных фазах подготовительного движения определялось относительно макета-I, моделирующего основную позу пловца при скольжении с вытянутыми руками и ногами.

На основании выявленных на моделях процентных данных пофазного возрастания встречного сопротивления расчетным путем определялось его возможное значение в естественных условиях плавания.<sup>x/</sup>

В ходе педагогического эксперимента определена эффективность как отдельных упражнений на тренажере, так и комплексной методики в системе специальной подготовки бассистов. В эксперименте использовались педагогические наблюдения, хронометраж и пульсометрия. Эксперименты проводились в течение 1973-1975 гг. с участием 60 юных и 35 взрослых пловцов.

Данные о разносторонней плавательной подготовке бассистов получены в результате анализа протоколов соревнований, дневников тренировок, опроса и анкетирования 120 участников сборов и сорев-

x/ Подробное описание конструкции ГУ и методика исследований даны в журнале - "Теория и практика физической культуры", 1978, 12, с. 17-20.

нований, проходивших во Львове в 1970-1975 гг. Математическая обработка данных произведена на ЭМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Экспериментальное обоснование модели техники планирующего брасса на основе биомеханического и гидродинамического анализа

Активная подвижность в коленном суставе у взрослых пловцов составляет  $48,4^{\circ} \pm 6,7^{\circ}$ , у юных -  $45,5^{\circ} \pm 5,6^{\circ}$  и связана с силой тяги ногами в абсолютных /в кг/ и относительных /на кг массы тела/ показателях силы и с результатами в плавании на 25 м --одними ногами у брассистов любой квалификации. /табл. I/ x/

Таблица I  
Связь подвижности в коленном суставе с силой тяги и результатом в плавании одними ногами на 25 м

Показатели	Коэффициент корреляции		
	МС и КМС	I р.	II р.
С силой тяги одними ногами:			
- в абсолютных показателях	0,243	0,471	0,803
- в относительных показателях	0,257	0,501	0,920
- с результатом в плавании	0,312	0,405	0,756

Активная подвижность в коленном суставе, угол сгибания в тазобедренных суставах и угол атаки тела связаны с ростом пловца и определяют эффективность гидроопорного положения ног перед началом рабочей фазы гребка /в "граничной" фазе по Х.Х. Гроссу, 1976/. Так, у спортсменов ростом 170+5 см голень может занимать наиболее выгодное положение, т.к. находится перпендикулярно к потоку, при величине активной подвижности в коленных суставах  $45-50^{\circ}$ , сгибании тазобедренных суставов до  $150^{\circ} - 145^{\circ}$  и величине угла атаки тела  $10^{\circ}$

x/ В таблицах I-6, в каждой квалификационной группе n =15.



Усилия на рабочей траектории при имитационном движении ногами брассом с ростом квалификации спортсменов распределяются более равномерно /табл. 2/.

Таблица 2  
Показатели ГНС мышц-разгибателей ног при различных углах разгибания тазобедренных /ТС/ и коленных /КС/ суставов

Фазы разгибания	Угол в КС и ТС, град.	Квалификация			
		МС M±m	КМС M±m	I разряд M±m	II разряд M±m
1	55/125	238,1±1,37	235,3±1,30	231,8±1,28	226,0±1,25
2	115/150	240,8±1,38	238,5±1,36	235,6±1,33	230,8±1,25
3	165/175	242,6±1,41	241,7±1,38	239,4±1,35	235,6±1,32

Так, разница между значениями силы ног при их разгибании в тазобедренных суставах от 125° до 150° составляет у МС около 2,0 кг, у брассистов II разряда 3,5-4,0 кг. Это разница в показателях в I-й и 3-й фазах разгибания связана прежде всего с показателями ГНС, проявляемой четырехглавой мышцей бедра. Известно, что звеном, определяющим эффективность разгибательного движения ног является голень, мышцы бедра выполняют опорную функцию /Александр, 1970/.

