

Лекция – 11 (2ч)

Тема: Метрологические основы контроля за физической подготовленностью спортсменов

Метод анкетирования

План:

1. Общие положения о контроле в ФВ и спорте.
2. Общие требования к контролю.
3. Контроль за скоростными качествами.
 - 3.1. Контроль за временем реакции
 - 3.2. Контроль за быстротой движений
 - 3.3. Добротность скоростных тестов
 - 3.4. Контроль за силовыми качествами
 - 3.5. Добротность силовых тестов.

1. Общие положения о контроле в ФВ и спорте

В процессе управления подготовкой спортсмена необходимо осуществлять контроль (в переводе с *фр.* — проверка чего-либо). Под контролем в спортивной метрологии понимают сбор информации об объекте (системе) с целью коррекции.

В процессе физического воспитания объектами контроля являются:

- 1) нагрузки;
- 2) состояние человека:
 - а) здоровое состояние — состояние нормального функционирования всех систем организма человека в нормальных внешних естественных условиях;
 - б) болезненное состояние;
 - в) состояние "спортивной формы" — состояние повышенной готовности переносить внешние нагрузки и адаптироваться к ним.
- 3) уровни развития сторон спортивной подготовленности (физической, тактической, технической, психологической и теоретической);
- 4) уровни развития физических качеств: силы, быстроты, выносливости, гибкости, ловкости;
- 5) специальное спортивное оборудование: спорсооружения, спортснаряды, экипировка, вспомогательные средства;
- 6) состояние спортивных животных;
- 7) спортивное судейство;
- 8) воздействие фармакологических средств и т.д.

В практике физического воспитания и спорта осуществляют комплексный контроль за состоянием спортсмена, его соревновательной и тренировочной деятельностью, который может быть представлен в виде общей схемы (рис. 19).

Различают три разновидности комплексного контроля: этапный, текущий и оперативный. Общая схема, иллюстрирующая соотношение

между направлениями и разновидностями комплексного контроля, представлена в табл. 13.

Таблица 13

Соотношение между направлениями и разновидностями комплексного контроля

Разновидность комплексного контроля	Направление контроля		
	Контроль соревновательной деятельности (СД)	Контроль тренировочной деятельности	Контроль подготовленности спортсменов*
Этапный контроль	а) Измерение и оценка различных показателей на соревнованиях, завершающих определенный этап подготовки;	а) Построение и анализ динамики характеристик нагрузки на этапе подготовки;	Измерение и оценка показателей и контроля в специально организованных условиях в конце этапа подготовки
	б) анализ динамики показателей СД на всех соревнованиях этапа	б) суммирование нагрузок по всем показателям за этап и определение их соотношения	
Текущий контроль	Измерение и оценка показателей на соревновании, завершающем микроцикл тренировки (если оно предусматривается планом)	а) Построение и анализ динамики характеристик нагрузки в микроцикле тренировки; б) суммирование нагрузок по всем характеристикам за микроцикл и определение их соотношения	Регистрация и анализ повседневных изменений подготовленности спортсменов, вызванных систематическими тренировочными занятиями
Оперативный контроль	Измерение и оценка показателей на любом соревновании	Измерение и оценка физических и физиологических характеристик нагрузки упражнений, серии упражнений, тренировочного занятия	Измерение и анализ показателей, информативно отражающих изменение состояния спортсменов в момент или же сразу после упражнений и занятий

Примечание: необходимо отметить, что значительную информацию о подготовленности спортсменов специалисты получают в ходе контроля за соревновательной и тренировочной деятельностью. Однако условия, в которых проходят соревнования и тренировки, трудно стандартизировать; кроме того, их результаты дают интегральную оценку. Тренеру же часто необходима информация об отдельных сторонах подготовленности, которую можно получить только в специально организованных стандартных условиях.

