

Лекция 3. Развитие скоростно-силовых способностей

Введение

Скоростно-силовые способности характеризуются неопредельными напряжениями мышц, проявляемыми с необходимой, часто максимальной мощностью в упражнениях, выполняемых со значительной скоростью, но не достигающей, как правило, предельной величины. Они проявляются в двигательных действиях, в которых наряду со значительной силой мышц требуется и быстрота движений (например, отталкивание в прыжках в длину и в высоту с места и с разбега, финальное усилие при метании спортивных снарядов и т.п.). При этом, чем значительнее внешнее отягощение, преодолеваемое спортсменом (например, при подъеме штанги на грудь), тем большую роль играет силовой компонент, а при меньшем отягощении (например, при метании копья) возрастает значимость скоростного компонента.

К скоростно-силовым способностям относят: 1) быструю силу; 2) взрывную силу. Быстрая сила характеризуется неопредельным напряжением мышц, проявляемым в упражнениях, которые выполняются со значительной скоростью, не достигающей предельной величины. Взрывная сила отражает способность человека по ходу выполнения двигательного действия достигать максимальных показателей силы в возможно короткое время (например, при низком старте в беге на короткие дистанции, в легкоатлетических прыжках и метаниях и т.д.). Взрывная сила характеризуется двумя компонентами: стартовой силой и ускоряющей силой. Стартовая сила — это характеристика способности мышц к быстрому развитию рабочего усилия в начальный момент их напряжения. Ускоряющая сила — способность мышц к быстрой наращивания рабочего усилия в условиях их начавшегося сокращения.

Физиологические основы скоростно-силовых качеств (мощности)

Максимальная мощность (иногда называемая "взрывной" мощностью) является результатом оптимального сочетания силы и скорости. Мощность проявляется во многих спортивных упражнениях: в метаниях, прыжках, спринтерском беге, борьбе. Чем выше мощность развивает спортсмен, тем большую скорость он может сообщить снаряду или собственному телу, так как финальная скорость снаряда (тела) определяется силой и скоростью приложенного воздействия.

Мощность может быть увеличена за счет увеличения силы или скорости сокращения мышц или обоих компонентов. Обычно наибольший прирост мощности достигается за счет увеличения мышечной силы.

Мышечная сила, измеряемая в условиях динамического режима работы мышц (концентрического или эксцентрического сокращения), обозначается как динамическая сила (P). Она определяется по ускорению (a), сообщаемому массе (m) при концентрическом сокращении мышц, или по замедлению (ускорению с обратным знаком) движения массы при эксцентрическом сокращении мышц. Такое определение основано на физическом законе. При

этом проявляемая мышечная сила зависит от величины перемещаемой массы: в некоторых пределах с увеличением, массы перемещаемого тела показатели силы растут; дальнейшее увеличение массы не сопровождается приростом динамической силы.

При измерении динамической силы испытуемый выполняет движение, которое требует сложной вне мышечной и внутримышечной координации. Поэтому показатели динамической силы значительно различаются у разных людей и при повторных измерениях у одного и того же человека, причем больше, чем показатели изометрической (статической) силы.

Динамическая сила, измеряемая при концентрическом сокращении мышц, меньше, чем статическая сила. Конечно, такое сравнение проводится при максимальных усилиях испытуемого в обоих случаях и при одинаковом суставном угле. В режиме эксцентрических сокращений (уступающий режим) мышцы способны проявлять динамическую силу, значительно превышающую максимальную изометрическую. Чем больше скорость движения, тем больше проявляемая динамическая сила при уступающем режиме сокращения мышц.

У одних и тех же испытуемых обнаруживается умеренная корреляция между показателями статической и динамической силы (коэффициенты корреляции в пределах 0,6-0,8).

Увеличение динамической силы в результате динамической тренировки может не вызывать повышения статической силы. Изометрические упражнения или не увеличивают динамической силы, или увеличивают значительно меньше, чем статическую. Все это указывает на чрезвычайную специфичность тренировочных эффектов: использование определенного вида упражнений (статического или динамического) вызывает наиболее значительное повышение результата именно в этом виде упражнений. Более того, наибольший прирост мышечной силы обнаруживается при той же скорости движения, при которой происходит тренировка.