Показатели силы на суше /ГНС/, максимальная сила тяги /МСТ/ руками, ногами и в согласовании при фиксированном плавании /на нулевой скорости/ связаны между собой, а также с квалификацией брассистов и со скоростью плавания /табл. 3,4,5/.

ГНС рук, когда они находятся перпендикулярно к телу пловца и согнуты /до 115°-120°/ в локтевых суставах, составляет у МС 38,8 ± 5,1 кг, у второразрядников - 33,9 ± 5,5 кг.

Таблица 3

Корреляционная зависимость между показателями  
силы на суше /ГНС/ и в воде /МСТ/

Показатели	Коэффициенты корреляции		
	МС и КМС	I р.	II р.
I Сила рук на суше /ГНС/ в воде /МСТ/	0,514	0,439	0,430
II Сила ног на суше /ГНС/ в воде /МСТ/	0,346	0,391	0,333
III ГНС суммарная МСТ в полной координации	0,747	0,703	0,300

Таблица 4

Показатели максимальной силы тяги при фиксированном  
плавании

Способы фиксиро- ванного плавания	МС M ± m	КМС M ± m	I р. M ± m	II р. M ± m	III р. M ± m
При помощи рук	15,3±1,3	14,6±1,5	13,8±1,9	12,6±1,1	12,2±1,7
— " — ног	14,8±1,9	14,9±1,8	13,9±2,1	13,4±1,8	13,1±2,0
В полной координации	21,4±2,2	20,5±2,8	19,9±2,6	17,3±2,9	15,3±2,1

Таблица 5

Корреляционная зависимость между силой тяги при помощи  
рук, ног, в полной координации и скоростью плавания на  
25 м при помощи рук, ног и в полной координации

Показатели	Коэффициенты корреляции		
	МС и КМС	I р.	II р.
I Сила тяги руками Скорость плавания на руках	0,638	0,589	0,703
II Сила тяги ногами Скорость плавания на ногах	0,837	0,657	0,670
III Сила тяги в согласовании Скорость плавания в полной координации	0,932	0,875	0,954

Как видно из приведенных в табл.4 данных, сила тяги руками и ногами при фиксированном плавании примерно одинакова /соответственно: 12-15 и 13-15 кг/. Между тем средние показатели статической силы ног на су-

ше в 6-8 раз выше, чем рук. Следовательно, коэффициент реализации мышечной силы рук у брассистов составляет примерно 35-40%, силы ног - 5-6%. В таком случае разница 2-3,5 кг между значениями ГНС, проявляемой мышцами ног при разгибании в тазобедренных суставах от 125 до 150°, может дать в лучшем случае дополнительную силу тяги примерно 0,1-0,2 кг, при фиксированном плавании или, как показывают произведенные расчеты /по данным Баграша, Миненкова, Чубарова, 1973/, 0,06-0,1 кг действительной движущей силы.

Таблица 6

Показатели реализации дополнительной ГНС, возникающей при сгибании ног в тазобедренных суставах от 150 до 120°, (кг)

Классификация спортсменов	Показатели реализации дополнительной силы /кг/			
	На суше		в воде	
	ГНС	МСТ	ГНС	МСТ
МС	2,7	0,135 - 0,162	0,067 - 0,082	
КМС	3,2	0,160 - 0,192	0,080 - 0,096	
I р.	3,8	0,190 - 0,298	0,090 - 0,114	
II р.	3,9	0,195 - 0,234	0,097 - 0,117	

Очевидно, что стремление увеличить силу гребка за счет большего сгибания ног в тазобедренных суставах, как это советует, например, Каунсилмен /1972/, не вполне оправдано.

На наш взгляд, сумму показателей МСТ руками, ногами и в согласовании /табл. 4/ можно рассматривать как общий тяговый потенциал брассиста, среднее арифметическое этой суммы - как индекс тяги /ИТ/, определяющий его специальную силовую подготовленность.