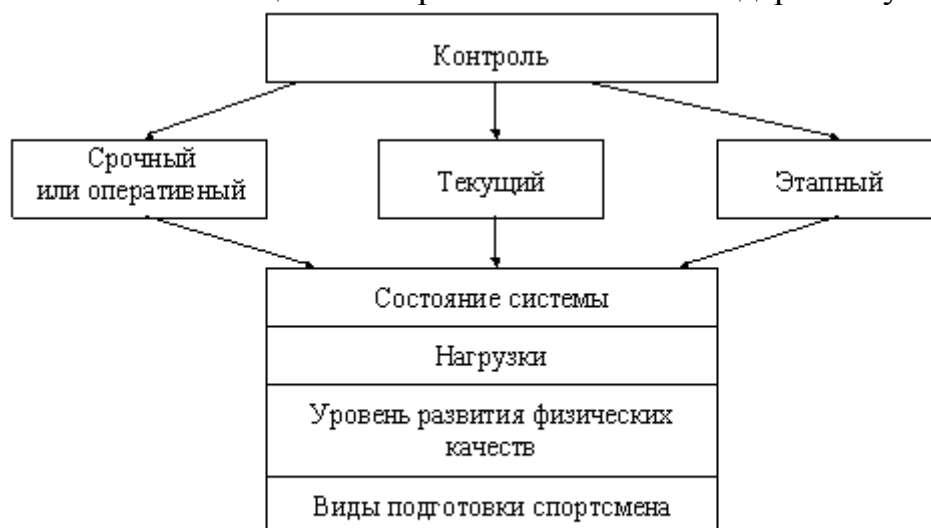


Рис.19. Общая схема контроля в ФВ и спорте.

2. Общие требования к контролю

Контроль за физической подготовленностью включает измерение уровня развития скоростных и силовых качеств, выносливости, ловкости, гибкости, равновесия и т.п. Возможны три основных варианта тестирования:

- 1) комплексная оценка физической подготовленности с использованием широкого круга разнообразных тестов (например, измерение достижений в полиатлоне);
- 2) оценка уровня развития какого-либо одного качества (например, выносливости у бегунов);
- 3) оценка уровня развития одной из форм проявления двигательного качества (например, уровня скоростной выносливости у бегунов).

При тестировании физической подготовленности необходимо предварительно:

- 1) определить цель тестирования;
- 2) обеспечить стандартизацию измерительных процедур;
- 3) выбрать тесты с высокой надежностью и информативностью, техника выполнения которых сравнительно проста и не оказывает существенного влияния на результат;

4) освоить тесты настолько хорошо, чтобы при их выполнении основное внимание было направлено на достижение максимального результата, а не на стремление выполнить движение технически правильно;

5) иметь максимальную мотивацию на достижение предельных результатов в тестах (это условие не распространяется на стандартные функциональные пробы);

б) иметь систему оценок достижений в тестах.

Соблюдение всех этих условий обязательно, но особое внимание при проведении тестирования следует уделять созданию такого психического настроя, который бы позволил полностью выявить истинные возможности каждого спортсмена. Этого можно добиться, приблизив условия тестирования к соревновательным, в которых обычно демонстрируются наивысшие достижения.

На рисунке 20 представлена схема этапов проведения любого вида контроля в ФВ и спорте.

Рис. 20. Схема этапов контроля в ФВ и спорте.

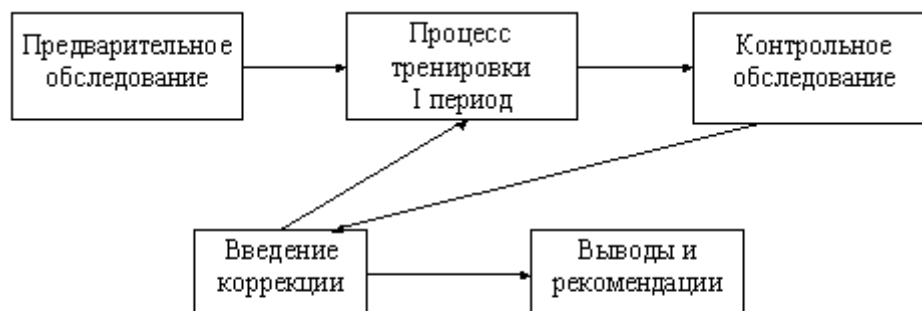


Рис. 20. Схема этапов контроля в ФВ и спорте.

