Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

«Тверской колледж транспорта и сервиса»

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

тема:

**«Развитие физических качеств в легкой атлетике.**

**Учебные нормативы по легкой атлетике»**

Рецензент: преподаватель

Бельская Ирина Викторовна

Тверь

2024г.

***Содержание.***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Введение | 3 |
|  |  |  |
| 2 | Формы проявления мышечной силы | 3-5 |
|  |  |  |
| 3 | Связь произвольной силы и выносливости мышц | 5-8 |
|  |  |  |
| 4 | Физиологические основы скоростно-силовых качеств | 8 |
|  |  |  |
| 5 | Силовой компонент мощности | 8-10 |
|  |  |  |
| 6 | Физиологические механизмы развития силы | 10-12 |
|  |  |  |
| 7 | Литературный обзор | 12-19 |
|  |  |  |
| 8 | Учебные нормативы в легкой атлетике | 19-21 |
|  |  |  |
| 9 | Список литературы | 22 |

1. ***Введение.***

**Актуальность** – подготовка квалифицированных спортсменов становится все более сложной и продолжительной. В связи с этим внимание специалистов обращено на необходимость развития физических качеств и в большей мере силовых возможностей.

Развитие физических качеств в разной мере зависит от врожденных особенностей. Вместе с тем в индивидуальном развитии ***ведущим механизмом является условно-рефлекторный***. Этот механизм обеспечивает качественные особенности двигательной деятельности конкретного человека, специфику их проявления и взаимоотношений. При тренировке скелетных мышц (и соответствующих отделов центральной нервной системы) одной стороны тела условно-рефлекторным путем достигаются идентичные реакции отделов нервной системы и мышц другой половины тела, обеспечивающие развитие данного качества на неупражняющихся симметричных мышцах.

Для проявления физических качеств характерна их меньшая осознаваемость по сравнению с двигательными навыками, большая значимость для них биохимических, морфологических и вегетативных изменений в организме.

***Формы проявления мышечной силы.***

Сила мышцы – это способность за счет мышечных сокращений преодолевать внешнее сопротивление. При ее оценки различают абсолютную и относительную мышечную силу.

Изометрически сокращающаяся мышца развивает максимально возможное для нее напряжение при одновременном выполнении следующих трех условий:

1. активации двигательных единиц (мышечных волокон) данной мышцы;
2. режиме полного тетануса у всех ее двигательных единиц;
3. сокращение мышцы пли длине покоя.

В этом случае изометрическое напряжение мышцы соответствует ее максимальной статический силе.

Максимальная сила (МС),развиваемая мышцей, зависит от числа мышечных волокон, составляющих данную мышцу в целом, и от их толщины. Число и толщина волокон определяют толщину мышцы в целом, или, иначе, площадь поперечного сечения мышцы (анатомический поперечник). Относительная сила ***это отношение мышечной силы к её анатомическому поперечнику*** (толщине мышцы в целом, которая зависит от числа и толщины отдельных мышечных волокон). Она измеряется в тех же единицах. В спортивной практике для её оценки используют более простой показатель: отношение мышечной силы к весу тела спортсмена, т.е. в расчёте на 1 кг.

Анатомический поперечник определяется как площадь поперечного разреза мышцы, проведённого перпендикулярно к её длине. Поперечный разрез мышцы, проведённый перпендикулярно к ходу её волокон , позволяет получить физиологический поперечник мышцы. Для мышц с параллельным ходом волокон физиологический поперечник совпадает с анатомическим. Абсолютная сила - ***это отношение мышечной силы к физиологическому поперечнику мышцы*** (площади поперечного разреза всех мышечных волокон). Она измеряется в Ньютонах или килограммах силы в 1 см2. В спортивной практике измеряются динамометром силу мышцы без учёта её поперечника.

Измерение мышечной силы у человека осуществляется при его произвольном усилии, стремлении максимально сократить необходимые мышцы. Поэтому когда говорят о мышечной силе у человека, речь идёт о максимальной произвольной силе (МПС). Она зависит от двух групп факторов: мышечных (периферических) и координатных (центрально-нервных).

К мышечным (периферическим) факторам ,определяющим МПС, относятся:

а) механические условия действий мышечной тяги - плечо рычага действия мышечной силы и угол приложения этой силы к костным рычагам;

б) длина мышц, так как напряжение мышцы зависит от её длины;

в)поперечник (толщина) активируемых мышц, так как при прочих равных условиях проявляемая мышечная сила тем больше, сем больше суммарный поперечник произвольно сокращающихся мышц;

г) композиция мышц, т.е. соотношение быстрых и медленных мышечных волокон в сокращающихся мышцах.

К координационным (центрально-нервным) факторам относится совокупность центрально-нервных координационных механизмом **управления** мышечным аппаратом – механизмы внутримышечной координации и механизмы межмышечной координации.

