

ИЗМЕРЕНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ В СПОРТЕ: ПЛАВАНИЕ

Сергиенко Л. П.

Николаевский межрегиональный институт развития человека ВУЗ «Открытый международный университет развития человека «Украина»

Аннотация. Статья посвящена обобщению опыта тестирования специальной подготовленности и измерений морфологических и функциональных признаков у пловцов. Описана технология оценки жировой и мышечной массы тела. Приведены тесты, используемые для оценки эффективности техники плавания и развития двигательных способностей пловцов. Рассмотрены пробы, которые позволяют оценить функциональное состояние пловцов.

Ключевые слова: измерения, тестирование, плавание.

Анотація. Сергієнко Л. П. **Вимірювання і тестування у спорті: плавання.** Стаття присвячена узагальненню досвіду тестування спеціальної підготовленості і вимірювання морфологічних і функціональних ознак у плавців. Описана технологія оцінки жирової і м'язової маси тіла. Наведено тести, які можуть бути використані для оцінки ефективності техніки плавання та розвитку рухових здібностей плавців. Розглянуті зміст проб, які дозволяють оцінювати функціональний стан плавців.

Ключові слова: вимірювання, тестування, плавання.

Abstract. Serhiyenko L. **Measurements and tests in sport: swimming.** The article deals with the generalization of experiment in a special training for measurements of morphological and functional indications in swimmers. The technology of estimation of fat and muscle in body weight is described. The tests for estimation of efficiency of swimming technical and the development of motor abilities in swimmers are given. The technologies which estimate the functional state of swimmers are offered.

Key words: measurements, test, swimming.

Постановка проблемы. Контроль (морфологический, педагогический, физиологический, биохимический) в спорте является важной составляющей процесса управления спортивной подготовкой. Он осуществляется при помощи измерений и использования тестовых методик. Важным является подбор информативных и надежных тестов. Методология тестирования должна быть унифицированной. Желательно иметь модельные показатели развития двигательных способностей спортсменов различного пола и спортивной квалификации. Это даст возможность сравнить индивидуальные показатели с групповыми. Обобщающих работ в отношении специальных измерений и использования специальных тестов для оценки перспективности или тренированности в различных видах спорта чрезвычайно мало. Поэтому в задуманной нами серии статей мы начинаем с плавания.

Анализ последних достижений и публикаций.

Одной из наиболее значимых работ, в которой освещены проблемы контроля развития двигательных способностей пловцов, является книга «Плавание» под общей редакцией В. Н. Платонова [2]. Из зарубежных публикаций можно назвать фундаментальную работу С. J. Gore [9], в которой обобщен опыт физиологического тестирования австралийских пловцов. Однако информация приведена в обобщенном виде, недостаточно понятном для практического тренера, практически не описаны лабораторные методы измерений.

Поэтому **целью написания статьи** является обобщение опыта тестирования специальной подготовленности и измерений морфологических и функциональных признаков у пловцов.

Методы исследования. Анализ и обобщение отечественной и зарубежной литературы. Использование системного анализа в изложении материала. Обобщение педагогического опыта тренеров по плаванию.

Основные результаты исследования. Оценка физического и функционального состояния пловца

имеет важное значение для управления тренировочным процессом. Измерения и тесты, которые используются для пловцов, имеют свою специфику. Основной комплекс измеряемых признаков, которые рекомендованы отечественными и зарубежными специалистами, приведены на рис. 1. Опишем их.

Измерение морфологических признаков. Как полагают D. Pyne, G. Maw, W. Goldsmith [10], измерение длины и массы тела пловца должно быть ежедневным (особенно это необходимо делать молодым пловцам). Для взрослых пловцов важным является контроль компонентов массы тела: жирового и мышечного.

Определение жировой массы тела. Наиболее широко используемым методом для определения жировой массы тела является аналитический метод Я. Матейки [1; 4]. Он заключается в расчете простой формулы:

$$D = S \times d \times K_1,$$

где D – абсолютная масса жира тела (кг); S – поверхность тела (m^2); d – средняя толщина подкожного жира (в мм), K_1 – константа, которая равна индексу (получена экспериментальным путем на анатомическом материале).