К одной из разновидностей мышечной силы относится так называемая взрывная сила, которая характеризует способность к быстрому проявлению мышечной силы. Она в значительной мере определяет, например, высоту прыжка вверх с прямыми ногами или прыжка в длину с места, переместительную скорость на коротких отрезках бега с максимально возможной скоростью. В качестве показателей взрывной силы используются градиенты силы, т. е. скорость ее нарастания, которая определяется как отношение Максимальной проявляемой силы к времени ее достижения или как время достижения какого-нибудь выбранного уровня мышечной силы (абсолютный градиент), либо половины максимальной силы, либо какой-нибудь другой ее части (относительный градиент силы). Градиент силы выше у представителей скоростно-силовых видов спорта (спринтеров), чем у не спортсменов или спортсменов, тренирующихся на выносливость. Особенно значительны различия в абсолютных градиентах силы.

Показатели взрывной силы мало зависят от максимальной произвольной изометрической силы. Так, изометрические упражнения, увеличивая статическую силу, незначительно изменяют взрывную силу, определяемую по

показателям градиента силы или по показателям прыгучести (прыжками вверх с прямыми ногами или прыжка с места в длину). Следовательно, физиологические механизмы, ответственные за взрывную силу, отличаются от механизмов, определяющих статическую силу. Среди координационных факторов важную роль в проявлении взрывной силы играет характер импульсации мотонейронов активных мышц – частота их импульсации. в начале разряда и синхронизация импульсации разных мотонейронов. Чем выше начальная частота импульсации мотонейронов, тем быстрее нарастает мышечная сила.

В проявлении взрывной силы очень большую роль играют скоростные сократительные свойства мышц, которые в значительной мере зависят от их композиции, т. е. соотношения быстрых и медленных волокон. Быстрые волокна составляют основную массу мышечных волокон у высококвалифицированных представителей скоростно-силовых видов спорта. В процессе тренировки эти волокна подвергаются более значительной гипертрофии, чем медленные. Поэтому у спортсменов скоростно-силовых видов спорта быстрые волокна составляют основную массу мышц (или иначе занимают на поперечном срезе значительно большую площадь) по сравнению с нетренированными людьми или представителями других видов спорта, особенно тех, которые требуют проявления преимущественно выносливости.

Скоростной компонент мощности

Согласно второму закону Ньютона, чем больше усилие (сила), приложенное к массе, тем больше скорость, с которой движется данная масса. Таким образом, сила сокращения мышц влияет на скорость движения: чем больше сила, тем быстрее движение.

Скорость спринтерского бега зависит от двух факторов: величины ускорения (скорости разбега) и максимальной скорости. Первый фактор определяет, как быстро спортсмен может увеличить скорость бега. Этот фактор наиболее важен для коротких отрезков дистанции (10-15 м) в беге, для игровых видов спорта, где требуется максимально быстрое перемещение тела из одного положения в другое. Для более длинных дистанций важнее максимальная скорость бега, чем величина ускорения. Если спортсмен имеет высокий уровень обеих форм проявления скорости, это дает ему большое преимущество на спринтерских дистанциях.

Эти два фактора скорости бега не имеют тесной связи друг с другом. У одних спортсменов медленное ускорение, но они обладают большой максимальной скоростью, у других, наоборот, быстрое ускорение и относительно небольшая максимальная – скорость.

Одним из важных механизмов повышения скоростного компонента мощности служит увеличение скоростных сократительных свойств мышц, другим – улучшение координации работы мышц.

Скоростные сократительные свойства мышц в значительной мере зависят от соотношения быстрых и медленных мышечных волокон. У выдающихся представителей скоростно-силовых видов спорта (особенно у

спринтеров) процент быстрых мышечных, волокон значительно выше, чем у неспортсменов, а тем более чем у выдающихся спортсменов, тренирующих выносливость (табл. 3).

Внутри- и межмышечная координация также способствует увеличению скорости движения (мощности), так как при координированной работе мышц их усилия кооперируются, преодолевая внешнее сопротивление с большей скоростью. В частности, при хорошей межмышечной координации сократительное усилие одной мышцы (или группы мышц) лучше соответствует пику скорости, создаваемой предыдущим усилием другой мышцы (или группы мышц). Соответственно следующее усилие становится более эффективным. Скорость и степень расслабления мышц-антагонистов может быть важным фактором, влияющим на скорость движения. Если требуется увеличить скорость движения, необходимо выполнять в тренировочных занятиях специфические движения (такие же, как в соревновательном упражнении) со скоростью, равной или превышающей ту, которая используется в тренируемом упражнении.

