

**Методические рекомендации по использованию биомеханических и физиологических методов оценки подготовленности легкоатлетов-метателей и толкателей ядра**

**Москва 2013**

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	3
1. Особенности подготовки легкоатлетов-метателей и толкателей ядра	5
2. Биомеханические параметры движений и физиология легкоатлетов-метателей и толкателей ядра.....	18
3. Методы видеоанализа движений легкоатлетов-метателей и толкателей ядра.....	23
4. Физиологические методы оценки подготовленности легкоатлетов-метателей и толкателей ядра.....	27
Заключение.....	32

## Введение

Совершенная техника и высокие скоростно-силовые возможности – основная составляющая успеха в легкоатлетических видах спорта, где требуется выполнение метательных и толкательных движений с использованием снаряда. К биомеханическим методам оценки подготовленности легкоатлетов-метателей и толкателей ядра следует отнести стабิโลграфию, видеоанализ движений и тензометрию. С другой стороны, такие физиологические методы, как тест Вингейта, изокинетическая динамометрия и использование силовых платформ позволяют оценить скоростно-силовые характеристики спортсменов.

Методика стабิโลграфии приобрела актуальное значение в измерении и оценке статодинамической устойчивости в метаниях диска, копья, молота и толкании ядра. При всей сложности комплекса аппаратуры, используемой в методике стабิโลграфии, спортсмен во время измерений не обременяется креплением датчиков к биоэлементам тела, ему лишь необходимо встать на стабิโลграфическую платформу и выполнить ряд тестов на равновесие либо контрольное упражнение.

Стабิโลметрические методы решают ряд актуальных спортивно-педагогических задач: 1) исследование статодинамической устойчивости тела спортсмена и системы тел, количественная и качественная оценка этой устойчивости, дополнение знаний о спортивной технике упражнений; 2) осуществление контроля качества обучения упражнениям, связанным со сложным двигательным навыком сохранения равновесия тела; 3) определение функционального состояния организма спортсмена по показателям статодинамической устойчивости; 4) определение уровня и динамики тренированности функции балансирования в системе взаимодействующих тел; 5) проведение прогнозирования и профессиональный отбор спортсменов в команду.

При видеоанализе метательных и толкательных движений с использованием снаряда осуществляется многофакторный и объективный анализ нейромышечных и биомеханических параметров движения спортсменов, включая анализ движения различных сегментов тела (например, маховые движения рук), постурографический анализ и др. Дополнительное использование силовых пьезо-электрических платформ позволяет оценить кинематические параметры движения, векторы приложения силы, определить углы и динамику движения, оценить силу ног и координацию.

Таким образом, применение биомеханических и физиологических методов оценки подготовленности спортсменов позволяет повысить эффективность тренировочного процесса легкоатлетов-метателей и толкателей ядра.

## **1. Особенности подготовки легкоатлетов-метателей и толкателей ядра**

### *Толкание ядра и метание диска*

Уровень современных мировых достижений во всех видах метаний обуславливает необходимость предъявлять повышенные требования не только к уровню физической подготовленности, но и к особенностям телосложения спортсменов. По мнению специалистов, достигнутые в последние годы успехи метателей Германии во многом объясняются результативным отбором спортсменов, отвечающих в морфологическом плане всем современным требованиям.

Учитывая, что зоны первых больших успехов и оптимальных возможностей в толкании ядра и метании диска приходятся у мужчин и женщин соответственно на возраст 20-23 и 19-22 года, а достижение результатов высокого класса требует 8-10 лет специальной тренировки, то оптимальным для отбора можно назвать возраст 12-14 лет.

Для достижения спортивного результата в толкании ядра и метании диска большое значение имеют такие антропометрические показатели как рост, масса и размах рук (особенно для метателей диска). Это прежде всего обусловлено биомеханическими особенностями данных видов метаний: чем длиннее рука спортсмена, тем дольше и эффективнее он при прочих равных условиях может воздействовать на снаряд. А так как эти антропометрические показатели в наибольшей степени обусловлены генетическими факторами, преимущества новичков сохраняются в последующие годы.

Необходимо отметить, что повышение результатов в метаниях всегда сопровождается ростом уровня развития ведущих двигательных качеств спортсменов. Причем, чем выше квалификация метателей, тем четче проявляется взаимосвязь "спортивный результат - физическая подготовленность".

Метание диска, достаточно тяжелого снаряда, предъявляет большие требования к физическим данным спортсменов. Чтобы диск достиг наиболее высокой начальной скорости (22-25 м/с), дискобол должен обладать недюжинной физической силой. Не случайно лучшие дискоболы показывают в силовых упражнениях результаты, которым могут позавидовать даже опытные тяжелоатлеты.

Так, рекордсмен мира М.Уилкинс (70,86 м) выжимал лежа в быстром темпе 5-6 раз по 160 кг, а его максимальное достижение превышало 220 кг. Высоких показателей в этом упражнении добивались и другие дискоболы: А.Ортер 200-210 кг, литовский метатель В.Алекна в жиме лежа имеет результат 250 кг.

Увеличение дальности полета снаряда во многом зависит от длины пути разгона и высоты пуска диска. Иными словами, преимущество здесь принадлежит высокорослым спортсменам, обладающим значительным весом и длинными руками. Но это вовсе не значит, что метанием диска должны заниматься только спортсмены высокого роста. Метание диска требует от дискоболов также высокой скорости движения, отличной координации в пространстве во время вращения.

Кроме силы, быстроты, отличной координации движений ведущим дискоболам должно быть присуще еще одно специфическое качество. Это так называемое «чувство снаряда», умение, как говорят спортсмены, «попасть в ребро диска». В этом случае диск в полете «плывет» по воздуху без малейших поперечных колебаний. Следует отметить, что и опытным дискоболам не всегда этого удается добиться. Даже у таких мастеров, как Ф.Гордиен, Д.Сильвестр, Л.Данек, диск нередко летел «бабочкой».

Очень точно «попадал в снаряд» А.Ортер, что свидетельствовало о высоком мастерстве четырехкратного олимпийского чемпиона.