Средняя толщина подкожного жира (d) для женщин и мужчин соответственно определялась по формулам:

$$d = \frac{(\sum d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_7)}{14} \quad \text{для женщин,}$$

$$d = \frac{(\sum d_1 + d_2 + \dots + d_8)}{16} \quad \text{для мужчин.}$$

То есть показатели суммы жировых складок делятся на 2 и на число жировых складок (7 для женщин и 8 для мужчин):

- d_1 – трицепса (задней поверхности плеча);
- d_2 – бицепса (передней поверхности плеча);
- d_3 – предплечья;
- d_4 – под лопаткой;
- d_5 – над бедренными костями;
- d_6 – на бедре;
- d_7 – на голени;
- d_8 – на груди (только для мужчин).



Рис. 1. Комплекс основных измеряемых признаков пловцов

Процентная масса жира определяется по формуле:

$$\% \text{ жира} = \frac{D, \text{ кг}}{P, \text{ кг}} \times 100 ,$$

где $D, \text{ кг}$ – абсолютная масса жира тела;
 $P, \text{ кг}$ – масса тела.

Определение мышечной массы тела. Определение мышечной массы тела происходит по формуле:

$$M=L \cdot r^2 \cdot k ,$$

где M – абсолютная масса мышечной ткани, кг;
 L – длина тела, см;
 r – среднее значение радиусов плеча, предплечья, бедра, голени, см;
 k – константа, которая равна величине 6,5.

В соответствии с нижеприведенной формулой определяют средний радиус четырех показателей верхних и нижних конечностей:

$$r = \frac{\sum_1}{4 \times 2\pi} - \frac{\sum_2}{4 \times 2 \times 10} = \frac{\sum_3}{25,12} - \frac{\sum_4}{80} ,$$

где:

$$\sum_1 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 ;$$

- Q_1 – обхват плеча в расслабленном состоянии;
- Q_2 – обхват предплечья максимальный;
- Q_3 – обхват бедра максимальный;
- Q_4 – обхват голени максимальный.

$$\sum_2 = 0,5 \times (d_4 + d_5) + d_6 + d_7 + d_8 ;$$

- d_4 – толщина кожно-жировой складки бицепса;
- d_5 – трицепса;
- d_6 – на предплечье;
- d_7 – на бедре;
- d_8 – на голени.

Расчет относительной мышечной массы (M_1) производится по формуле:

$$M_1 = \frac{M}{P} \times 100\% .$$

Оценка. Ориентировочные средние показатели мышечной массы по отношению к массе всего тела составляют: 43 % у мужчин, 36 % у женщин, 50 % у спортсменов.

В плавании соотношение жирового и мышечного компонентов тела спортсменов важно. Увеличение хотя бы одного из этих компонентов приводит к увеличению общей массы тела. А масса тела влияет на сопротивление в воде во время движения. И хотя увеличение количества жира, вероятно, улучшит плавучесть спортсмена, однако это не аргумент к ее увеличению. Женщины-пловцы имеют более значимый компонент жировой ткани, чем мужчины. Больше соотношение жировой ткани по сравнению с мышечной тканью у пловцов, избравших своей спортивной специализацией длинные дистанции по сравнению со спринтерами.

Для пловцов высокого класса некоторые антропометрические показатели представлены в табл. 1.

Оценка эффективности техники плавания.

Австралийские специалисты [8] предложили оценивать технику плавания на дистанции 7x50 м. Проплавание 50-метровых отрезков осуществляется непрерывно с постепенно нарастающей интенсивностью. Первые 50 м пловец проплывает за время около 2-х минут, а время проплывания каждого последующего отрезка уменьшается на 12 с. В тесте определяется количество гребковых движений в течение каждого цикла. Фиксируется общее количество гребков (рис. 2) и рассчитывается длина проплытой дистанции за один гребок (рис. 3). Кроме субъективной оценки эффективности гребковых движений, в тесте осуществляется количественный анализ динамики техники плавания.

Оценка развития силовых способностей. Максимальная сила. Объективность оценки развития силовых способностей пловцов зависит от особенностей специфической работы мышц. Максимальная сила может определяться как в динамическом, так и в статическом режиме работы мышц. Однако в отношении пловцов высокой квалификации статический

Сергиенко Л. П. ИЗМЕРЕНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ В СПОРТЕ: ПЛАВАНИЕ

Таблиця 1

Длина, масса тела и суммарные показатели кожно-жировых складок ($\bar{X} \pm S$) у пловцов сборной команды Австралии

Антропометрические показатели	Пол	
	Женщины (n=25)	Мужчины (n=29)
Длина тела, см	171,8±5,0	185,7±5,4
Масса тела, кг	64,8±5,6	81,2±7,1
Σ толщин кожно-жировых складок, мм	64,3±8,4	48,1±9,1