По МСТ можно как оценить уровень эффективности техники в целом, так и выявить недостатки в гребковых движениях руками или ногами.

Результаты модельного эксперимента в гидроустановке по исследованию гидродинамического сопротивления при подготовительном движении ногами брассом представлены в таблице 7.

Таблица 7

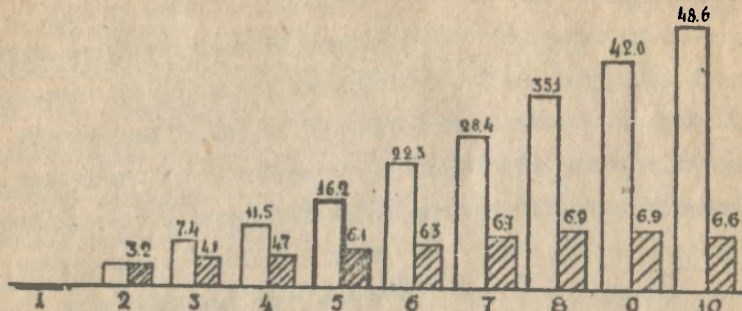
Показатели изменения длительности и скорости протяжки макетов, моделирующих фазы подготовительного движения ногами брасом

№ модели	Угол сгибания ног, КС/ТС, град.	Протяжка		Относительный прирост времени			
		время	ско-рость	к модели № 1		к каждой предыдущ.	
		мс	м/с	мс	%	мс	%
1	180/180	148	1,689	-	-	-	-
2	165/170	153	1,634	0,05	3,2	0,05	3,2
3	150/160	159	1,572	0,11	7,4	0,06	4,1
4	135/150	165	1,515	0,17	11,5	0,06	4,7
5	120/140	172	1,453	0,24	16,2	0,07	6,1
6	105/130	181	1,381	0,33	22,3	0,09	6,3
7	90/120	190	1,315	0,42	28,4	0,09	6,7
8	75/110	200	1,250	0,52	35,1	0,10	6,9
9	60/100	210	1,190	0,62	42,0	0,10	6,9
10	45/90	220	1,136	0,72	48,6	0,10	6,4

Встречное сопротивление макета 7, моделирующее сгибание в тазобедренных суставах в  $120^\circ$ , больше на 12,2%, чем у макета 5, моделирующее сгибание в  $140^\circ$ .

Очевидно, что выявленный ступенчатый характер увеличения встречного сопротивления /рис. 1/ обусловлен прежде всего возрастанием тормозящей поверхности бедер и неравномерным изменением коэффициента местного сопротивления в зависимости от углов поворота /Кострыков, 1975/, поскольку тормозящая поверхность бедра и присоединенная масса воды примерно в 3-4 раза превышает эти же показатели у голени /Гордос, 1968; Мосунов, 1972/.

Рис. 1. Возрастание встречного сопротивления /в процентах/ у макетов, моделирующих фазы подготовительного движения ногами брассом  
а/ - относительно макета № 1;  
б/ - относительно каждого предыдущего макета.

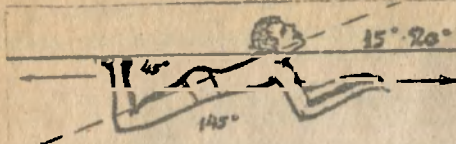


Обобщение и анализ результатов других исследователей /Вань-

ков, 1956; Оноприенко, 1968; Гордон 1968; Ширковец, 1968; Сафарян, 1969; Мосунов, 1972; Баграм, Миненков, Чубаров, 1973; Штафенк, 1973; Иванченко, 1974/, полученные нами данные и произведенные расчеты позволили установить, что у пловцов-брассистов в естественных условиях плавания встречное сопротивление при сгибании ног в тазобедренных суставах от  $145^{\circ} \pm 5^{\circ}$  до  $115^{\circ} \pm 5^{\circ}$  возрастает на 20-23,5% /0,75-0,8 на  $1^{\circ}$ / или на 0,5-0,6 кг. Эта величина, как видно из табл.6, не компенсируется приростом действительной движущей силы. Из дополнительной силы тяги /0,1-0,2 кг/ брассистами реализуется в действительную движущую силу примерно 50-60% /или 0,05-0,1 кг/. Очевидно, что сгибание ног в тазобедренных суставах при подготовительном движении больше чем на  $145^{\circ} \pm 5^{\circ}$  нерационально, так как возникает проигрыш в движущей силе /равный 0,4-0,5 кг/.