От женщин - метательниц диска не требуется проявления силовых качеств в той мере, в какой это нужно мужчинам. Дискоболки в первую

очередь должны быть быстрыми и хорошо координированными. Конечно, желательно, чтобы они имели также высокий рост и длинные руки.

Однако следует отметить особенности подготовки женщин в метании диска.

1. Прежде всего во главу угла поставить технику метания диска. С учетом индивидуальных особенностей тренер должен поставить «школу» метания. Переучивать женщин в ходе спортивной карьеры очень трудно, это неблагодарная задача.

2. Силовая подготовка у женщин имеет свою специфику. Девушки генетически слабее от природы, и качество силы развивается у них медленно. Тренеру необходимо проявить терпение в этом вопросе, не форсировать силовую подготовку.

3. Специальная силовая подготовка - это единственный путь развития силовых качеств у дискоболок.

4. Вопрос психологии - важнейший вопрос в подготовке женщин-метателей.

Путь будущего дискбола начинается с правильного отбора тренером талантливых и высокорослых подростков и юношей среди школьников. Необходимо просматривать все школьные и юношеские соревнования не только по легкой атлетике, но и соревнования в спортивных играх: волейбол, баскетбол и ручной мяч.

### *Метание копья*

Как и в других видах легкоатлетических метаний, по данным статистики, путь копьеметателя от новичка до мастера спорта международного класса занимает в среднем около 10 лет. Сопоставив это время с возрастными зонами спортивных успехов, получаем данные об оптимальном возрасте отбора: 11-12 лет.

В свое время заслуженный тренер СССР, воспитатель олимпийского чемпиона и мирового рекордсмена Яниса Лусиса В. Э. Маззалитис писал, что "...желательно, чтобы копьеметатель обладал высоким ростом и длинными руками. При прочих равных условиях высокорослый с длинными руками копьеметатель будет иметь преимущество".

Специальный математический анализ (детерминирование) показал, что у копьеметателей-мастеров спорта международного класса антропометрические показатели влияют на достижение спортивного результата следующим образом: рост - 18,3%, масса - 18.9%, размах рук - 20,6%. Учитывая эти данные, а также высокую степень генетической обусловленности основных антропометрических признаков, при отборе будущих копьеметателей следует обращать на них серьезное внимание.

Копьеметатель - это отлично и всесторонне физически развитый спортсмен. Однако, из большого числа различных физических качеств при отборе следует прежде всего обращать внимание на те из них, которые в наибольшей мере влияют на достижение спортивного результата: быстрота, скоростно-силовые качества, сила. Есть и еще одно очень важное качество - подвижность в суставах (гибкость), особенно подвижность плечевого сустава и позвоночника.

При отборе необходимо учитывать и специфические качества. Например, как считает заслуженный тренер СССР В. Э. Маззалитис, новичку нужно обязательно предложить метнуть разного веса камешки, палку, дротик. В этом упражнении выявится не только общий рисунок движения, его естественность, но и появится ответ на один из важнейших вопросов: есть ли у новичка характерный для копьеметателя рывок.

Гибкость новичков легче всего проверить с помощью обыкновенного "мостика". При этом нужно помнить, что важен не только прогиб в поясничной части, но и угол между плечом и грудной частью: у перспективного новичка этот угол должен превышать 180°. Специфическую



подвижность плечевых суставов можно проверить с помощью отведения рук назад, держа в них палку или копьё. Хорошей подвижностью в плечевых суставах будут обладать те новички, у которых минимальная ширина захвата рук не превышает ширину плеч больше, чем на 10-12 см.

Копьеметатель должен обладать отличной координацией движений. Наибольшие представления о координационных возможностях новичков тренер может получить в процессе специально подобранных спортивных (футбол, ручной мяч, баскетбол) и подвижных игр. В играх же в наиболее естественной и полной мере познается и характер будущего копьеметателя, его бойцовские качества, стремление к победе.

Важно подчеркнуть, что только комплексная оценка способностей новичков позволит тренеру избежать серьезных ошибок в оценке перспективности отбираемого контингента.

### *Метание молота*

По длительности тренировочного пути, необходимого для достижения результатов международного класса, метание молота не отличается от других видов легкоатлетических метаний: большинству выдающихся спортсменов на это потребовалось около 10 лет. Поэтому отбирать будущих "молотобойцев" целесообразнее всего в возрасте 12-14 лет.

По данным известного советского специалиста Ю. Колодия, 13-14-летний новичок, будущий метатель молота, должен обладать ростом 155-165 см, массой 52-58 кг и размахом рук 165-175 см. По его словам, "при отборе преимущество следует отдавать высокорослым, широкоплечим, "поджарым" юношам с длинными руками, хорошей подвижностью в плечевых суставах и в поясничной области, устойчивым вестибулярным аппаратом.

Специальные исследования показали, что при удлинении радиуса вращения системы "метатель-молот" на 1 см увеличивается дальность полета молота примерно на 1 м. Это еще раз подчеркивает важность учета при

отборе таких важных и генетически обусловленных антропометрических критериев как длина (размах) рук и подвижность в плечевых суставах.

Для оценки подвижности в плечевых суставах применительно к требованиям метания молота можно использовать следующую методику. Юных спортсменов с одинаковым размахом рук поставить вплотную к стене таким образом, чтобы затылок, ягодицы и пятки плотно примыкали к ней. Затем юноши должны поднять руки до положения параллельно полу и тянуться ими вперед, не отрываясь точками касания от стены, как бы стремясь вытянуть руки из плечевых суставов. Подвижность плечевых суставов будет большей у тех, у кого расстояние от стены до кончиков средних пальцев, соединенных ладонями, окажется большей.

Оценить состояние вестибулярного аппарата можно следующим эффективным и достаточно простым способом. Начертить мелом на полу круг диаметром 75 см. От круга разметить сектор  $20^\circ$ . Юный спортсмен входит в круг, поднимает вверх прямую левую руку, закрывает глаза и по команде тренера выполняет 10 вращений переступанием в удобную для себя сторону в течение 10 с. Тренер удерживает спортсмена в равновесии за поднятую руку, затем останавливает его в направлении размеченного сектора. Спортсмен открывает глаза и естественным шагом двигается вперед по линии, делящей сектор пополам, на расстояние 10 м. Если он не отклоняется от этой линии, - отлично, если отклоняется влево или вправо на  $5^\circ$  - хорошо, если на  $10^\circ$  - удовлетворительно.