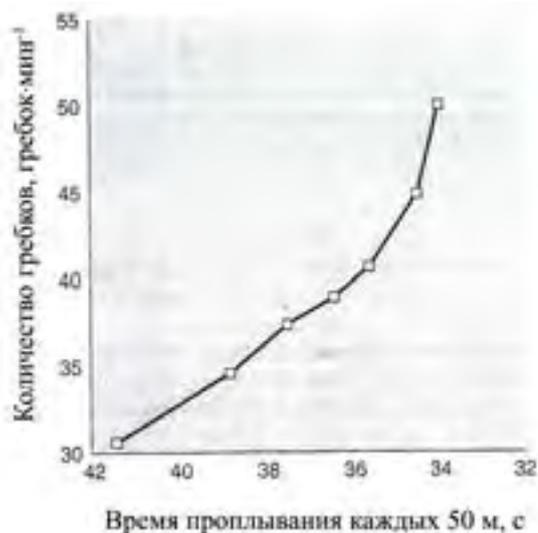


Рис. 2. Количество гребков при плавании с различной скоростью в тесте 7х50 м

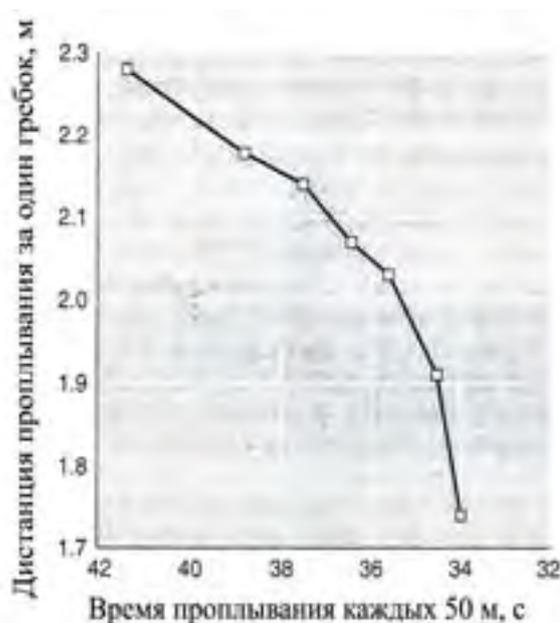


Рис. 3. Дистанция проплытия за каждый гребок при плавании с различной скоростью

режим мало приемлем [2].

В США диагностику силовых способностей пловцов осуществляют при помощи биокинематической скамьи с электронной регистрацией усилий в изокINETическом режиме. В качестве примера, на рис. 4 представлены формы приложения усилий призера игр XXI Олимпиады П. Рока, при имитации гребков различными формами плавания.

Взрывная сила. При ее оценке используют скоростно-силовой индекс, представляющий отношение максимальной величины силы (F_{max}) ко времени ее проявления (t_{max}). Указанная методика может быть применена при выполнении основных фаз рабочих движений как ногами (рис. 5), так и руками (рис. 6).

Силовая выносливость. Уровень силовой выносливости проявляется в способности пловца пре-

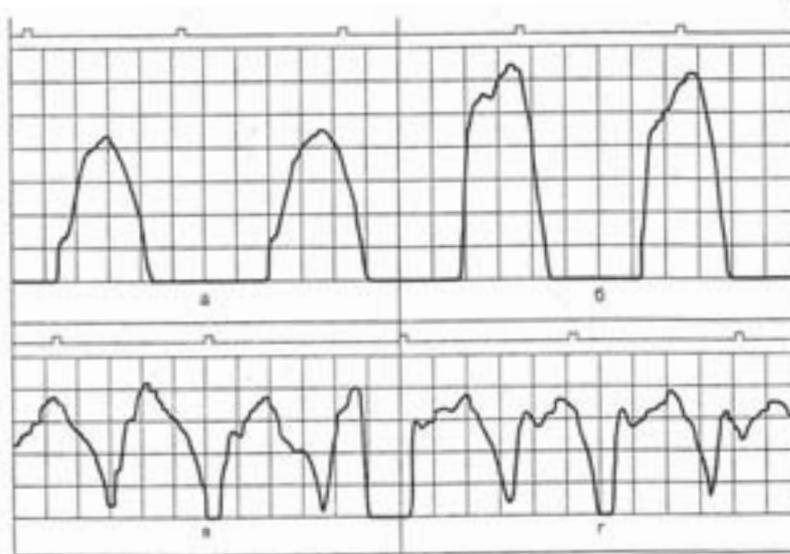


Рис. 4. Сила, развиваемая П. Рокка при имитации гребковых движений: а – баттерфляем, б – брассом, в – кролем, г – на спине; масштаб по вертикали: для баттерфляя – 400 Н, для остальных способов – 200 Н