Проведенные нами комплексные исследования позволили разработать и обосновать рациональную модель техники брасса. В предлагаемой модификации техники планирующего брасса цикл начинается и заканчивается в тот момент, когда ноги находятся в граничной фазе /пятки подтянуты к лодыжкам/. Далее цикл выполняется в 4 фазы.

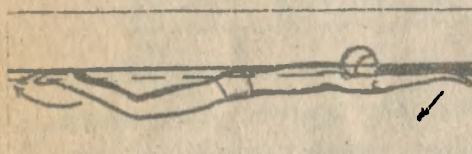
Рис.2.



Фаза I. Руки закончили гребковые движения, ноги - подготовительное. Ноги согнуты в тазобедренных суставах до  $145 \pm 5^\circ$ . Кисти рук ниже и немного впереди подбородка, голова приподнята,

таз опущен, угол атаки тела составляет  $10-15^\circ$ . В этот момент пловец делает короткий выдох-вдох. Время выдоха-вдоха определяет в данном варианте продолжительность межциклового паузы и темп плавания.

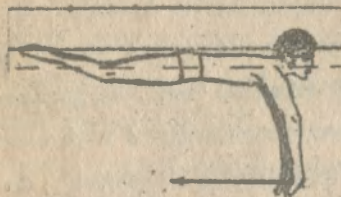
Рис.3.



Фаза 2. Голова опущена, угол атаки тела уменьшается до  $5^\circ$ , руки выдвигаются вперед и "захватывают" воду ладонями, ноги круговым захлестывающим движением

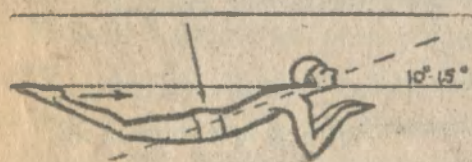
разводятся немного в стороны и назад с одновременным разгибанием коленных и тазобедренных суставов так, чтобы ступни двигались под самой поверхностью воды.

Рис.4.



Фаза 3. Тело остается в положении, близком к горизонтальному, голова опущена лицом вперед-вниз, руки производят рабочее движение, ноги вытянуты.

Рис.5.



Фаза 4. Руки, закончив рабочее движение, опускаются локтями вниз-вперед, кисти и предплечья круговыми движениями /к середине-вперед и несколько вверх/ выдвигаются под подбородок. Голова поднимается и одновременно

с опусканием таза и подтягиванием пяток к ягодицам делается быстрый выдох-вдох, с которого и начинается следующий цикл.

Эффективность предлагаемой модификации планирующего брасса обуславливается следующим: уменьшение гидродинамического сопротивления при подготовительном движении ногами сокращает потери скорости и энергозатраты; перпендикулярное положение голени перед началом рабочей фазы создает достаточно устойчивую опору на воду; предварительное растяжение четырехглавой мышцы бедра в граничной фазе позволяет выполнить последующий толчок ногами значительно сильнее; одновременное разгибание ног в коленных и тазобедренных суставах создает возможность длительно сохранять общее направление развиваемых при разгибании ног мышечных усилий вдоль продольной оси тела и обеспечивает движение стоп как можно ближе к поверхности воды; увеличивается темп гребковых движений ногами за счет сокращения времени подготовительного движения /практически подтягивается лишь одно звено - голень/.