Математический анализ результатов тестирования 65 метателей молота с квалификацией 1 разряд - мастер спорта международного класса в возрасте 18-29 лет подтвердил высокую обусловленность результата в метании молота перечисленными выше антропометрическими критериями и вестибулярной устойчивостью.

Для метателя молота первостепенное значение имеет сила разгибателей ног. Существенно влияют на результат метателя и такие упражнения, как бросок набивного мяча (ядра) снизу вперед (57,4%) и рывок штанги (57,8%).

### *Специальная физическая подготовленность*

В специальную физическую подготовку включаются силовые, прыжковые и беговые упражнения, а также упражнения технической (бросковой) подготовки. Только на основе высокого уровня развития силы, быстроты, выносливости можно совершенствовать технику метания снарядов и достичь высокой степени координации при выполнении броска с максимальным усилием сложного вращательно-поступательного движения.

Основными принципами специальной физической подготовки метателя являются:

1) комплексное развитие физических качеств двигательной деятельности, при котором одно качество не должно развиваться в ущерб другому;

2) высокая степень развития силы, быстроты, гибкости, выносливости, координации, что способствует успешному проявлению комплекса этих качеств в оптимальных условиях;

3) последовательность развития качеств: от выносливости к силе и скорости, от скорости и силы к бросковой подготовке. Силовые упражнения выполняются с прыжковыми и беговыми упражнениями, упражнениями на гибкость и расслабление. Беговые упражнения свыше 60 м должны выполняться в конце тренировки;

4) трансформация абсолютной и относительной силы в специальную через тренировку со стандартными, облегченными, утяжеленными снарядами. Броски выполняются сериями, например. 2,5+2,5+2 кг у мужчин. 1,5+1,5+1 кг - у женщин в подготовительном периоде; 5) систематическое

применение упражнений на расслабление для снятия напряженности и гипертонических явлений;

б) постоянный контроль за своим самочувствием: сон, вес, пульс, аппетит и артериальное давление; оценка и показатели контроля проводятся ежедневно и регистрируются в дневнике.

### *Силовая подготовка*

Спортсмен-метатель, например, дискобол за короткий промежуток времени (1,0-1,2 с) развивает предельное усилие для того, чтобы выпустить диск с максимальной скоростью. Это требует большой силы и умения проявлять ее за короткое время.

Раньше метатели отводили силовой подготовке второстепенное место и занимались ею только в подготовительном периоде, часто по самочувствию, не представляя, какие результаты и в каких силовых упражнениях должен показывать дискобол. Современные метатели работают над развитием силы ежедневно, потому что метатель диска должен иметь высокие показатели в силовой подготовке. Это относится как к классическим упражнениям в штанге (рывок, взятие на грудь, приседание, жим лежа), так и к специальным упражнениям (метание утяжеленных снарядов и локальное развитие отдельных групп мышц). Давно прошло то время, когда метатели боялись высоких результатов в силовых упражнениях, спортсмены и тренеры опасались потерять свободу и расслабленность в мышцах метателя. С 60-70-х годов тяжелоатлетические упражнения стали основой силовой подготовки не только по группе метаний, но и в других видах легкой атлетики.

Силовая подготовка должна быть методически правильно построена. Силовые упражнения подбираются в соответствии с динамической структурой и сходным характером нервно-мышечной работы в метании диска. Для развития абсолютной силы используются различные отягощения (от 5-килограммовых ядер до штанги весом 200-230 кг). В специальной

силовой и бросковой подготовке применяются также различные снаряды, но значительно легче (ядра 4-7 кг, шланги длиной 30-40 см, блоковые приспособления).

### *Прыжковая подготовка*

С помощью прыжковых упражнений решаются задачи скоростно-силовой подготовки метателей. По структуре усилий прыжок и метание снаряда близки друг к другу. Поворот с прыжком можно с известным допуском считать разбегом, а отталкивание в прыжке равносильно финальному усилию в метании. Для прыжков, так же, как для метания, характерно применение кратковременных усилий.

В тренировке метателей применяются прыжковые упражнения, развивающие прыгучесть и реактивность мышц ног. Как правило, ведущие метатели отличаются хорошей прыгучестью. Наиболее популярны у метателей следующие прыжковые упражнения: подскоки на двух ногах; подскоки на одной ноге; прыжки в длину с места; двойной прыжок с ноги на ногу; тройной прыжок с ноги на ногу; пятерной прыжок с ноги на ногу; десятерной прыжок; двойной и тройной прыжки на двух ногах; скачки на одной ноге в тройном, пятерном, десятерном прыжках; прыжок с ноги на ногу по ступенькам вверх; прыжки-многоскоки в гору (от тройного до десятерного); прыжки в глубину с различной высоты (от 0,2 до 0,5 м) с последующим прыжком в длину и высоту через планку; прыжки с 3-5 беговых шагов с доставанием рукой, головой, маховой ногой ветки дерева; прыжки в длину с разбега с постепенным увеличением длины разбега; прыжки в высоту через планку с места и с разбега (различными способами); прыжки в длину вперед спиной (одинарный и двойной); прыжки в длину с поворотом на 180° и 360°.

Личные достижения в каждом из видов прыжков характеризуют уровень скоростно-силовой подготовки спортсмена. Атлет без хорошей силовой и

прыжковой подготовки не может иметь высоких результатов в метании снарядов. Не случайно, что один из видов прыжков входит в число контрольных упражнений метателей.

### *Беговая подготовка*

Цель беговой подготовки метателя - повысить абсолютную скорость бега на коротких отрезках, развить скоростную выносливость и эффективнее использовать эти качества в метании.