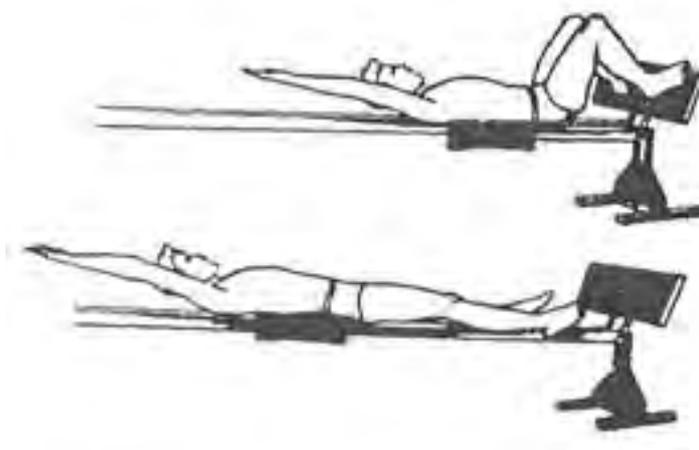


Рис. 5. Регистрация взрывной силы мышц ног при работе на тренажере «скользящая тележка»

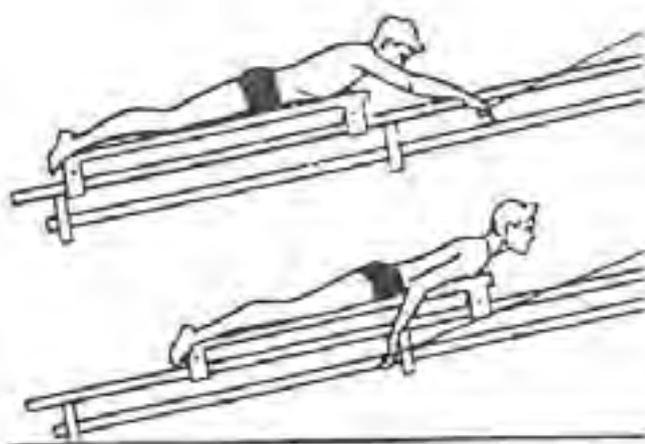


Рис. 6. Регистрация взрывной силы мышц рук при работе на тренажере «скользящая тележка»

одолевать утомление при выполнении длительной работы со значительным сопротивлением. При тренировке на суше широко используется следующий тест: пловец выполняет имитирующие движения на тренажере, представляющем скользящую по наклонной поверхности тележку (см. рис. 6). Темп движений подбирается индивидуально и соответствует тому, который пловец развивает на соревновательной дистанции [2].

Для юных пловцов силовая выносливость может определяться в тесте сгибание-разгибание рук в упоре лежа. Средние показатели в тесте для пловцов в возрасте 9–14 лет приведены в табл. 2.

Оценка развития скоростных способностей.

Оценить уровень развития скоростных способностей у пловцов лучше всего по уровню максимальной скорости на относительно короткой дистанции. В. Н. Платонов (2000) полагает, что возможно использовать следующие тесты:

- проплывание 10–25-метровых отрезков с ходу. Это позволяет избежать влияния старта на уровень дистанционной скорости. Скоростные способности в данном тесте оценивают по уровню развиваемой скорости (в м·с⁻¹) или времени преодоления отрезка соответствующей длины;
- определение расстояния, которое спортсмен может преодолеть за время 10 с (время может варьироваться в зависимости от пола, возраста и спортивной квалификации пловца);
- для определения скорости старта регистрируют время проплывания со старта заданного отрезка: обычно 7,5 или 10 м;
- комплексная оценка скоростных способностей, включающая эффективность старта, дистанционную и финишную скорость осуществляют путем определения времени преодоления 25- или 50-метровой дистанции;
- определяется временем преодоления первых 5 м дистанции, свидетельствующем об эффективности полета тела, входа в воду и скольжения (в секундах);
- определяется время преодоления вторых 5 м дистанции, свидетельствующее об эффективности перехода от скольжения к первым плавательным движениям;
- определяется темп движений (в мин) и шаг (в см) гребковых движений;
- определяется скорость движения кисти (скорость одиночного движения в основной части гребка при плавании с максимальной скоростью (м·с⁻¹)).