Объединение взаимосвязанных элементов техники в фазе I, слитное согласование рабочих фаз гребковых движений /"накладывание" подготовительных фаз движения ногами на конец рабочих фаз движения руками и наоборот/ делает технику плавания в целом более динамичной.

Эффективность предлагаемой модели подтверждается проведенными нами многолетними педагогическими наблюдениями и анализом кинофотоматериалов по технике известных брассистов /Г. Прокопченко, В. Михайлова и др./.

Разработка тренажера и оценка эффективности его применения в обучении и тренировке

По величине коэффициентов корреляции между 30 различными характеристиками и результатами в плавании брассом на 25 м выделяются следующие показатели.

Таблица 8

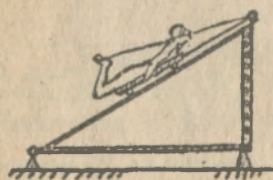
Связь между результатами в плавании брассом на 25 м и различными показателями (n=65 чел.)

№ п/п	Показатели	Коэффициенты корреляции
1.	Результаты в плавании на 50 м	0,869
2.	МСТ в согласовании	0,851
3.	Результаты в плавании на руках	0,843
4.	Результаты в плавании на ногах	0,836
5.	Результаты в плавании на 100 м	0,800
6.	Суммарная /рук и ног/, ГНС	0,800
7.	МСТ ногами	0,758
8.	Результаты в плавании на 200 м	0,756
9.	МСТ руками	0,738
10.	Рост	0,690
11.	Индекс тяги	0,670
12.	ГНС мышц рук	0,653
13.	Вес	0,651
14.	ГНС мышц-разгибателей голени	0,648

Данные корреляционного анализа подтвердили важность принципа соразмерности /Зациорский, 1972; Набатникова, 1975/ и комплексного сочетания нагрузок /Вайдеховский, Набатникова, 1972; Платонов, 1974; Макаренко, 1975 и др./. Очевидна и важность систематического использования разнохарактерных нагрузок избирательно-силовой направленности /Платонов, 1975/ как на суше, так и в воде для эффективного формирования специфического для брассистов синтезированного качества скоростно-силовой выносливости /Бутович, Чудовский, 1968/.

Вышеизложенные положения, а также анализ и обобщение полученных нами данных легли в основу разработанного нами тренажера и комплексной методики спортивно-технической подготовки пловцов-брассистов.

Рис. 6



Сконструированный нами тренажер "Торка" /рис.6/ представляет собой платформу, по которой движется тележка с пловцом: вверх - под



действием силы рук или ног, вниз - под действием силы тяжести. Усилия и темп движения регулируются изменением угла наклона платформы.

С помощью упражнений на тренажере можно развивать усилия в пределах от 10 до 50% собственного веса в темпе от 30 до 60 циклов в минуту, а также имитировать физиологические нагрузки пловцов в воде, регулируя их по ЧСС /в пределах от 90 до 180 ударов в минуту/.

Тренажер используется и для выполнения изокинетических упражнений. Закрепив тележку регулировочным креплением /цепью/ спортсмен может развивать максимальные усилия в любой точке траектории гребковых движений.

Для точного определения и дозировки нагрузки разработано биомеханическое обоснование конструкции тренажера /профильные расчетные схемы и номограммы. х/

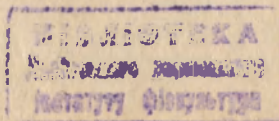
7843  
С целью выявления эффективности применения тренажера как средства комплексной подготовки спортсменов был проведен сравнительный педагогический эксперимент с группами юных и взрослых пловцов. В программу физической подготовки экспериментальных групп /наряду с использованием традиционных средств и методов/ были включены упражнения, выполняемые на тренажере.

а/ Использование тренажера в обучении юных пловцов

Испытуемым экспериментальной группы для воспроизведения на тренажере задавалась модель гребковых движений со сгибанием ног в тазобедренных суставах при подготовительном движении не более  $150-145^\circ$  и с максимально возможным  $45 \pm 5^\circ$  сгибанием в коленных суставах.