В беговой подготовке метатели используют следующие упражнения: ускорения по прямой и под гору до 80-100 м с максимальной скоростью; бег со старта по прямой, под гору и в гору (по наклонной дорожке); ускорения с переменной темпа бега; барьерный бег с высокой скоростью (барьеры низкие); бег по виражу до 80 м с выходом на прямую; бег на месте с переходом в бег по прямой; бег с ходу (отрезки от 20 до 60 м); эстафетный бег; повторный бег от 10 до 200 м; медленный бег (в разминке); кроссовый бег от 15 до 30-40 мин; имитация бега в упоре на брусках; поочередное сгибание и разгибание ног в стойке на плечах.

Прекрасным средством для развития скорости бега является повторное пробегание отрезков от 20 до 60 м с ходу и со старта. В промежутках между отрезками необходимо устраивать интервалы для отдыха. Время отдыха лучше всего определять по восстановлению пульса. Пульс 110-120 ударов в минуту - сигнал для пробега очередного отрезка. Максимальный объем беговых упражнений в одной тренировке может достигать 1000-1500 м, месячный объем - 15-17 км.

Повторный бег также хорошо проводить в конце тренировки на технику: 3-5 отрезков по 120 м - смена характера движений один из способов восстановления сил после значительной нагрузки в метании снаряда.

Для развития ритма и гибкости в тренировочные занятия нужно включать барьерный бег. Включать в каждую тренировку беговые

упражнения особенно необходимо метателям, имеющим большой вес. Это повышает общую выносливость, улучшает подвижность и координацию.

### *Техническая подготовка*

Упражнения технической (бросковой) подготовки позволяют спортсмену овладеть техникой метания снаряда. Во время технической подготовки метатель совершенствуется в основных фазах метания снаряда, отрабатывается финальное усилие, а также приобретает физические качества и двигательные навыки, необходимые во вращательном движении.

Основными средствами технической подготовки служат прежде всего метания различных по весу снарядов, отягощений и специальные упражнения.

Метание легких и облегченных снарядов вырабатывает специальную быстроту и способствует более быстрому и, самое главное, более правильному овладению техникой метания снаряда. Необходимо, чтобы форма и ритм движений были как при метании снаряда.

Метание тяжелых и утяжеленных снарядов воспитывает специальную силу. В то же время «силовое» метание помогает совершенствовать технику метания диска на малых скоростях, шлифовать отдельные элементы техники или отдельные связки элементов.

В подготовительном периоде нужно выполнять большой объем бросковых упражнений с тяжелыми и утяжеленными снарядами. Ближе к соревновательному периоду (апрель-май) целесообразно перейти к метанию основного и облегченного снарядов.

Тренировочные занятия с различными по весу снарядами требуют и строгого учета количества бросков, чтобы выявить закономерности воспитания специальной силы и специальной быстроты.

На основании анализа тренировочных объемов сильнейших дискоболов мира можно рекомендовать следующее количество бросков диска за год.

Мужчины: легкий снаряд (1,5-1,8 кг) - 3000 бросков, соревновательный снаряд (2 кг) - 6500-7000 бросков, утяжеленный снаряд (2,5-4 кг) - 3500 бросков.

Женщины: легкий снаряд (750-900 г) - 3500 бросков, соревновательный снаряд (1 кг) - 7000-8000 бросков, утяжеленный снаряд (1,5-3 кг) - 4000 бросков.

У женщин из-за малой интенсивности тренировочной нагрузки и применения более легких снарядов общее количество бросков за год может быть больше, чем у мужчин. Хорошие результаты в метании облегченных дисков указывают обычно на хорошее развитие скоростно-силовых качеств спортсмена. Если у дискобола легкий снаряд летит на такое же расстояние, что и обычный диск, или ненамного дальше, то значит, у него слабо развита специальная быстрота. Большая разница в дальности метания обычного и тяжелого снарядов говорит о недостаточности развития специальной силы. Как показывает практика, в бросковой подготовке лучше не допускать большой разницы в весах облегченных и утяжеленных снарядов. Наиболее приемлемы снаряды с разницей в весе 150-200 г (меньше или больше). При этом лучше сохраняются внутренняя и внешняя структура основного двигательного навыка и рациональный рабочий ритм.

Интенсивность в метании снаряда определяется дальностью полета снаряда, а не количеством бросков в единицу времени. Надо сказать, что интенсивность на технических тренировках учитывается недостаточно. В лучшем случае принимается во внимание самый дальний бросок за тренировку. Думается, что метателям снаряда следует брать пример с тяжелоатлетов, которые учитывают среднюю интенсивность тренировки и среднемесячную интенсивность. Исходя из этих данных, тяжелоатлеты выводят коэффициент интенсивности тренировки. Это очень важный критерий в воспитании специальных качеств быстроты и силы, в фиксации тренировочного результата. Определение интенсивности



позволяет правильно вести тренировочное занятие и не превращать его в соревнование. Это тем более важно, когда тренировка проводится незадолго до состязаний. К сожалению, спортсмены нередко из-за высокой интенсивности на тренировках не показывают на соревнованиях даже тренировочных результатов.

Метание снаряда - довольно сложный технический вид легкой атлетики. Поэтому прежде чем овладеть движением в целом, надо хорошо освоить его отдельные элементы и связки элементов. Изучение и совершенствование элементов техники метания на всех тренировках обычно осуществляется посредством имитации. Специальные упражнения дискобола также в большинстве своем являются имитацией как отдельных элементов, так и сочетания нескольких элементов.

## **2. Биомеханические параметры движений и физиология легкоатлетов-метателей и толкателей ядра**

### **Биомеханика толкания ядра**

Технику толкания ядра можно свести к четырем основным приемам, которые использовались спортсменами разных поколений. Это толкание ядра с места, толкание ядра после скачка из стартовых положений боком и спиной к направлению полета снаряда и толкание ядра вращательным способом.

Начальная скорость вылета ядра является основной характеристикой, определяющей дальность его полета, поскольку дальность полета пропорциональна квадрату скорости. Например, скорости вылета ядра 10 м/с соответствует результат - 12 м, а скорости 15 м/с - результат около 25 м, т. е. увеличение скорости в 1,5 раза приводит к увеличению результата в 2,25 раза.