При оценке скоростных способностей пловцу предлагают выполнить 3–4 попытки. Паузы между попытками должны обеспечить полное восстановление работоспособности и психическую настройку (длится

обычно 2–4 мин).

Оценка развития анаэробных способностей.

Для определения уровня развития алактатных анаэробных способностей пловца могут использоваться ряд тестов [2]:

1. Для пловцов, специализирующихся на 100 м:
 - а) проплывание с максимальной скоростью 75 м;
 - б) 4х50 м с максимальной скоростью и отдыхом между отрезками 10 с;
2. Для пловцов, специализирующихся на 200 м:
 - а) 4х50 м с максимальной скоростью и отдыхом между отрезками 10 с;
 - б) 6х50 м с максимальной скоростью и отдыхом между отрезками 20 с.

В тестах могут определяться относительные показатели: определяется средний показатель проплывания всех отрезков к уровню абсолютной скорости на этом отрезке. Интерпретация результатов может быть следующей: чем ближе отношение приближается к 1, тем выше алактатные анаэробные способности.

Оценка развития аэробных способностей.

За рубежом для оценки развития аэробных способностей пловцов разработан тест 7х200 м (описан С. Foster, D. J. Fitzgerald, P. Spatz [7]). Он основан на анализе показателей частоты сердечных сокращений (ЧСС) и лактата крови при постепенно возрастающей нагрузке при плавании. Содержание проведения теста в следующем.

Для спортсмена составляется индивидуальный протокол выполнения теста (табл. 3). Он приемлем для спортсменов различных специализаций (плавание вольным стилем, на спине и плавание брасом). Пловцы выполняют 7 нагрузок. Первая нагрузка составляет примерно 70 % от максимальной. Каждая последующая нагрузка уменьшается на 5 с. Последняя нагрузка выполняется с максимальной интенсивностью и при максимальной для данной нагрузки ЧСС. Контроль времени осуществляется через каждые 100 м. Между попытками дается перерыв 5 мин, чтобы определить ЧСС и взять кровь для последующего определения лактата. Динамика ЧСС, которая характеризует тренированность пловца, при выполнении данного теста приведена на рис. 7.

У более тренированных спортсменов величина ЧСС при низких нагрузках выше, а при нагрузках высокой интенсивности – ниже.

Характерная динамика лактата крови в данном тесте приведена на рис. 8.

Косвенным показателем оценки аэробных способностей пловца может быть максимальное потребление кислорода (МПК). Методики оценки данного показателя описаны нами ранее [3]. Определяют аэробные способности также по показателям рассто-

Таблица 2

Средние показатели силовой выносливости в тесте сгибание-разгибание рук в упоре лежа у юных пловцов в возрасте 9–14 лет [5]

Пол	Возраст, лет					
	9	10	11	12	13	14
М	10	11	12	14	16	17
Ж	6	6	7	7	7	7

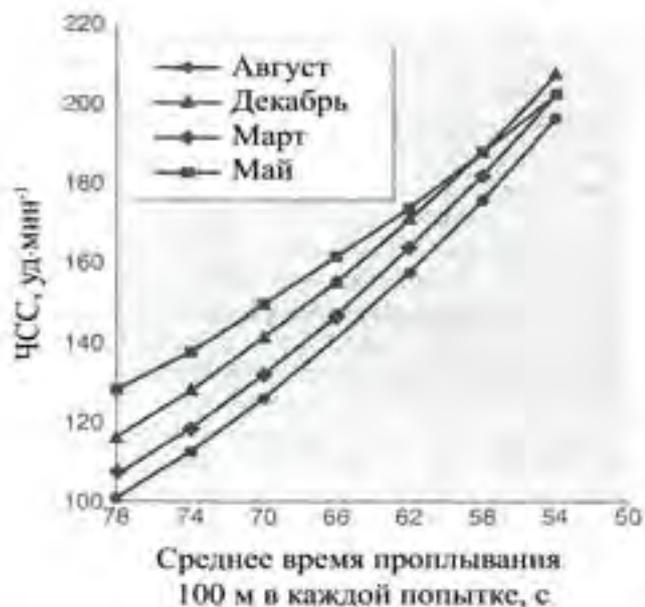


Рис. 7. Динамика ЧСС, зареєстрована в тесті плавання 7x200 м у кваліфікованого пловця в різні періоди тренувань

Таблиця 3
Індивідуальний протокол виконання тесту 7x200 м

Номер отрезка	Близко к заданному времени, %	ЧСС по отношению к максимальному, уд·мин ⁻¹	Разница в выполнении данной нагрузки по отношению к максимальной, с	Время выполнения теста, мин.с
1	70	-70	-30	2.25
2	75	-60	-25	2.20
3	80	-40	-20	2.15
4	85	-30	-15	2.10
5	90	-20	-10	2.05
6	95	-10	-5	2.00
7	100	0	0	1.55