Успешному формированию специальных физических качеств и приобретению основных навыков в технике гребковых движений ногами брассом с незначительным сгибанием в ТС способствовало выполнение упражнений

х/ Подробное описание устройства тренажера и методика его использования опубликованы в журнале "Плавание", 1975, вып.2, с. 44-46.



без сгибания в них, но с обязательным "плотным" подтягиванием пяток к ягодцам /по методу гиперболизации А.М.Дикунова, 1972/; уступающе-преодолевающий режим работы мышц-разгибателей ног; индивидуальные учебные задания и нагрузки, контролируемые по ЧСС.

Наиболее эффективными для 10-12 летних детей оказались следующие односторонние серии с варьированием усилий /в процентах относительно веса тела/ и темпа /количества подъемов на тренажер за одну минуту/: для ног  $35 \pm 5$ ;  $25 \pm 5$ ;  $15 \pm 5$ ; для рук  $20 \pm 5$ ;  $15 \pm 5$ ;  $10 \pm 5$ ; в темпе 20-25; 30-35; 40-50.

Оптимальное соотношение упражнений: для рук и ног - 2:1 /две двойные серии в трех режимах для рук, одна - для ног/.

Проведенный шестинедельный эксперимент показал, что выполнение упражнений на тренажере способствует эффективному и правильному формированию рациональной основы современной техники брасса /табл.9/, опережающему приросту силовых показателей /табл.10/ и увеличению активной подвижности в коленных суставах.

Таблица 9

Показатели количества ошибок при освоении техники плавания брассом у испытуемых в экспериментальной /1/ и контрольной /2/ группах /в процентах к общему числу занимающихся/

Длительность обучения, в неделях	О ш и б к и							
	в положении тела и голени		в гребковых движениях				в согласовании	
	1	2	руками		ногами		1	2
2	5,5	5,5	11	12	19,0	24,0	16,5	17,5
4	3,5	3,6	10	11	15	22	15	16,5
6	2,3	2,5	8,5	10,5	13,5	20	13,5	15,5

Поэтапная, через каждые 2 недели обучения, оценка качества освоения техники плавания брассом /по трехбалльной системе/ показала преимущество экспериментальной методики: в первой группе средний балл 2,5 /соответственно: 2,3; 2,5; 2,7/, в контрольной - средний балл 2,3 /соответственно: 2,2; 2,4; 2,5/. Приблизительно 75-80%

детей первой группы сразу выполнили заданную модель гребковых движений правильно. Ошибок делалось на 7-10% меньше, качество освоения техники в целом оказалось выше на 20-30%.

Таблица 10

Динамика прироста силовых показателей мышц рук в процентах к исходным данным в экспериментальной /1/ и контрольной /2/ группах

Длительность подготовки в месяцах	Количество испытуемых	на суше		в воде	
		1	2	1	2
1	30	6-7%	5-6%	2,5±0,33	2,5±0,41
2	"	8-10%	7-8%	20-21%	14-15%
3	"	20-25%	15-16%	52-55%	35-40%

Примечание: Исходные данные: силовые показатели мышц рук испытуемых равны в экспериментальной группе  $5,5 \pm 0,4$  кг, в контрольной -  $5,5 \pm 0,38$  кг.

После трех месяцев занятий на тренажере показатели статической силы мышц рук /ГНС/ в экспериментальной группе увеличились в среднем на 20-25%, силы тяги /МСТ/ - на 55%; в контрольной - соответственно на 5-6% и на 35-40%. Опережающий рост силовых показателей в воде выразился и в том, что пловцы первой группы достигли лучших /в среднем на 10-15%/ спортивных результатов.

Как показали исследования, применение тренажера позволило уменьшить отсев юных спортсменов. Так, после трех месяцев занятий по результатам в плавании из 60 детей было оставлено наиболее работоспособных 15, причем из экспериментальной 9, из контрольной 6 человек. В целом эффективность подготовки юных пловцов благодаря применению тренажера повысилась на 30-35%.