Ядро следует выталкивать без его вращения, поскольку оно имеет плохие аэродинамические свойства и преимуществ от вращения таких, например, как при метании диска (вращение диска повышает его устойчивость в полете), получить нельзя.

Оптимальный угол вылета ядра (угол места) меньше  $45^\circ$ , потому что точка, в которой оно покидает руку, находится на некоторой высоте от поверхности земли. Зависит этот угол и от величины начальной скорости вылета ядра: с увеличением ее он также увеличивается. Изменение величины угла места в пределах  $3-4^\circ$  относительно мало влияет на дальность полета ядра.

Высота вылета ядра зависит в основном от длины тела и рук спортсмена, от степени его физической подготовленности и технического мастерства. Увеличение высоты вылета ядра увеличивает дальность его полета приблизительно на ту же величину, на которую удастся приподнять его над землей.

Угол места и высота вылета ядра у каждого спортсмена варьируют незначительно и практически не могут быть существенно изменены с целью увеличения результата. Таким образом, начальная скорость вылета ядра является основной характеристикой, увеличение которой приводит к существенному росту спортивного результата.

Во время толкания ядра перед спортсменом стоит задача добиться максимально возможной скорости вылета снаряда (при оптимальных значениях угла места и высоты вылета ядра). Некоторые исследователи (Doherty, 1950; Simonyi, 1973) подчеркивают важность более раннего по отношению к моменту вылета ядра, достижения максимума его скорости. Большинство же (Fidelus, Zienkowicz, 1965; О. Я. Григалка, 1970; Schpenke, 1973, и др.) считает, что скорость ядра должна увеличиваться равномерно, достигая максимума к моменту его отрыва от руки.

Экспериментальные данные, полученные Susanka (1974), свидетельствуют о том, что изменение скорости ядра имеет весьма сложный характер. Автор отмечает два участка падения скорости ядра. Первый соответствует началу фазы старта, после чего скорость почти равномерно увеличивается, достигая 2,0 м/с. В безопорном положении (фаза скачка) скорость ядра практически не меняется, хотя некоторые исследователи считают, что у спортсменов разной квалификации она варьирует в пределах 1,3-2,6 м/с, что составляет 15-20% от скорости вылета снаряда, или 3,5-3,7 м/с.

Второй участок падения скорости ядра Susanka отмечает в фазе переката с момента постановки правой ноги на опору в конце скачка. Приблизительно с момента постановки левой ноги на опору происходит резкое нарастание скорости ядра до момента его отрыва от руки. Уменьшение скорости снаряда во время переката, а в некоторых случаях и после постановки левой ноги на опору отмечают и другие авторы.

Большинство исследователей приходят к выводу о том, что у спортсменов высокого класса более равномерно увеличивается скорость ядра от старта до вылета. Значительные колебания скорости вредны и наблюдаются, как правило, у спортсменов низкой квалификации. Кроме того, спортсменов высокого класса отличает большая величина скорости ядра в начале финального разгона.

Одним из факторов, лимитирующих скорость вылета ядра, является несовпадение векторов скоростей, сообщаемых снаряду в фазах стартового и финального разгона. Скорость вылета ядра равна сумме скоростей, сообщенных снаряду в этих фазах.

Скорость ядра в конце стартового разгона достигает около 2,5 м/с. Современные лучшие спортсмены при толкании с места показывают результаты 19-20 м, что соответствует скорости вылета снаряда около 13 м/с. Если бы спортсмену удалось так выполнить движение, что эти скорости можно было сложить арифметически (направление скоростей совпало бы), то скорость вылета ядра была бы равна 15,5 м/с, что соответствует результату около 26 м.

Причиной изменения скорости движения тела являются действующие на него силы. Действие силы проявляется в пространстве и во времени, количественной мерой чего являются соответственно работа и импульс силы. Введение этих понятий позволяет лучше понять, как связаны между собой скорость вылета ядра и действующая на него сила.

Чем большую силу удастся приложить к ядру и чем продолжительнее ее воздействие, тем выше результат. Возможность увеличения времени действия силы на ядро ограничивается размером круга, поэтому большее значение имеет увеличение силы.

## **Биомеханика метания диска**

Диск метают как с места, так и со своеобразного «разбега» - поворота. Овладение техникой обычно начинается с выполнения движений метаний с места, и лишь затем переходят к метанию с поворотом. Лучшие дискоболы мира метают снаряд с места на 58-60 м. И все же атлеты, которым удается соединить в одном сложном движении скорость поворота с точностью приложения усилий при метании с места добиваются больших успехов. Задача дискобола - выпустить снаряд с максимальной скоростью и под оптимальным углом вылета. Однако в круге диаметром 2,50 м трудно сочетать высокую скорость поворота с точным выпуском снаряда.

Каковы же особенности техники метания диска? Представление о современной технике дает кинограмма выступлений олимпийского чемпиона в Монреале 1976 г. М.Уилкинса (США), неоднократного рекордсмена мира (70,86)

Как правильно держать снаряд? Под действием собственной тяжести диск удерживается на ногтевых фалангах согнутых пальцев. Расстояние между пальцами - 1,5-2 см. Естественно, что спортсменам с большой кистью и длинными пальцами легче удерживать тяжелый снаряд. Диск не должен вызывать излишней закрепощенности мышц руки, производящей метание. Свобода движений достигается полным расслаблением рук перед замахом в плечевом суставе и предплечье. В этом случае создается ощущение «удлинения» руки и диск становится как бы ее продолжением.

*Обучение технике (подготовительные и подводящие упражнения)*

1. Установление контакта с ребром диска: легкие подбрасывания диска вверх на высоту до 1 м с вращением по часовой стрелке через 2-3 пальца кисти метаемой руки. Главную роль во вращении диска играет кистевое движение и работа указательным пальцем.

2. То же, но подбрасывать диск на высоту 3-5 м.

3. То же, вращая диск кистью, пробовать катать диск по земле, по траве.

4. Легкие броски диска, из вертикальной плоскости постепенно переводить в горизонтальные броски высотой 1-2 м над землей.

5. Метание легких камней с места с акцентом на работу левой руки, вращательного движения согнутым правым коленом, правым бедром, швунгом таза.