Силовой компонент мощности (динамическая сила)

Мышечная сила, измеряемая в условиях динамического режима работы мышц (концентрического или эксцентрического сокращения), обозначается как динамическая сила. Она определяется по ускорению, сообщаемому массе при концентрическом сокращении мышц, или по замедлению (ускорению с обратным знаком) движения массы при эксцентрическом сокращении мышц. Такое определение основано на физическом законе, согласно которому $P = t \cdot a$.

При этом проявляемая мышечная сила зависит от величины перемещаемой массы: в некоторых пределах с увеличением, массы перемещаемого тела показатели силы растут. Дальнейшее увеличение массы не сопровождается приростом динамической силы.

При измерении динамической силы испытуемый выполняет движение, которое требует сложной вне мышечной и внутримышечной координации. Поэтому показатели динамической силы значительно различаются у разных людей и при повторных измерениях у одного и того же человека, причем больше, чем показатели изометрической (статической) силы.

Динамическая сила, измеряемая при концентрическом сокращении мышц, меньше, чем статическая сила. Конечно, такое сравнение проводится при максимальных усилиях испытуемого в обоих случаях и при одинаковом суставном угле. В режиме эксцентрических сокращений (уступающий режим) мышцы способны проявлять динамическую силу, значительно превышающую максимальную изометрическую. Чем больше скорость движения, тем больше проявляемая динамическая сила при уступающем режиме сокращения мышц.

У одних и тех же испытуемых обнаруживается умеренная корреляция между показателями статической и динамической силы (коэффициенты корреляции в пределах 0,6—0,8). Увеличение динамической силы в результате динамической тренировки может не вызывать повышения статической силы.

Изометрические упражнения или не увеличивают динамической силы, или увеличивают значительно меньше, чем статическую. Все это указывает на чрезвычайную специфичность тренировочных эффектов: использование определенного вида упражнений (статического или динамического) вызывает наиболее значительное повышение результата именно в этом виде упражнений. Более того, наибольший прирост мышечной силы обнаруживается при той же скорости движения, при которой происходит тренировка.

К одной из разновидностей мышечной силы относится так называемая взрывная сила, которая характеризует способность к быстрому проявлению мышечной силы. Она в значительной мере определяет, например, высоту прыжка вверх с прямыми ногами или прыжка в длину с места, переместительную скорость на коротких отрезках бега с максимальной возможной скоростью. В качестве показателей взрывной силы используются градиенты силы, т. е. скорость ее нарастания, которая определяется как отношение максимальной проявляемой силы к времени ее достижения или как время достижения какого-нибудь выбранного уровня мышечной силы (абсолютный градиент), либо половины максимальной силы, либо какой-нибудь другой ее части (относительный градиент силы). Градиент силы выше у представителей скоростно-силовых видов спорта (спринтеров), чем у не спортсменов или спортсменов, тренирующихся на выносливость. Особенно значительны различия в абсолютных градиентах силы.

Показатели взрывной силы мало зависят от максимальной произвольной изометрической силы. Так, изометрические упражнения, увеличивая статическую силу, незначительно изменяют взрывную силу, определяемую по показателям градиента силы или по показателям прыгучести (прыжками вверх с прямыми ногами или прыжка с места в длину). Следовательно, физиологические механизмы, ответственные за взрывную силу, отличаются от механизмов, определяющих статическую силу. Среди координационных факторов важную роль в проявлении взрывной силы играет характер импульсации мотонейронов активных мышц — частота их импульсации в начале разряда и синхронизация импульсации разных мотонейронов. Чем выше начальная, частота импульсации мотонейронов, тем быстрее нарастает мышечная сила.

В проявлении взрывной силы очень большую роль играют скоростные сократительные свойства мышц, которые в значительной мере зависят от их композиции, т. е. соотношения быстрых и медленных волокон. Быстрые волокна составляют основную массу мышечных волокон у высококвалифицированных представителей скоростно-силовых видов спорта. В процессе тренировки эти волокна подвергаются более значительной гипертрофии, чем медленные. Поэтому у спортсменов скоростно-силовых видов спорта быстрые волокна составляют основную массу мышц (или иначе занимают на поперечном срезе значительно большую площадь) по сравнению с нетренированными людьми или представителями других видов спорта, особенно тех, которые требуют проявления преимущественно выносливости.

Согласно второму закону Ньютона, чем больше усилие (сила), приложенное к массе, тем больше скорость, с которой движется данная масса. Таким образом, сила сокращения мышц влияет на скорость движения: чем больше сила, тем быстрее движение.