Механизмы внутримышечной координации определяют число и частоту импульсации мотонейронов данной мышцы и связь их импульсации во времени. С помощью этих механизмов центральная нервная система регулирует МПС данной мышцы, т.е. определяет, насколько сила произвольного сокращения данной мышцы близка к ее МС. Показатель МПС любой мышечной группы даже одного сустава зависит от силы сокращения многих мышц. Совершенство межмышечной координации проявляется в адекватном выборе «нужных» мышц-синергистов, в ограничении «ненужной» активности мышц-антагонистов, обеспечивающих фиксацию смежных суставов и т.п.

Таким образом, управление мышцами, когда требуется проявить их МПС, является сложной задачей для центральной нервной системы. Отсюда понятно, почему в обычных условиях МПС называется силовым дефицитом.

Силовой дефицит данной мышечной группы тем меньше, чем совершеннее центральное управление мышечным аппаратом. Величина силового дефицита зависит от трех факторов:

1. психологического, эмоционального, состояния (установки) испытуемого;
2. необходимого числа одновременно активируемых мышц групп;
3. степени совершенства произвольного управления ими.

***Связь произвольной силы и выносливости мышц.***

Между показателями произвольной силы и выносливости мышц (локальной выносливости) существует сложная связь. МПС и статическая выносливость одной и той же мышечной группы связаны прямой зависимостью: чем больше МПС данной мышечной группы, тем длительнее можно удержать выбранное усилие (больше абсолютная локальная выносливость). Иная связь между произвольной силой и выносливостью обнаруживается в экспериментах, в которых разные испытуемые развивают одинаковые относительные мышечные усилия, например 60% от их МПС (при этом, чем сильнее испытуемый, тем большее по абсолютной величине мышечное усилие он должен поддерживать). В этих случаях среднее предельное время работы (относительная локальная выносливость) чаще всего одинаково у людей с разной МПС.

Показатели МПС и динамической выносливости не обнаруживают прямой связи у не спортсменов и спортсменов различных специализаций. Например, как среди мужчин, так и среди женщин наиболее сильными мышцами ног обладают дискоболы, но у них самые низкие показатели динамической выносливости. Бегуны на средние и длинные дистанции по силе мышц ног не отличаются от не спортсменов, но у первых чрезвычайно большая динамическая локальная выносливость. В то же время у них не выявлено повышенной динамической выносливости мышц рук. Всё это свидетельствует о высокой специфичности тренировочных эффектов: больше всего повышаются те функциональные свойства и у тех мышц, которые являются основными в тренировке. Тренировка, направленная преимущественно на развитие мышечной силы, совершенствует механизмы, способствующие улучшению этого качества, значительно меньше влияя на мышечную выносливость, и наоборот.

***Рабочая гипертрофия мышц.***

Поскольку сила мышц зависит от её поперечника, увеличения его сопровождается ростом силы данной мышцы. Увеличение мышечного поперечника в результате физической тренировки называется рабочей гипертрофией мышцы (от греч. «трофос»-питание). Мышечные волокна, являющиеся высокоспециализированными дифференцированными клетками, по-видимому, не способны к клеточному делению сообразованием новых волокон. Во всяком случае, если деление мышечных клеток имеет и место, то только в особых случаях и в очень небольшом количестве. Рабочая гипертрофия мышцы происходит почти или исключительно за счёт утолщения (увеличения объёма) существующих мышечных волокон. При значительном утолщении мышечных волокон, возможно, их продольное механическое расщепление с образованием «дочерних»волокон с общим сухожилием. В процессе силовой тренировки число продольно расщеплённых волокон увеличивается.

Можно выделить два крайних типа рабочей гипертрофии мышечных волокон - саркоплазматических и миофибриллярный. Саркоплазматическая рабочая гипертрофия – это утолщение мышечных волокон за счёт преимущественного увеличения объёма саркоплазмы. т.е. не сократительной их части. Гипертрофия этого типа происходит за счёт повышения содержания на сократительных ( в частности, митохондриальных) белков и метаболических резервов мышечных волокон: гликогена, без азотистых веществ, кератин фосфата, миоглобина и др. Значительное увеличение числа капилляров в результате тренировки также может вызвать некоторое утолщение мышцы.

Наиболее предрасположены к саркоплазматической гипертрофии, по-видимому медленные и быстрые окислительные волокна. Рабочая гипертрофия этого типа мало влияет на рост силы мышц, но зато значительно повышает способность к продолжительной работе, т. е. увеличивает их выносливость.