6. То же упражнение, но вместо камней метают шланги длиной до 50 см, масса до 3 кг.

7. То же упражнение, но вместо шлангов метают различные по массе ядра - от 1 до 4 кг.

8. То же упражнение, но вместо ядер метают диски («блины») от штанги массой 1,250 кг; 2,5 кг; 5 кг. Держать «блин» от штанги хватом как в метании диска.

9. Метание диска 1 и 2 кг с места и различных снарядов стоя лицом (стоя левым боком) к направлению метания. Акцент на работу правым коленом и швунгом правой стороны таза метателя.

10. Метание диска с двух шагов. Исходное положение: левая нога впереди, мах руки с диском назад, затем максимально вперед-вверх одновременно с шагом правой ногой в центр круга (или на расстояние 1,25-1,30 м), одновременно с последующей постановкой левой ноги выполняется бросок диска. Акцент на постановку правой стопы под правую руку (для правшей) с одновременным поворотом головы обратно в круг, к левой ноге и закрытой согнутой в локте левой руке. Бросок диска выполняется в ритме «раз-два».

11. Метание диска с двух шагов. Исходное положение: спиной к направлению метания (или переднего обода круга). Махом руки с диском назад одновременно ставится правая нога под руку с диском после постановки правой и левой ног, рекомендуется ускорить постановку правой и левой стоп.

### **3. Методы видеоанализа движений легкоатлетов-метателей и толкателей ядра**

Современные инновационные технологии значительно расширяют практические возможности комплексного контроля специальной подготовленности легкоатлетов-метателей и толкателей ядра, позволяют по-новому взглянуть на управление их подготовкой. Появилась реальная возможность эффективно контролировать специальную подготовленность легкоатлетов-метателей и толкателей ядра в ходе текущих обследований непосредственно в тренировочном процессе, не отвлекая спортсменов от подготовки. Появились портативные системы оперативной оценки текущего функционального состояния спортсменов, компьютерные программы видеоанализа, позволяющие оперативно, непосредственно в ходе тренировки и соревнований с высокой точностью контролировать биомеханические параметры техники метаний и толкания ядра, корректируя техническую подготовку спортсмена.

Рационально использование видеоанализа с включением тензодинамометрии мышечных групп легкоатлетов-метателей и толкателей ядра - для определения силовых и скоростно-силовых показателей основных мышечных групп.

Неоспоримые успехи развития спортивной кинезиологии и восстановительной медицины последних десятилетий тесно связаны с внедрением в повседневную спортивную практику компьютерной техники. Новые методы коррекции движения включают в себя различные виды так называемой «сенсорной терапии» с применением аппаратных методов коррекции движений (многоканальная программируемая электростимуляция мышц при ходьбе, функциональное биоуправление, эмуляция ходьбы и т.п.) и технических средств реабилитации (рефлекторно-нагрузочные устройства).

Однако включение тех или иных высокотехнологичных методов помощи спортсменам с ошибками в технике движений в индивидуальную тренировочную программу должно быть не только анатомически обоснованным, но и оптимальным по соотношению цена/эффективность. Это требование сегодняшнего дня невозможно выполнить без подробного биомеханического анализа структуры двигательных нарушений, имеющихся у конкретного спортсмена. Понимание базисных механизмов организации локомоций и количественная оценка их нарушений позволяет тренеру, спортивному врачу или биомеханику оптимизировать составление программы тренировки спортсмена с ошибками в технике движений, провести мониторинг спортсменов на этапах реализации составленной программы, дать экспертную оценку ее эффективности.

В мировой практике для этих целей используются механические, магнитные и оптические инструментальные системы захвата и анализа движений, позволяющие получать объективные количественные данные о локомоторных особенностях спортсмена. Механические (контактные) системы используют двух- или трехкомпонентные цифровые электрогониометры, позволяющие производить регистрацию движений с высокой точностью. Однако использование кабелей ограничивает свободное перемещение испытуемого и искажает его естественный двигательный стереотип. Этому недостатка лишены системы, позволяющие исследовать движения дистанционно, т.е. бесконтактно.

Магнитные бесконтактные системы основаны на регистрации изменения электромагнитного излучения передатчиков, расположенных на теле испытуемого. Ограничителем применения магнитных систем является низкая помехоустойчивость, не позволяющая одновременно регистрировать количество датчиков, необходимое для исследования целостного двигательного акта, например, ходьбы. Как и механические, магнитные системы могут использоваться только в лабораторных условиях, поскольку



принимающие устройства должны быть расположены в непосредственной близости от испытуемого.

В связи с этим оптимальным для специалиста является применение оптических (оптико-электронных) систем регистрации и анализа движений. Оптико-электронные системы позволяют исследовать движение бесконтактно, что исключает возможность его искажения, и могут использоваться не только в условиях биомеханической лаборатории.

Система видеоанализа движений использует высокоскоростные инфракрасные камеры, тензо- платформы, камеры позволяют компьютерной системе анализировать до 18 000 сигналов в секунду, обработка полученных данных ведется с использованием специальных компьютерных программ (например, "Motion analysis") (рис. 1). Результаты видеоанализа движения обрабатываются совместно с результатами, полученными с тензоплатформ, которые воспринимают скорость и силу отталкивания спортсмена при выполнении определенных упражнений, характер распределения усилий.



**Рис. 1.** Система видеоанализа движений

Результатом сложного многофакторного обследования становится выявление функциональной нестабильности суставов, определение ложного стереотипа движения, определение скорости движения различных суставов и тем самым выработка рекомендаций по коррекции движений спортсмена либо показаний к оперативному или консервативному лечению. Данные методики позволяют тренировать спортсмена, формируя правильный стереотип движения используя за основу идеально выполненное движение и рассчитанное с помощью системы видеоанализа.