3. Контроль за скоростными качествами

Скоростные качества спортсменов проявляются в способности выполнять движения в минимальный промежуток времени. Принято выделять *элементарные и комплексные формы проявления скоростных качеств* (М. А. Годик, 1966).

Элементарные формы включают в себя:

- а) время реакции;
- б) время одиночного движения;
- в) частоту (темп) локальных движений.

Комплексные формы представлены быстротой выполнения спортивных движений (временем спринтерского бега, рывков футболиста или хоккеиста, ударов боксера и т.п.).

3.1. Контроль за временем реакции

Время выполнения любого упражнения обычно складывается из двух

переменных: *времени реакции (ВР)* и *времени движения (ВД)*. Например, результат в беге на 100 м, равный 10,5 с, представляет собой сумму времени стартовой реакции бегуна (0,15 с) и времени пробега дистанции (10,35 с). “Удельный вес” ВР оказывается наибольшим в тех упражнениях, где его значения сопоставимы с временем следующих за реагированием движений (наиболее типична такая ситуация в спортивных играх и единоборствах).

Различают *простые и сложные реакции*: последние, в свою очередь, подразделяются на *реакции выбора* и *реакции на движущийся объект*.

Время простой реакции измеряют в таких условиях, когда заранее известен и тип сигнала, и способ ответа (например, при загорании лампочки — отпустить кнопку, на выстрел — стартера начать бег). Длительность простых реакций сравнительно невелика и, как правило, не превышает 0,3 с.

В лабораторных условиях измерение ВР проводится с помощью *реакциометров (хронорефлексометров)*. Сигнал (звуковой, световой или тактильный) должен быть стандартным. Погрешность измерительного комплекса не должна превышать единицу миллисекунды. Например, при измерении ВР на световой раздражитель должны быть стандартизованы: расстояние между спортсменом и сигналом, форма, цвет и яркость сигнала, фон, на котором предъявляется, освещенность помещения, размер и форма датчика, усилие, прикладываемое к нему, способ ответа (нажатие или отрыв).

В соревновательных условиях способ измерения ВР обуславливается особенностями старта, либо условиями выполнения элементов соревновательного упражнения. Например, на стартовые колодки (стартовую тумбу бассейна и т.п.) помещаются контактные датчики, допустимая погрешность срабатывания которых не должна превышать 1-2 мс. Стартовые пистолет, датчики и время измерительное устройство (ВИУ) соединены между собой так, что выстрел пистолета запускает ВИУ, а замыкание (или размыкание) контакта останавливает его.

Сложная реакция характеризуется тем, что тип сигнала и вследствие этого способ ответа неизвестны (такие реакции свойственны преимущественно играм и единоборствам, где ответные движения спортсмена всецело определяются действиями соперника). Зарегистрировать время такой реакции в соревновательных условиях весьма трудно.

Измерение *времени реакции на движущийся объект* проводится так: в поле зрения спортсмена появляется объект (это может быть соперник, мяч, шайба, точка на экране и т.п.), на который нужно реагировать определенным движением. Длительность таких реакций составляет 0,3–0,8 с.

Длительность реакций всех типов зависит от многих факторов (вида спорта, возраста, квалификации и состояния спортсмена в момент измерения ВР, сложности и освоенности движения, которым он реагирует на сигнал; типа сигнала и т.п.). В связи с этим вариативность ВР как показателя скоростных качеств (и внутрииндивидуальная, и межиндивидуальная) оказывается весьма значительной.

3.2. Контроль за быстротой движений

Измерение времени (скорости) максимально быстрых движений осуществляется двумя способами: *ручным* (с помощью пружинного секундомера) и *автоматическим* (с помощью электромеханических спидографов, фотоэлектронных устройств, приборов, основанных на эффекте Доплера, лазеров и т.п.).

Регистрация времени пружинным секундомером наиболее проста, но имеет ряд недостатков: во-первых, погрешность ВИУ весьма значительна; во-вторых, итоговый результат зависит от ВР секундометриста, которое весьма вариативно; в-третьих, так как результат измерения - это сумма ВР и ВД, то определить “чистое” ВД нельзя; в-четвертых, невозможно измерить мгновенное значение скорости в любой точке движения.