Сенситивные периоды развития скоростно-силовых способностей

Формирование двигательных качеств в онтогенезе происходит неравномерно и гетерохронно и зависит от развития ряда систем организма. Например, совершенствование выносливости определяется в значительной мере слаженной деятельностью кровеносной, дыхательной и сердечнососудистой систем, а развитие силы мышц тесно связано с ростом костной и мышечной тканей, с формированием способности управлять работой мышц. Каждому возрасту свойствен определенный уровень развития двигательных качеств. Наивысшие достижения в силе, быстроте и выносливости достигаются в разные сроки. Систематическая тренировка ускоряет развитие двигательных качеств, но прирост их в различные возрастные периоды неодинаков.

Так как скоростно-силовые качества зависят от силы и быстроты, а сенситивные периоды у этих качеств разные, рассмотрим их отдельно.

Сила. Впервые максимальную произвольную силу мышц (МПС) при изометрическом напряжении удается измерить в возрасте 4-5 лет. МПС сгибателей и разгибателей кисти составляет в среднем соответственно 5,22 и 4,61 кг, бедра 6,0 и 7,9 кг, туловища 8,17 и 14,65 кг.

С возрастом происходит неравномерное развитие силы отдельных мышц. Как видно из таблицы 1, в 12-16 лет прирост МПС у мышц-разгибателей бедра больше, чем у мышц-разгибателей голени и стопы.

В каждом возрастном периоде изменяется соотношение (топография), МПС различных мышц, формируется своеобразный мышечный профиль. С 8 до 10 лет повышение МПС мышц происходит относительно равномерно. К 11 годам темпы роста ее увеличиваются. Наиболее интенсивный прирост МПС установлен в период от 13-14 до 16-17 лет. В последующие годы (до 18-20 лет) темпы ее роста замедляются. У более крупных мышц МПС увеличивается несколько дольше. К 16-17 годам завершается формирование топографии силы мышц, характерной для взрослых.

В настоящее время в связи с акселерацией отмечается тенденция более раннего развития силы отдельных групп мышц.

Наряду с ростом абсолютной МПС увеличивается относительная МПС (на 1 кг массы тела). Наиболее высокий темп развития относительной силы происходит от 6-7 до 9-11 лет, а для некоторых мышц (разгибатели туловища, подошвенные сгибатели стопы) до 13-14 лет.

Быстрота. При выполнении спортивных упражнений, как правило, отмечается комплексное проявление быстроты. Например, результат в спринтерском беге зависит от времени двигательной реакции на старте, быстроты одиночных движений и частоты (темпа) шагов.

Впервые в отдельных движениях время реакции удастся определить в возрасте 2-3 лет – 0,50-0,90 с. Но уже в 5-7 лет оно снижается до 0,30-0,40 с, а к 13-14 годам приближается к данным взрослых (0,11-0,25 с). Изменение с возрастом двигательной реакции происходит неравномерно. До 9-11 лет время ее уменьшается быстро, а в последующие годы, особенно после 12-14 лет, – медленно.

Тренировка способствует улучшению скорости двигательной реакции. Наибольшее уменьшение времени реакции под влиянием систематической тренировки отмечено у детей 9-12 лет. В этом возрасте преимущество тренирующихся детей перед не занимающимися спортом особенно велико. Если в это время не развивать быстроту, то в последующие годы, возникшее отставание трудно ликвидировать.

В процессе развития организма повышается скорость одиночных движений. К 13-14 годам она приближается к данным взрослых, в 16-17 лет отмечается снижение ее, а к 20-30 годам – некоторое повышение. У юных спортсменов скорость одиночных движений развита лучше. Уже в возрасте 13-14 лет отмечается явное превосходство их над не тренирующимися, которое сохраняется в последующие возрастные периоды. Наибольшая эффективность развития скорости одиночных движений установлена в 9-13 лет.

Важным компонентом быстроты является частота (темп) движений. Максимальная частота движений (за 10 с) в локтевом суставе увеличивается с 4 до 17 лет в 3,3-3,7 раза. У детей 11-12 лет максимальная частота вращения педалей на велоэргометре составляет в среднем 20 (за 10 с), затем повышается и в 18-20 лет равна 33.

Взаимосвязь в развитии силы и быстроты достаточно полно проявляется в скоростно-силовых упражнениях, например в прыжках в длину и в высоту. Наибольший прирост результатов в прыжках наблюдается от 12 до 13 лет (табл. 2). Таким образом, и по данным скоростно-силовых упражнений отмечается неравномерный прирост результатов в различные возрастные периоды.