#### **4. Физиологические методы оценки подготовленности легкоатлетов-метателей и толкателей ядра**

*Измерительные устройства с обратной биологической связью при скоростно-силовой тренировке метателей и толкателей ядра*

Движения человека начинаются на микроуровне (скольжение нитей актина и миозина), а заканчиваются перемещением сегментов тела в нужном направлении и с определенной скоростью. Анатомическими структурами, обеспечивающими перемещение сегментов тела, являются нервно-мышечный, скелетный, связочный и суставной аппараты человека. Активная часть двигательного аппарата (нервно-мышечная система) развивает усилия во времени, которые в физиологии принято количественно оценивать по зависимостям: «сила-длина», «сила-скорость», «сила-время» - для контрактного компонента (мышечные брюшки) и «сила-длина параллельного упругого элемента» - для эластического компонента мышц (сухожилия и фасции).

В спорте скоростно-силовые свойства мышц оценивают по результатам тестирования. Тесты можно проводить как в условиях тренировочного процесса (педагогические тесты) так и в условиях лабораторий на специально оборудованных стендах, включающих различное оборудование. К педагогическим тестам относятся: прыжки вверх или в длину, бег на 30 и 60 м и другие упражнения. Результаты педагогических тестирований (например, прыжки вверх, бег на 30 м), обычно выраженные в метрах (высота/длина прыжка) и секундах (время пробегания), отражают уровень скоростно-силовой подготовленности спортсмена на момент тестирования. На результаты таких тестов влияют условия проведения, мотивация, обученность контингента, умение реализовать свой моторный потенциал. Поэтому по итогам педагогического тестирования можно судить только о

скоростно-силовых способностях спортсмена, которые лишь частично отражают скоростно-силовые свойства мышц.

Силоизмерительные стенды (тренажеры) позволяют точнее оценить динамические и кинематические свойства мышц, так как искусственная среда, создаваемая стендом, ограничивает свободу в суставах и ставит спортсменов различной квалификации в одинаковые условия (независимо от координационных способностей).

На рисунке 2 представлены силоизмерительные стенды в процессе их развития начиная со сравнительно простых до агрегатированных на самом высоком аппаратно-программном уровне, как Biodex или Con-trex. Одно из главных преимуществ тестирования на стендах - наличие обратной связи с испытуемым в режиме реального времени. Компьютеризация силоизмерительных устройств, высокопроизводительные аналого-цифровые преобразователи (АЦП), современное многозадачное программное обеспечение позволяют выводить на экран мониторов в режиме близкому к реальному времени большое количество биомеханических параметров.

Например, на силоизмерительном стенде Biodex, кроме момента в суставе на экран монитора можно вывести профили угловой скорости и миограммы. Объем и содержание информации предоставляемой тренеру и спортсмену зависит от целей и задач тестирования уровня теоретической подготовленности тренера и спортсмена.

Процесс обмена информацией между измерительным устройством спортсменом и тренером можно отнести к одной из форм биологической обратной связи (БОС), которая может рассматриваться как учебный процесс, направленный на совершенствование скоростно-силовой подготовки, с помощью контроля сигналов, идущих от двигательного аппарата спортсменов. Биологическая обратная связь широко распространена в медицинской практике для обучения контролю мышечного напряжения/расслабления.

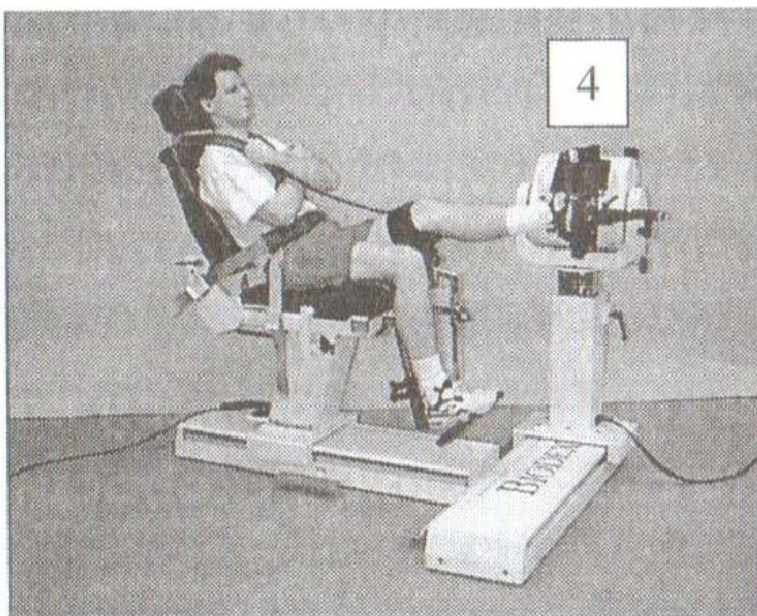
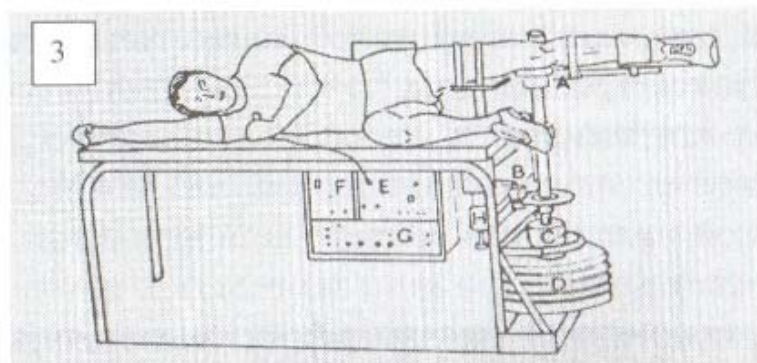
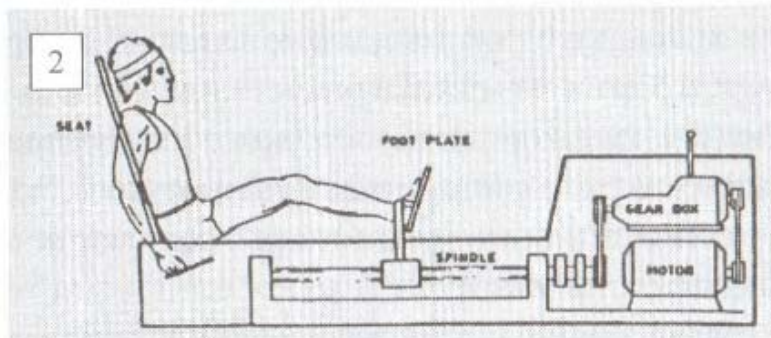
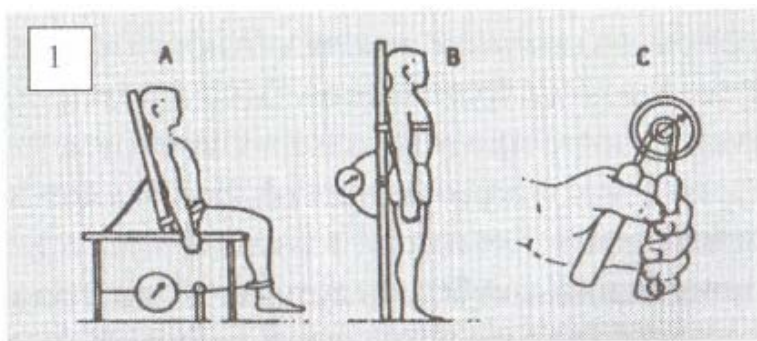