#### б/ Использование тренажера для специальной физической подготовки

В эксперименте участвовало 35 пловцов с ортодоксальной техникой гребковых движений. В основном применялись 2-3 двойные одноминутные

серии /на руках и на ногах/ с усилиями  $20-40 \pm 10\%$  по отношению к собственному весу в темпе  $40 \pm 10$  движений в минуту. После шести недель занятий при выполнении контрольного задания - проплыть 200 м брассом в условиях соревнований - 25% мужчин и 30% женщин вернулись к своей технике со значительным /до  $130-120^\circ$  и более/ сгибанием ног в тазобедренных суставах и толчком подошвенной частью стопы. Остальные пловцы освоили новую модификацию техники и с учетом ее использовали в дальнейшем.

Применение тренажера /особенно у юных пловцов/ способствовало повышению скорости плавания и улучшению спортивной формы, благодаря приросту показателей специфической силы рук на суше и в воде, увеличению гибкости и подвижности в суставах ног и рук, быстрому восстановлению работоспособности организма, в частности сердечно-сосудистой системы, после перерывов в тренировочных занятиях /табл. 10/.

Опыт показывает, что помимо упражнений на тренажере, для эффективного и качественного освоения рациональной техники брасса, у пловцов необходимо создать пространственные представления об исходных углах сгибания ног и их соотношения на простейших моделях. Например, для моделирования углов сгибания ног и приобретения навыков их оценки "на глаз" можно с успехом использовать три звена обычного складного метра. Хороший эффект дают также специальные упражнения на развитие активной подвижности в суставах ног и прыжковые упражнения, особенно выполняемые с незначительным сгибанием ног в тазобедренных суставах "замахиванием" голени пятками назад к ягодицам.

#### В Н В О Д Н

I. Активная подвижность коленных суставов связана с показателями длины тела, возрастом и квалификацией пловцов-бассистов, а также с величиной силы тяги ногами / $r = 0,243-0,803$ / и результатами в плавании с помощью одних ног / $r = 0,312-0,756$ /.

2. Экспериментально показано, что величина активной подвижности в коленных суставах существенно влияет на углы сгибания в тазобедренных суставах и угол атаки тела; во многом определяет эффективность гребковых движений ногами и выбор индивидуальной техники плавания.

3. Биомеханический и гидродинамический анализ условий реализации мышечной силы, показал, что возрастание встречного сопротивления /0,5-0,6 кг/ в результате большего, чем на  $145^{\circ}$  сгибания ног в тазобедренных суставах, не компенсируется дополнительной действительной движущей силой /0,067-0,117 кг/, получаемой за счет большего сгибания.

4. Эффективность предлагаемой модификации "планирующего дельфинобрасса" обеспечивается:

- наименьшими потерями в движущей силе, что достигается хорошей обтекаемостью тела пловца в момент наивысшей внутрициклового скорости, благодаря изменению угла атаки тела /на  $10 \pm 5^{\circ}$ / внутри цикла;
- сгибанием ног в тазобедренных суставах до  $145 \pm 5^{\circ}$  в коленных - до  $45 \pm 5^{\circ}$ ;
- лучшими условиями для реализации силы ног в рабочей фазе, обусловленным выгодным положением голени в граничной фазе и предварительным растяжением четырехглавой мышцы;
- слитностью рабочих фаз гребковых движений руками и ногами и незначительными межцикловыми паузами, благодаря "взрывному" выдоху-вдоху.

5. Экспериментальные педагогические исследования показали, что эффективному формированию структурной основы рациональной техники гребковых движений ногами способствует использование метода "гиперболизации", тренажера и комплексов специальной физической подготовки избирательно-силовой направленности.