Средства развития скоростно-силовых способностей

Упражнения для развития скоростно-силовых способностей

Средствами развития скоростно-силовых способностей являются физические упражнения с отягощением (сопротивлением), которые направлены стимулируют увеличение степени напряжения мышц. Такие упражнения называются скоростно-силовыми. Скоростно-силовыми (мощностными) являются такие динамические упражнения, в которых ведущие мышцы одновременно проявляют относительно большие силу и скорость сокращения, т. е. большую мощность. Максимальная мощность мышечного сокращения достигается в условиях максимальной активации мышцы при скорости укорочения около 30% от максимальной для ненагруженной мышцы. Максимальную мощность мышцы развивают при внешнем сопротивлении (грузе), составляющем 30-50% от их максимальной

(статической) силы. Предельная продолжительность упражнения с большой мощностью мышечных сокращений находится в диапазоне, от 3-5 с до 1-2 мин – в обратной зависимости от мощности мышечных сокращений (нагрузки). Мощность играет важнейшую роль в скоростно-силовых упражнениях. Упражнения условно подразделяются на основные и дополнительные.

Основные средства:

1. Упражнения с весом внешних предметов: штанги с набором дисков разного веса, разборные гантели, гири, набивные мячи, вес партнера и т.д.
2. Упражнения, отягощенные весом собственного тела:
 - упражнения, в которых мышечное напряжение создается за счет веса собственного тела (подтягивание в висе, отжимания в упоре, удержание равновесия в упоре, в висе);
 - упражнения, в которых собственный вес отягощается весом внешних предметов (например, специальные пояса, манжеты);
 - упражнения, в которых собственный вес уменьшается за счет использования дополнительной опоры;
 - ударные упражнения, в которых собственный вес увеличивается за счет инерции свободно падающего тела (например, прыжки с возвышения 25—70 см и более с мгновенным последующим выпрыгиванием вверх).
3. Упражнения с использованием тренажерных устройств общего типа (например, силовая скамья, силовая станция, комплекс "Универсал" и др.).
4. Рывково-тормозные упражнения. Их особенность заключается в быстрой смене напряжений при работе мышц-синергистов и мышц-антагонистов.

Дополнительные средства:

1. Упражнения с использованием внешней среды (бег и прыжки в гору, по рыхлому песку, бег против ветра и т.п.)
2. Упражнения с использованием сопротивления других предметов (эспандеры, резиновые жгуты, упругие мячи и т.п.)
3. Упражнения с противодействием партнера.

Некоторые примеры выше перечисленных упражнений:

- Бег с высоким с подниманием бедра в яме с песком на месте и с незначительным продвижением вперед в различном темпе — 15-30м.
- Бег прыжками по мягкому грунту (опилочная дорожка, торф) в различном темпе — 20-40м.
- Бег в гору (крутизна — 20°) в среднем и быстром темпе — 15-25 м.
- Прыжки на двух ногах с небольшим наклоном вперед — 10-30 прыжков.
- Выпрыгивание из глубокого приседа — 16-20 прыжков.
- Прыжки на одной ноге с продвижением вперед — 15-30 м на каждой ноге.

- Многократные прыжки через препятствия (гимнастические скамейки, набивные мячи, барьеры) на одной и двух ногах с акцентом на быстроту отталкивания — 30-40 прыжков.

- Броски и ловля набивного мяча одной и двумя руками — 6-8 раз.

- Сгибание и разгибание рук в упоре лежа — по 5-7 раз на время.

Все выше перечисленные упражнения, для развития скоростно-силовых способностей, задаются в зонах максимальной и субмаксимальной мощности.

Физиологическая характеристика зон максимальной и субмаксимальной мощности

Зона максимальной мощности. Максимальная скорость выполнения упражнения обеспечивается на 85-100% за счет анаэробного пути энергообеспечения, что обусловлено относительной инертностью кардиореспираторной системы (КРС). За столь короткое время она просто не успевает выйти на высокий уровень функционирования, вследствие чего в организме спортсмена образуется кислородный долг (КД), равный 10-15 литрам. Например, максимальная скорость в беге на спринтерских дистанциях достигается за 5-6 секунд, а максимальная ЧСС – только через 1 минуту. Полная ликвидация КД происходит спустя 30-40 минут после окончания работы.