Рис. 2. Силоизмерительные стенды: 1 - стенд Коробкова-Черняева (измерения изометрической силы); 2 - стенд, разработанный Ю. В.

Верхошанским для оценки компонентов взрывной силы; 3 - прототип системы Biodex с инерционными устройствами; 4 - система Biodex.

Благодаря современному аппаратно-программному обеспечению появились устройства, передающие нейробиомеханические сигналы нашего тела в виде звуковых/визуальных стимулов. В медицине и психологии существует несколько видов биологической обратной связи. БОС, основанная на измерении мышечного напряжения является весьма эффективным способом снятия мышечных спазмов или чрезмерной мышечной напряженности («зажатости») при выполнении сложно-координационных двигательных действий.

#### *Изокинетическая динамометрия*

Движение в коленном суставе при проведении изокинетической динамометрии характеризуется постоянством заданной угловой скорости, вне зависимости от силы мышечного сокращения, при этом сопротивление возрастает эквивалентно приложенной силе. Изокинетическая динамометрия применяется в клинической практике для оценки силы мышц при восстановительном лечении, в спорте - при определении слабых звеньев подготовки, а также с целью тренировки. Тренировка может проводиться на скорости, характерной для специального спортивного движения. Тестирование и тренировка осуществляются на низких (0-60°/с), средних (60-180°/с), высоких (180-300°/с) и очень высоких (300°-1000°/с) угловых скоростях. Пиковый вращающий момент (ньютон-метр, Н•м) свидетельствует о максимальной силе данной мышечной группы, его соотношение с весом тела позволяет проводить сравнение с эталонными среднепопуляционными показателями.

Движение при тестировании на изокинетическом динамометре не является функциональным, однако корреляция между показателями

изокинетического тестирования и скоростно-силовыми характеристиками спортивного движения была получена во многих видах спорта. В частности, значимые корреляционные связи определены между пиковым вращающим моментом четырехглавой мышцы бедра при изокинетическом тестировании сгибания/разгибания в коленном суставе на  $60^\circ/\text{с}$  и тестом “прыжок на одной ноге”. Известно, что пиковый вращающий момент на низкой угловой скорости (до  $180^\circ$  в секунду) свидетельствует о максимальной произвольной силе мышцы, на средней и высокой ( $180^\circ$  в секунду), отражает силовую выносливость.

При изокинетическом тестировании, как основном методе оценки силовых возможностей, определяется мышечное усилие, которое спортсмен способен приложить для того, чтобы устройство двигалось с постоянной угловой скоростью, измеряемой в радианах в секунду (от лат. *isos*- равный, *kinetic* - движение). Чаще всего зарубежные исследователи используют измерения при угловых скоростях от 0,15 до 3,14 рад/с. Этим методом можно измерить достаточное количество параметров, в том числе и асимметрию силы четырехглавой мышцы бедра (квадрицепса) на ногах. Следует также сказать, что выраженная асимметрия силы мышц левой и правой нижних конечностей, а также значительная асимметрия сил мышц сгибателей и разгибателей, является фактором, предрасполагающим к травматизму.

Несмотря на все достоинства изокинетических тестов, многие специалисты говорят о том, что тесты со свободными весами, более точно отражают силовые способности спортсменов. Более того, свободные веса в практической работе используются многими командами, обеспечивая потенциал для совершенствования многозначной функциональной тестирующей программы в непосредственной связи с силовой тренировкой.

## Заключение

Совершенная техника и высокие скоростно-силовые возможности – основная составляющая успеха в легкоатлетических видах спорта, где требуется выполнение метательных и толкательных движений с использованием снаряда. К биомеханическим методам оценки подготовленности легкоатлетов-метателей и толкателей ядра следует отнести стабิโลграфию, видеоанализ движений и тензометрию. С другой стороны, такие физиологические методы, как тест Вингейта, изокинетическая динамометрия и использование силовых платформ позволяют оценить скоростно-силовые характеристики спортсменов. Методика стабิโลграфии приобрела актуальное значение в измерении и оценке статодинамической устойчивости в метаниях диска, копья, молота и толкании ядра. При всей сложности комплекса аппаратуры, используемой в методике стабิโลграфии, спортсмен во время измерений не обременяется креплением датчиков к биозвеньям тела, ему лишь необходимо встать на стабิโลграфическую платформу и выполнить ряд тестов на равновесие либо контрольное упражнение. При видеоанализе метательных и толкательных движений с использованием снаряда осуществляется многофакторный и объективный анализ нейромышечных и биомеханических параметров движения спортсменов, включая анализ движения различных сегментов тела (например, маховые движения рук), постурографический анализ и др. Дополнительное использование силовых пьезо-электрических платформ позволяет оценить кинематические параметры движения, векторы приложения силы, определить углы и динамику движения, оценить силу ног и координацию. Таким образом, применение биомеханических и физиологических методов оценки подготовленности спортсменов позволяет повысить эффективность тренировочного процесса легкоатлетов-метателей и толкателей ядра.