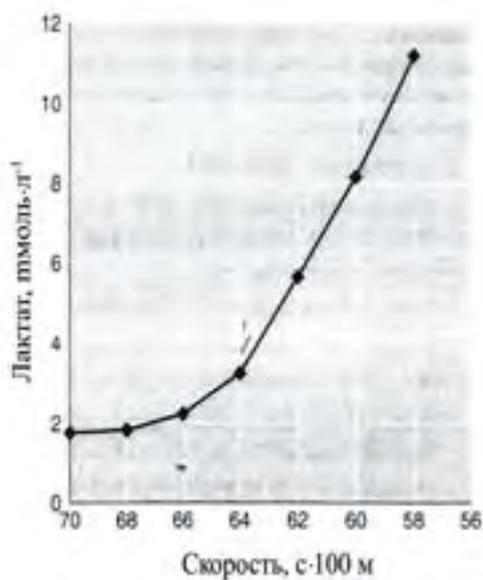


Рис. 8. Динамика лактата крові в тесті 7x200 м со ступенчато зростаючої навантаженням

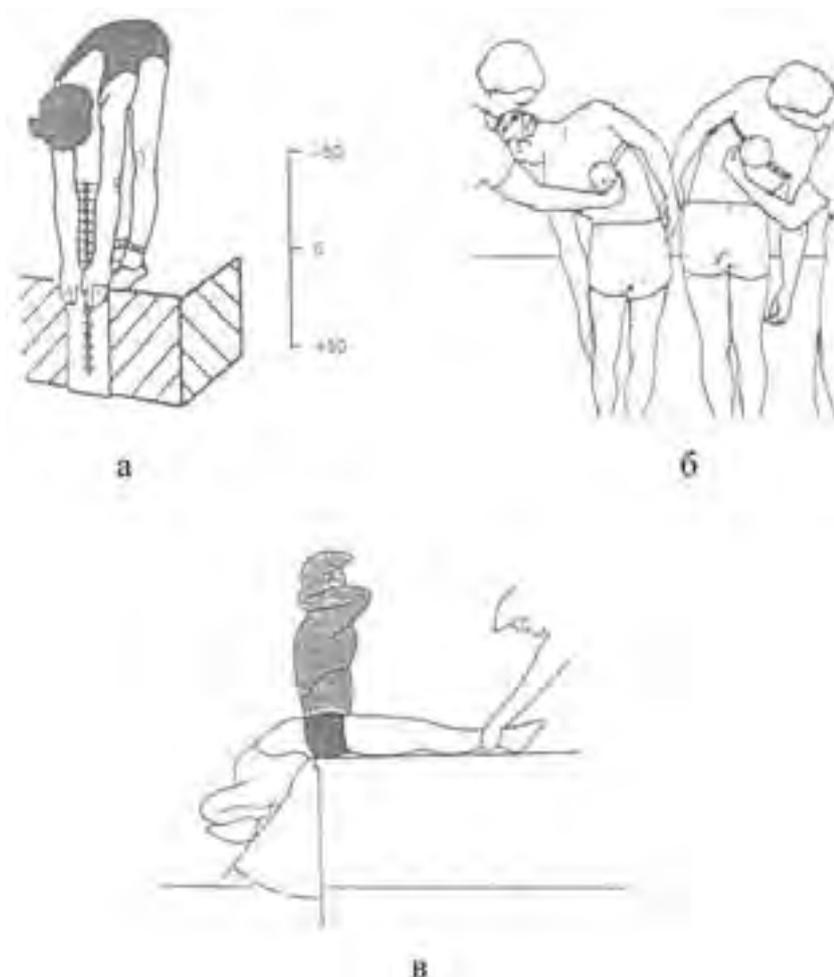


Рис. 9. Измерение активной подвижности позвоночного столба в различных плоскостях:
а – сгибание при наклоне вперед из положения стоя; б – наклон в сторону из положения стоя;
в – разгибание позвоночного столба из положения лежа

яния проплывания спортсмена за время 10–12 мин. Однако по техническим причинам, как отмечает В. Н. Платонов [2], не всегда точно можно установить расстояние.