Огромная нагрузка при работе в этой зоне ложится на структуры ЦНС (особенно нервных центров), высокий уровень возбудимости и лабильности которых определяют соответствующий темп движений. Функционирование сенсорных (особенно, двигательной сенсорной системы) и моторных нервных центров ЦНС на пределе своих возможностей приводит к быстрому утомлению ЦНС.

В связи с ограничением депо АТФ и КФ в организме огромная нагрузка ложится на анаэробную систему энергообеспечения (5% алактатной и 95% лактатной). Запасов самой мощной фосфагенной (АТФ и КФ) системы хватает только на 5-6 секунд работы и для дальнейшего продолжения соревновательного упражнения подключается уже менее мощная система гликолиза. В результате концентрация молочной кислоты увеличивается до 5-7 мМоль/л (физиологическая норма 0,9-2,0 мМоль/л). Доля суммарных энергозатрат при выполнении данного упражнения в этой зоне мощности не велика и составляет около 80 ккал.

Зона субмаксимальной мощности. Время работы в этой зоне мощности в разных видах спорта колеблется от 30 секунд до 3-5 минут. Энергообеспечение мышечной работы осуществляется также преимущественно за счет анаэробных компонентов (20% алактатная и 55-40% лактатной). Несмотря на подключение кислородной системы энергообеспечения (12-25% от общего выхода энергии) КД во время работы не компенсируется, достигая 25 л. Увеличение концентрации уровня молочной кислоты в крови до 10 мМоль/л является одним из главных факторов сдвига рН в кислую сторону (до 6,9-6,4) – ацидоза.

К 4-5 минуте работы уровень работы КРС выходит на свой максимальный уровень функционирования. Нагрузка на КРС, так же как и в максимальной зоне, приходится на восстановительный период и направлена на ликвидацию КД. Восстановление происходит в среднем в течение 1,5-2 часов после работы (концентрации глюкозы в мышечной ткани – около 3-х дней). Огромная нагрузка так же ложится на ЦНС – приходится работать в условиях метаболического ацидоза в темпе, близком к максимальному.

Энергетическая характеристика скоростно-силовых упражнений

С энергетической точки зрения, все скоростно-силовые упражнения относятся к анаэробным. Предельная продолжительность их – менее 1-2 мин. Для энергетической характеристики этих упражнений используется два основных показателя: максимальная анаэробная мощность и максимальная анаэробная емкость (способность).

Максимальная анаэробная мощность. Максимальная для данного человека мощность работы может поддерживаться лишь несколько секунд. Работа такой мощности выполняется почти исключительно за счет энергии анаэробного расщепления мышечных фосфагенов – АТФ и КрФ. Поэтому запасы этих веществ и особенно скорость их энергетической утилизации определяют максимальную анаэробную мощность. Короткий спринт и прыжки являются упражнениями, результаты которых зависят от максимальной анаэробной мощности,

Для оценки максимальной анаэробной мощности часто используется тест Маргарин. Он выполняется следующим образом. Испытуемый стоит на расстоянии 6 м перед лестницей и вбегает по ней, как только можно быстрее. На 3-й ступеньке он наступает на включатель секундомера, а на 9-й – на выключатель. Таким образом, регистрируется время прохождения расстояния между этими ступеньками. Для определения мощности необходимо знать выполненную работу – произведение массы (веса) тела испытуемого (кг) на высоту (дистанцию) между 3-й и 9-й ступеньками (м) и время преодоления этого расстояния (с). Например, если высота одной ступеньки равна 0,15 м, то общая высота (дистанция) будет равна $6 * 0,15 \text{ м} = 0,9 \text{ м}$. При весе испытуемого 70 кг и времени преодоления дистанции 0,5 с. мощность составит $(70 \text{ кг} * 0,9 \text{ м}) / 0,5 \text{ с} = 126 \text{ кгм/с}$. В таблице 4 приводятся "нормативные" показатели максимальной анаэробной мощности для женщин, и мужчин.

Максимальная анаэробная емкость. Наиболее широко для оценки максимальной анаэробной емкости используется величина максимального кислородного долга – наибольшего кислородного долга, который выявляется после работы предельной продолжительности (от 1 до 3 мин). Это объясняется тем, что наибольшая часть избыточного количества кислорода, потребляемого после работы, используется для восстановления запасов АХФ, КрФ и гликогена, которые расходовались в анаэробных процессах за время работы. Такие факторы, как высокий уровень катехоламинов в крови, повышенная температура тела и увеличенное потребление O_2 часто сокращающимся сердцем и дыхательными мышцами, также могут быть причиной повышенной

скорости потребления O_2 во время восстановления после тяжелой работы. Поэтому имеется лишь весьма умеренная связь между величиной максимального долга и максимальной анаэробной емкостью.