В значительной степени лишены данных недостатков автоматические ВИУ. Самым простым из них является *электромеханический спидограф*, состоящий из лентопротяжного механизма с отметчиками времени и расстояния. К ним присоединена через катушку с тормозом леска, другой конец которой крепится к поясу спортсмена. Во время бега (или плавания, гребли и т.п.) вытягивание лески приводит к замыканию контактов, и писчики отмечают на ленте время (через каждые 0,02 с) и расстояние (через 1 м). Из всех автоматических ВИУ спидограф наименее точен; погрешность его измерений составляет 5–7%.

Более предпочтительной в этом смысле является *фотоэлектронная установка*. Она состоит из фотоэлементов, усилителя и регистрирующего устройства (электронных часов, осциллографа, самописца и т.п.). Фотоэлектронные датчики располагаются в определенных точках дистанции (например, через каждые 3 м для бега на 30 м или через каждые 5 м для бега на 100 м); при пересечении линии датчиков изменяется их освещенность, и ВИУ срабатывает.

Перспективными для измерения ВД являются ВИУ, основанные на эффекте Доплера, лазерные измерители и т.п.

3.3. Добротность скоростных качеств

Информативность некоторых показателей, характеризующих быстроту движения, представлена в таблице 14.

Таблица 14

Критерии	Показатели ВД	Коэффициент информативности
Результат в беге на 100 м	а) константа стартового ускорения K_1 б) время на отрезке 80-100 м в) частота постукивания кистью	-0,114 0,930 -0,180... -0,270
Результат в беге на 30 м	Константа стартового ускорения K_1 , определяемая расчетным путем	0,830
Максимальная скорость бега	а) частота шагов в беге б) время опоры в) время полета	0,930 -0,750 -0,770
Спортивная квалификация	Время достижения максимальной скорости в беге на 100 м	Низкий, т.к. и квалифицированные спортсмены, и новички достигают V_{max} на 4-5 с

Видно, что мало информативными и, следовательно, непригодными для контроля за скоростными качествами являются такие тесты, как частота движений кистью (так называемый теппинг-тест), время достижения максимальной скорости.

3.4. Контроль за силовыми качествами

Под *силой* принято понимать способность мышц преодолевать внешнее или внутреннее сопротивление за счет развития их напряжения. От уровня развития силовых качеств зависят достижения практически во всех видах спорта, и поэтому методам контроля и совершенствования этих характеристик уделяется значительное внимание. Методы контроля за силовыми качествами имеют давнюю историю. Первые механические устройства, предназначенные для измерения силы человека, были созданы еще в XVIII в.

При контроле за силовыми качествами обычно учитывают три группы показателей.

1. Основные: а) мгновенные значения силы в любой момент движения (в частности, максимальную силу); б) среднюю силу.

2. Интегральные, такие как импульс силы.

3. Дифференциальные, например, градиент силы.

Максимальная сила весьма наглядна, но в быстрых движениях сравнительно плохо характеризует их конечный результат (например, корреляция между максимальной силой отталкивания и высотой прыжка может быть близка к нулю). Согласно законам механики конечный эффект действия силы, в частности усилие, достигнутое в результате изменение скорости тела, определяется импульсом силы. Графически — это площадь,

ограниченная кривой $F(t)$ (рис. 21). Если сила постоянна, то **импульс** — это произведение силы на время ее действия. При численных расчетах импульса силы производится операция интегрирования, поэтому показатель называется интегральным. Наиболее информативен импульс силы при контроле за ударными движениями (в боксе, по мячу и т.п.).

Средняя сила — это условный показатель, равный частному от деления импульса силы на время ее действия. Введение средней силы равносильно предположению, что на тело в течение того же времени действовала постоянная сила (равная средней).

Дифференциальные показатели получают в результате применения математической операции дифференцирования. Они показывают, как быстро изменяются мгновенные величины силы.