6. Выявлено, что наиболее эффективным средством комплексного технического и физического совершенствования пловцов-брассистов

является при работе на тренажере использование двойных односторонних серий с отягощениями у взрослых пловцов до  $40 \pm 10\%$ , у юных - до  $25 \pm 10\%$  к весу собственного тела, в темпе от 30 до 60 "вкатываний", при средней /120-160 ЧСС/ физиологической нагрузке.

7. Эффективность освоения и совершенствования техники плавания детьми младшего школьного возраста повышает использование тренажера и комплексов взаимосвязанных подготовительных упражнений на суше и в воде, выделение главного структурного элемента техники, обучение приемам самоконтроля элементов плавательных движений.

8. Эффективность разработанной методики сопряженной подготовки для брассистов, с использованием тренажера выявилась в лучшем /по сравнению с контрольной/ освоении техники плавания брассом занимающимися экспериментальной группы /на 20-30%/, в опережающем росте силовых показателей как на суше /на 2-5%/, так и в воде /на 10-12%/, улучшении времени проплывания контрольных отрезков ногами в согнутом состоянии /на 10-15%/.

9. Педагогические наблюдения показали, что лучшему освоению современных модификаций техники гребковых движений ногами брассом способствует:

- предварительное воспитание у занимающихся пространственных представлений об угловых величинах путем моделирования;
- использование упражнений для развития активной подвижности в суставах ног и специальных прыжковых упражнений, выполняемых с "замахиванием" голени назад.

10. Проведенные исследования показали, что для повышения качества учебно-тренировочного процесса в плавании имеется достаточно большой резерв в более широком использовании комплексных методов специальной подготовки с помощью тренажерных устройств.

#### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Все расчеты индивидуальной нагрузки при работе на тренажере номографированы, благодаря чему легко определяются оптимальные силовые взаимодействия /между массой тела спортсмена, углом наклона платформы и прилагаемыми усилиями/.

2. Для успешного овладения предлагаемой модификации техники брасса необходимо: оптимальное соотношение упражнений для совершенствования в технике брассом - 60-50%, дельфином - 30-20%, кролем на груди и на спине - 10% /как на суше, так и в воде/; вертикальная постановка голени в граничной фазе; плавание ногами в высоком темпе /50-60 движений в I мин./ с чередованием гребков ногами дельфином и брассом /1:1/.

#### Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Эффективность использования тренажерного устройства в физической и технической подготовке пловца. - В кн.: Тезисы докладов Всесоюзной научно-методической конференции по совершенствованию учебно-воспитательного процесса в институтах физической культуры. /Москва, 17-19 мая 1973/, М., 1973, с.94-96.

2. Тренажер для специальной физической подготовки пловцов на суше. - В кн.: Материалы Всесоюзной научно-методической конференции по проблеме "Техническое мастерство квалифицированных спортсменов" /Омск, 24-27 сентября 1973/. М., 1973, с.108-109.

3. Реализация мышечной силы в плавании. - В кн.: Материалы IV республиканской научно-методической конференции по проблемам физической культуры и спорта в Туркменской ССР. /Ашхабад, 28-30 мая 1974/. Ашхабад. Туркменистан, 1976, с. 115-116.

4. Тренажер для специальной физической подготовки пловцов, - Плавание, 1975, вып. 2, с. 44-46 /в соавторстве/.

5. Совершенствование брассистами гребковых движений ног. - Плавание, 1977, вып. I, с. 24-25.

6. Оптимизация подготовки юных брассистов. - В кн.: "Тезисы Всесоюзной научно-практической конференции "Актуальные проблемы управления системой подготовки спортивных резервов /Минск, 15-18 января 1977/". М., 1977, ч. I, с. 155-156.

7. К вопросу совершенствования методики преподавания плавания в институтах физической культуры. - В кн.: Совершенствование системы подготовки кадров по физической культуре и спорту /ГЦОЛИФК. Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции /Львов, 3-5 октября 1978/. М., 1978, с. 148-149.

8. Метод моделирования в гидродинамических исследованиях техники брасса. - Теория и практика физической культуры. 1978, 12, с. 17-20.

*Закон*