В среднем величины максимального кислородного долга у спортсменов выше, чем у неспортсменов, и составляют у мужчин 10,5 л (140 мл/кг веса тела), а у женщин – 5,9 л (95 мл/кг веса тела). У неспортсменов они равны (соответственно) 5 л (68 мл/кг веса тела) и 3,1 л (50 мл/кг веса тела). У выдающихся представителей скоростно-силовых видов спорта (бегунов на 400 и 800 м) максимальный кислородный долг может достигать 20 л (Н. И. Волков). Величина кислородного долга очень вариативна и не может быть использована для точного предсказания результата.

По величине алактацидной (быстрой) фракции кислородного долга можно судить о той части анаэробной (фосфагенной) емкости, которая обеспечивает очень кратковременные упражнения скоростно-силового характера (спринт). Простое определение емкости алактацидного кислородного долга состоит в вычислении величины кислородного долга за первые 2 мин восстановительного периода. Из этой величины можно выделить "фосфагенную фракцию" алактацидного долга, вычитая из алактацидного кислородного долга количество кислорода, используемого для восстановления запасов кислорода, связанного с миоглобином и находящегося в тканевых жидкостях: *емкость "фосфагенного" (АТФ + КФ) кислородного долга (кал/кг веса тела) = [(O_2 – долг 2 мин – 550) * 0,6 * 5] / вес тела (кг)*

Первый член этого уравнения – кислородный долг (мл), измеренный в течение первых 2 мин восстановления после работы предельной продолжительности 2–3 мин; 550 – это приблизительная величина кислородного долга за 2 мин, который идет на восстановление кислородных запасов миоглобина и тканевых жидкостей; γ 0,6 – эффективность оплаты алактацидного кислородного долга; 5 – калорический эквивалент 1 мл O_2 .

Типичная максимальная величина "фосфагенной фракции" кислородного долга – около 100 кал/кг веса тела, или 1,5–2 л O_2 . В результате тренировки скоростно-силового характера она может увеличиваться в 1,5–2 раза.

Наибольшая (медленная) фракция кислородного долга после работы предельной продолжительности в несколько десятков секунд связана с анаэробным гликолизом, т. е. с образованием в процессе выполнения скоростно-силового упражнения молочной кислоты, и потому обозначается как лактацидный кислородный долг. Эта часть кислородного долга используется для устранения молочной кислоты из организма путем ее окисления до CO_2 и H_2O и ресинтеза до гликогена.

Для определения максимальной емкости анаэробного гликолиза можно использовать расчеты образования молочной кислоты в процессе мышечной работы. Простое уравнение для оценки энергии, образующейся за счет анаэробного гликолиза, имеет вид: энергия анаэробного гликолиза (кал/кг веса тела) = содержанию молочной кислоты в крови (г/л) * 0,76 * 222, где содержание молочной кислоты определяется как разница между наибольшей

концентрацией ее на 4-5-й мин после работы (пик содержания молочной кислоты в крови) и концентрацией в условиях покоя; величина 0,76 – это константа, используемая для коррекции уровня молочной кислоты в крови до уровня ее содержания во всех жидкостях; 222 – калорический эквивалент 1 г продукции молочной кислоты.

Максимальная емкость лактацидного компонента анаэробной энергии у молодых нетренированных мужчин составляет около 200 кал/кг веса тела, что соответствует максимальной концентрации молочной кислоты в крови около 120 мг% (13 ммоль/л). У выдающихся представителей скоростно-силовых видов спорта максимальная концентрация молочной кислоты в крови может достигать 250–300 мг%, что соответствует максимальной лактацидной (гликолитической) емкости 400–500 кал/кг веса тела.