Различают два способа регистрации силовых качеств:

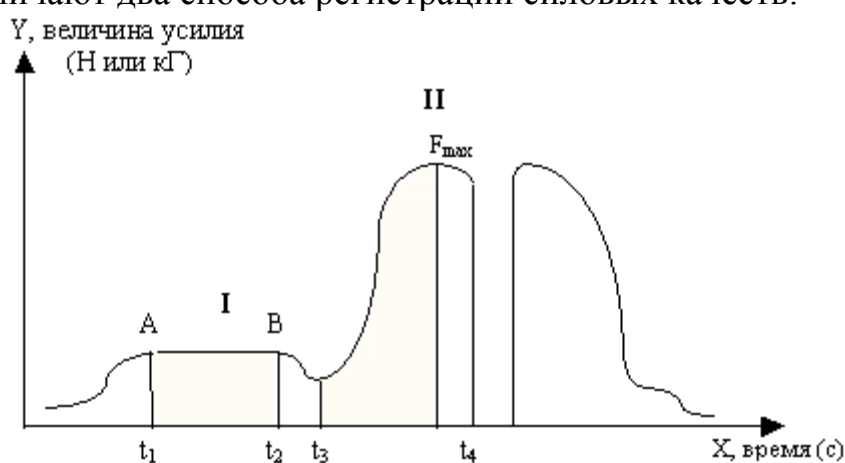


Рис. 21. Определение показателя импульса силы по тензограмме прыжка вверх с места по Абалакову:
 I — определение импульса силы (P) при $F = \text{const}$,
 II — определение импульса силы при $F \neq \text{const}$.

1) без измерительной аппаратуры (в этом случае оценка уровня силовой подготовленности проводится по тому максимальному весу, который способен поднять или удержать спортсмен);

2) с использованием измерительных устройств — динамометров или динамографов.

Все измерительные процедуры проводятся с обязательным соблюдением общих для контроля за физической подготовленностью метрологических требований. Необходимо также строго соблюдать специфические требования к измерению силовых качеств:

1. определять и стандартизировать в повторных попытках положение тела (сустава), в котором проводится измерение;
2. учитывать длину сегментов тела при измерении моментов силы;
3. учитывать направление вектора силы.

Измерение максимальной силы. Понятие "максимальная сила" используется для характеристики, во-первых, абсолютной силы, проявляемой без учета времени, и, во-вторых, силы, время действия которой ограничено

условиями движения. Например, вертикальная составляющая максимальной силы отталкивания в движении, моделирующем беговой шаг, составляет 4000 Н; реальная же вертикальная сила отталкивания в ходьбе равна 700 Н (приблизительно 10 Н/кг массы спортсмена), в беге — 2000 Н (или около 30 Н/кг).

Максимальная сила измеряется в специфических и неспецифических тестах.

В первом случае регистрируют силовые показатели в соревновательном упражнении или упражнении, близком к нему по структуре двигательных качеств.

Во втором случае чаще всего используют стенд силовых обмеров, на котором измеряют силу практически всех мышечных групп в стандартных заданиях (как правило, в сгибаниях и разгибаниях сегментов тела).

В зависимости от способа регистрации результатом измерения бывает:

1. максимальная статическая сила;
2. максимальная динамическая сила.

При измерении силы в односуставных движениях фактически регистрируется ее момент, величина которого зависит от длины плеча силы и величины проявляемой силы. Поэтому точность результатов измерений оказывается тем большей, чем прочнее и стандартнее фиксируется тело спортсмена (или сустав) во время измерения. Даже небольшое изменение позы при повторных попытках может значительно изменить силовые показатели.

Так как в сгибательных и разгибательных движениях регистрируется не сила, а ее момент, то результаты измерений должны быть представлены не в ньютонах (Н) или килограммах силы (кГ), а в ньютонметрах (Нм) или килограммометрах (кГм).

Зарегистрированные в ходе измерений показатели силы называют абсолютными; расчетным путем определяют относительные показатели (отношение абсолютной силы к массе тела). При анализе относительных показателей необходимо учитывать, что в общем виде зависимость "сила – масса" описывается уравнением:

$$F = a \cdot W^{0.667},$$

где: F — сила (результат в силовом тесте);
W — масса тела;
a — константа.