Оценка развития способности к гибкости в суставах. Контроль подвижности в суставах пловцов осуществляют при помощи метода гониометрии в угловых единицах. Гибкость в суставах можно оценивать в линейных единицах или визуально (наименее точный способ, но приемлем в массовом контроле). Для пловцов основное значение имеет подвижность суставов позвоночного столба, плечевых и голеностопных суставов.

Подвижность в суставах позвоночного столба. У пловцов подвижность в суставах позвоночного столба определяют по степени наклона туловища вперед, в стороны и назад (рис. 9).

При наклоне туловища вперед подвижность в суставах оценивается по расстоянию от края подставки (скамейки, табуретки) до средних пальцев рук (в см). Если пальцы рук оказались выше скамейки, то результат обозначается со знаком минус, если ниже – со знаком плюс.

Оценку подвижности позвоночного столба при боковых наклонах осуществляют при помощи гравитационного гониометра в положении стоя. Возможно также оценивать разницу от пола до среднего пальца руки в положении основная стойка и при наклоне



Рис. 10. Измерение пассивной подвижности в плечевых суставах

в сторону.

При разгибании позвоночного столба branшевым гониометром (в градусах) оценивают степень наклона туловища назад.

Подвижность в плечевых суставах. Пассивную подвижность в плечевых суставах определяют из исходного положения – лежа животом на столе (или

гимнастической скамейки). Гравитационный гониометр закрепляют на кисти. Другой пловец отводит руки назад до болевого ощущения (рис. 10).

Возможен другой вариант данного теста. Тестируемый пловец принимает положение седа, спина выпрямлена, ноги прямые. Тестолог, стоя за спиной, отводит руки максимально назад. Оценка здесь следующая. Если руки приближаются одна к другой на расстояние 15 см без особого усилия, тогда пловец обладает средним уровнем развития гибкости. В том случае, если руки соприкасаются или скрещиваются, гибкость у тестируемого – выше средней.

Подвижность в голеностопном суставе. Возможна оценка активной подвижности в голеностопных суставах у пловца при сгибании стопы (рис. 11). Измеряется расстояние от большого пальца до опоры. Показатели гибкости D. R. Arnot, C. Gaines [6] предлагают оценивать в баллах (табл. 4).

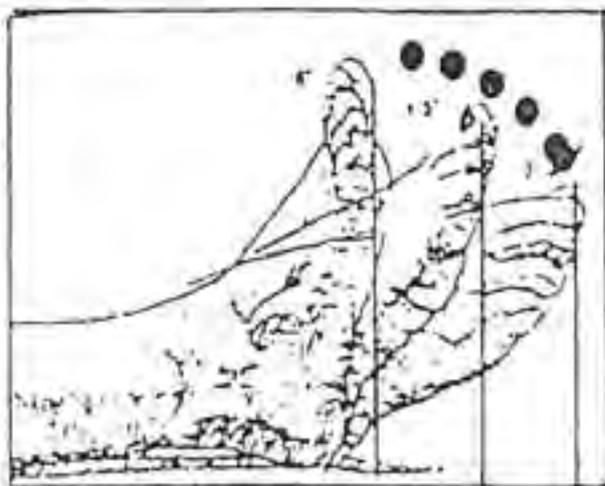


Рис. 11. Измерение активной подвижности в голеностопном суставе при сгибании стопы

Таблица 4
Оценка активной подвижности в голеностопных суставах, измеренная при сгибании стопы, см

Мужчины	Женщины	Баллы
6,5	4	5
7,5	5	5
9	6,5	4
10	7,5	3
11,5	9	2
12,5	10	2
14	11,5	1
15	12,5	1

Оценка развития координационных (психомоторных) способностей. В специфических условиях у пловцов оценивается развитие чувства времени, развиваемых усилий, темп движений. Описаны тесты В. Н. Платоновым (2000).

Оценка чувства времени. Для этого могут быть предложены несколько тестов:

1. Проплавание серии 6x50 м с интервалом 60 с. Первый отрезок проплывается с максимальной скоростью. Пловцу сообщается время. Каждый последующий отрезок проплывается хуже на 1 с. Регистрируется сумма ошибки (в секундах) воспроизведения данного результата.

2. При проплывании дистанции 1000 м через каждые 30 с делать 10-секундные ускорения. Оценивается точность воспроизведения 30-секундных отрезков.

Оценка чувства развиваемых усилий. Плавание на привязи с резиновым амортизатором – 5 раз по 30 с с паузами 1 мин. Первый раз прикладывается усилие 50 % от максимальной силы тяги, второй – 90 %, третий – 60 %, четвертый – 80 %, пятый – 70 %. Оценивается ошибка (в %) воспроизведения усилий в каждой попытке и всей работы в целом.