Такая высокая лактацидная емкость обусловлена рядом причин. Прежде всего, спортсмены способны развивать более высокую мощность работы и поддерживать ее более продолжительно, чем нетренированные люди. Это, в частности, обеспечивается включением в работу большой мышечной массы (рекрутированием), в том числе быстрых мышечных волокон, для которых характерна высокая гликолитическая способность. Повышенное содержание таких волокон в мышцах высококвалифицированных спортсменов – представителей скоростно-силовых видов спорта – является одним из факторов, обеспечивающих высокую гликолитическую мощность и емкость. Кроме того, в процессе тренировочных занятий, особенно с применением повторно-интервальных упражнений анаэробной мощности, по-видимому, развиваются механизмы, которые позволяют спортсменам "переносить" ("терпеть") более высокую концентрацию молочной кислоты (и соответственно более низкие значения рН) в крови и других жидкостях тела, поддерживая высокую спортивную работоспособность. Особенно это характерно для бегунов на средние дистанции.

Силовые и скоростно-силовые тренировки вызывают определенные биохимические изменения в тренируемых мышцах. Хотя содержание АТФ и КрФ в них несколько выше, чем в нетренируемых (на 20-30%), оно не имеет большого энергетического значения. Более существенно повышение активности ферментов, определяющих скорость оборота (расщепления и ресинтеза) фосфагенов (АТФ, АДФ, АМФ, КрФ), в частности миокиназы и креатин фосфокиназы (Яковлев Н. Н.).

Заключение

Скоростно-силовые качества увеличиваются за счет увеличения силы или скорости сокращения мышц или обоих компонентов. Обычно наибольший прирост достигается за счет увеличения мышечной силы.

Для эффективного развития скоростно-силовых способностей необходимо учитывать их физиологические особенности. Прежде всего, необходимо обращать внимание на сенситивные периоды развития. Для силы это возраст от 13-14 до 16-17 лет. В последующие годы (до 18-20 лет) темпы ее роста замедляются. Для быстроты это период 9-12 лет. В этом возрасте

преимущество тренирующихся детей перед не занимающимися спортом особенно велико. Если в это время не развивать быстроту, то в последующие годы, возникшее отставание трудно ликвидировать.

Также следует учитывать энергообеспечение скоростно-силовой работы для того, чтобы предупредить утомление спортсмена и рационально построить тренировку.

На тренировке, помимо упражнений на развитие силы и скорости, следует применять скоростно-силовые упражнения. Они способствуют более лучшему развитию скоростно-силовых качеств.

Таблица 1. Максимальная произвольная сила мышц (кг) в зависимости от возраста

Возраст, лет	Разгибатели бедра	Разгибатели голени	Разгибатели стопы
12	62	24	39
13	74	31	49
14	85	37	55
15	96	41	59
16	106	44	68

Таблица 2. Результаты (см) в скоростно-силовых упражнениях у мальчиков в зависимости от возраста

Возраст, лет	Прыжок вверх (толчком двух ног)	Прыжок в длину	Тройной прыжок (с места)
12	35	171	517
13	38	185	560
14	40	194	591
15	42	201	615
16	44	211	636

Таблица 3. Соотношение и площадь поперечного сечения быстрых и медленных мышечных волокон икроножной мышцы у американских легкоатлетов и у нетренированных мужчин (Д. Костилл и др., 1976)

Спортивная специализация и квалификация (спортивный результат)	% быстрых волокон	Площадь поперечного сечения, мкм ²		% площади, занимаемой быстрыми волокнами
		быстрых волокон	медленных волокон	
Спринт (n=2): 100 м – 10,5с	76,0 (79,0 и 73,0)	6034	5878	76,5
Прыжки в длину (n = 2): 7,52 и 8,41 м	53,3 (56,0 и 50,7)	6523	4718	62,2
Метание диска (n = 2): 60,9 и 61,3 м и толкание ядра (n = 2): 18,9 и 19,7 м	62,3 (87,0–48,0)	9483	7702	66,0
Бег на средние дистанции (n = 7): 800 м – 1.51,5 (1:48,9-1.54,1)	48,1 (59,5–30,6)	7117	6099	53,5
Нетренированные мужчины (n=11)	47,4 (62,0–26,8)	4965	5699	44,0

Таблица 4. Классификация показателей максимальной анаэробной мощности (кгм/с, 1 кгм/с = 9,8 Вт.)

Классификация	Возраст, лет	
	15-20	20-30
<i>Мужчины:</i>		
плохая	Менее 113	Менее 106
посредственная	113-149	106-139
средняя	150-187	140-175
хорошая	188-224	176-210
отличная	Более 2-24	Более 210

Классификация	Возраст, лет	
	15-20	20-30
<i>Женщины:</i>		
плохая	Менее 92	Менее 85
посредственная	92-120	85-111
средняя	121-151	112-140
хорошая	152-182	141-168
отличная	Более 182	Более 168