Измерение градиентов силы . Дифференциальные показатели (или градиенты) силы характеризуют уровень развития взрывной силы спортсменов. Определение их величины связано с измерением времени достижения максимума силы или каких-то фиксированных ее значений (0,5F_{max} и т.п.). Чаще всего это делается с помощью тензодинамографических устройств, позволяющих получить динамику силы.

Анализ градиентов силы позволяет установить причины различий в соревновательных движениях у спортсменов с одинаковым уровнем абсолютной силы.

Измерение импульса силы. Интегральный показатель (импульс) силы определяется либо как произведение средней силы на время ее действия, либо по площади, ограниченной динамограммой и осью абсцисс. Этот показатель характеризует силовые качества в ударных движениях.

Контроль за силовыми качествами без измерительных устройств . В массовом спорте об уровне развития силовых качеств часто судят по результатам соревновательных или тренировочных упражнений. Существует два способа контроля: прямой и косвенный. В первом случае максимум силы соответствует тому наибольшему весу, который может поднять спортсмен в технически сравнительно простом движении (например, жиме штанги лежа). Применять для этого координационно сложные движения (например, рывок штанги) нецелесообразно, так как результат в них в значительной степени зависит от технического мастерства.

Во втором случае измеряют не столько абсолютную силу, сколько скоростно-силовые качества или силовую выносливость. Для этого используют такие упражнения, как прыжки в длину и высоту с места, метание набивных мячей, подтягивания и т.п. Об уровне развития качеств судят по дальности бросков и метаний, исходя из зависимости между силой и скоростью движения.

Например, при значительных по массе отягощениях результат метания характеризует силовые качества; при средних — скоростно-силовые; при малых — скоростные.

4. Добротность силовых тестов.

Информативность силовых тестов, применяемых в практике некоторых видов спорта, представлена в таблице 15

Таблица 15

Информативность силовых тестов

Критерий	Тест	Коэффициент информативности
Плавание:		
а) 100 м в/с	Статическая сила, измеренная в начале гребка	0,606
б) 100 м на спине	То же	0,377
в) 25 ярдов в/с	>>	0,900*
Рывок штанги	Сила в рывковом хвате	0,644
Толчок штанги	Сила в толчковом хвате	0,695

Примечание: коэффициент информативности, равный 0,900, рассчитан по результатам измерений большой группы пловцов в возрасте от 10 до 21

года. Аналогичные расчеты, проведенные для однородной группы в квалификационном отношении, дали значение $r=0,24$.

Из таблицы видно, что информативность одного теста применительно к разным критериям неодинакова. Изменяется она и при изменении состава спортсменов.

Надежность силовых тестов зависит от их сложности и способа измерения результатов. Наименее надежны тесты, измерения в которых проводятся механическими динамометрами ($r_{tt}=0,60 - 0,80$). Сравнительно высокой надежностью характеризуются градиенты силы (независимо от способа измерения; $r_{tt}=0,70 - 0,80$). Высокая надежность у тестов, предназначенных для измерения максимальной силы с помощью тензометрических устройств ($r_{tt}=0,85 - 0,95$).

Эквивалентность силовых тестов определяется по величине коэффициентов корреляции между их результатами (табл. 16).

Таблица 16

Корреляционные зависимости между показателями силы разгибателей ног при разных углах в коленном суставе (по Л.М.Райцину)

Угол, градусы	Угол, градусы				Сила, кг
	90	110	130	150	
70	0,912	0,698	0,593	0,575	63 ± 14
90		0,758	0,639	0,526	105 ± 30
110			0,708	0,440	188 ± 47
130				0,824	303 ± 70
150					372 ± 86

Видно, что эквивалентны тесты измерения силы при близких углах: 70^0 и 90^0 , 90^0 и 110^0 , 110^0 и 130^0 , 130^0 и 150^0 . Во всех остальных случаях зависимости не очень значительны, и, следовательно, эквивалентность тестов невелика.