Оценка чувства темпа. Проплавание серии 6x50 м за определенное количество гребков. Например, первый отрезок предлагается преодолеть за 30 гребков, второй – за 20, третий – за 25, четвертый – за 30, пятый – за 20, шестой – за 25. Оценка производится по сумме допущенных ошибок.

Оценка функционального состояния организма. Приводим технологию выполнения нескольких функциональных проб [5]:

1. У пловца вначале определяется ЧСС в покое. Потом предлагается максимально быстро преодолеть тренировочную дистанцию. После этого вновь определяется ЧСС. Разность пульса служит мерой физиологических трат организма при максимальных усилиях.

2. Пловцу предлагается проплыть в максимальном темпе избранную дистанцию. После этого проводится три измерения ЧСС: сразу после заплыва, через 30 с и 60 с. Каждое измерение длится 10 с. При динамическом наблюдении можно определить степень тренированности пловца. Оценка здесь такая: больше время проплывания дистанции и более высокая ЧСС указывает на плохую тренированность. И наоборот – лучшее время проплывания дистанции по сравнению с исходными показателями и ниже ЧСС – указывает на хорошую тренированность (спортивную форму).

3. Данная функциональная проба разработана австралийскими специалистами. Пловцу предлагают проплыть с максимальной скоростью определенную дистанцию (фиксируется время). Не выходя из воды, у пловца определяется ЧСС. Второй раз ЧСС измеряется через 1 мин отдыха. Для оценки функционального состояния пловца определяется коэффициент по формуле:

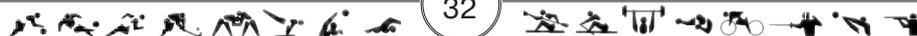
$$K = \frac{\text{Время проплывания дистанции, с}}{\sum \text{ЧСС, уд} \cdot \text{мин}^{-1}}$$

Оценка: при хорошей тренированности коэффициент меньше, а при плохой – больше.

Выводы:

1. В статье представлен комплекс основных измеряемых признаков пловцов для оценки их физического состояния.

2. Описана технология измерения морфологических признаков: жировой и обезжиренной



массы тела.

3. Обобщен опыт австралийских специалистов по оценке эффективности техники плавания в тестовом испытании.

4. Приведены наиболее широко используемые специальные тесты, которые дают возможность оценить развитие двигательных способностей пловцов.

5. Кратко описаны пробы, которые позволяют оценить функциональное состояние организма пловцов.

В перспективе в дальнейших исследованиях может быть обобщен опыт использования измерительных процедур и тестов в ведущих плавательных странах мира.

Литература:

1. Мартиросов Э. Г. Методы исследования в спортивной антропологии / Э. Г. Мартиросов. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 199 с.
2. Плавание : [Учебник] / Под общ. ред. В. Н. Платонова. – К. : Олимпийская литература, 2000. – 495 с.
3. Сергієнко Л. П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: Підручник / Л. П. Сергієнко. – К. : КНТ, 2010. – 776 с.
4. Спортивная морфология : Учебное пособие / [Г. Д. Алексанянц, В. В. Абушкевич, Д. Б. Тлехас и др.]. – М. : Советский спорт, 2005. – 92 с.
5. Тесты в спортивной практике / Х. Бубэ, Г. Фэк, Х. Штюблер, Ф. Трогш. – М. : Физкультура и спорт, 1968. – 239 с.
6. Arnot R. *Tratado de la actividad fisica selesione su deporte* / R. Arnot, C. Gaines. – Barcelona, Paidotribo, 1994. – 454 p.
7. Foster C. *Stability of the blood lactate–heart rate relationship in competitive athletes* / C. Foster, D. J. Fitzgerald, P. Spatz // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 1998. – Vol. 31. – P. 578–582.
8. Maw G. J. *Measurement and application of stroke dynamics during training in your own pool* / G. J. Maw, S. Volk // *Australian Swimming Coach*. – 1996. – Vol. 12 (3). – P. 34–38.
9. *Physiological Tests for Elite Athletes*. Australian Sports Commission / Ed. C. J. Gore. – Champaign, IL. : Human Kinetics, 2000. – 464 p.
10. Pyne D. *Protocols for the Physiological Assessment of Swimmers* / D. Pyne, G. Maw, W. Goldsmith // *In: Physiological Tests for Elite Athletes*. Australian Sports Commission. – Champaign, IL. : Human Kinetics, 2000. – P. 372–382.