Миофибриллярная рабочая гипертрофия связана с увеличением числа и объёма, миофибрилл, т.е. собственно-сократительного аппарата мышечных волокон. При этом возрастает плотность укладки миофибрилл в мышечном волокне. Такая рабочая гипертрофия мышечных волокон ведёт к значительному росту МС мышцы. Существенно увеличивается и абсолютная сила, мышцы, а при рабочей гипертрофии первого типам она или совсем не изменяется, или даже несколько уменьшается. По-видимому, наиболее предрасположены к миофибриллярной гипертрофии быстрые мышечные волокна.

В реальных ситуациях гипертрофия мышечных волокон представляет собой комбинацию двух названных типов, с преобладанием одного из них. Преимущественное развитие того или иного типа рабочей гипертрофии определяется характером мышечной тренировки. Длительные динамические упражнения, развивающие выносливость, с относительно небольшой силовой нагрузкой на мышцы вызывают главными образом рабочую гипертрофию первого типа. Упражнения с большими мышечными напряжениями (более 70% от МПС тренируемых групп мышц), наоборот, способствует развитию рабочей гипертрофии преимущественно второго типа.

В основе рабочей гипертрофии лежит интенсивный синтез и уменьшенный распад мышечных белков. Соответственно концентрация ДНК и РНК в гипертрофированной мышце больше, чем в нормальной. Креатин, содержание которого увеличивается в сокращающейся мышце, может стимулировать усиленный синтез актина и миозина и таким образом способствовать развитию рабочей гипертрофии мышечных волокон.

Очень важную роль в регуляции объема мышечной массы, в частности в развитии гипертрофии мышц, играют андрогены (мужские половые гормоны). У мужчин они вырабатываются половыми железами (семенниками) и в коре надпочечников, а у женщин – только в коре надпочечников. Соответственно у мужчин количество андрогенов в организме больше, чем у женщин. Роль андрогенов в увеличении мышечной массы проявляется в следующем.

Возрастное развитие мышечной массы идет параллельно с увеличением продукции андрогенных гормонов. Первое заметное утолщение мышечных волокон наблюдается в 6 – 7-летнем возрасте, когда усиливается образование андрогенов. С наступлением полового созревания (в 11 – 15 лет) начинается интенсивный прирост мышечной массы у мальчиков, который продолжается и после периода полового созревания. У девочек развитие мышечной массы в основном заканчивается с периодом полового созревания. Соответствующий характер имеет и рост мышечной силы в школьном возрасте.

Даже после коррекции показателей силы с размерами тела силовые показатели у взрослых женщин ниже, чем у мужчин. Вместе с тем, если у женщин в результате некоторых заболеваний усиливается секреция андрогенов надпочечниками, то интенсивно увеличивается мышечная масса, появляются хорошо развитый мышечный рельеф, возрастает мышечная сила.

В опытах над животными установлено, что введение препаратов андрогенных гормонов (анаболиков) вызывает значительную интенсификацию синтеза мышечных белков, в результате чего увеличивается масса тренируемых мышц и как результат – их сила. Вместе с тем развитие рабочей гипертрофии скелетных мышц может происходить и без участия андрогенных и других гормонов (гормона роста, инсулина и тироидных гормонов).

Силовая тренировка, кА и другие виды тренировки, по-видимому, не изменяет соотношения в мышцах двух основных типов мышечных волокон – быстрых и медленных. Вместе с тем она способна изменять соотношение двух видов быстрых волокон, увеличивая процент быстрых гликолитических (БГ) и соответственно уменьшая процент быстрых окислительно-гликолитических (БОГ) волокон. При этом в результате силовой тренировки, степень гипертрофии быстрых мышечных волокон значительно больше, чем медленных окислительных (МО) волокон, тогда как тренировка выносливости ведет к гипертрофии в первую очередь медленных волокон. Эти различия показывают, что степень рабочей гипертрофии мышечного волокна зависит как от меры его использования в процессе тренировок, так и от его способности к гипертрофии.

Силовая тренировка связана с относительно небольшим числом повторных максимальных или близких к ним мышечных сокращений, в которых участвуют как быстрые, так и медленные мышечные волокна. Однако и небольшого числа повторений достаточно для развития рабочей гипертрофии быстрых волокон, что указывает на их большую предрасположенность к развитию рабочей гипертрофии (по сравнению с медленными волокнами). Высокий процент быстрых волокон в мышцах служит важной предпосылкой для значительного роста мышечной силы при направленной силовой тренировке. Поэтому люди с высоким процентом быстрых волокон в мышцах имеют более высокие потенциальные возможности для развития силы и мощности.

Тренировка выносливости связана с большим числом повторных мышечных сокращений относительно небольшой силы, которые в основном обеспечиваются активностью медленных мышечных волокон. Поэтому понятна более выраженная рабочая гипертрофия медленных мышечных волокон при этом виде тренировки по сравнению с гипертрофией быстрых волокон, особенно быстрых гликотических.

***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: 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.

***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 обратном знаком) движения массы при эксцентрическом сокращении мышц. Такое определение основано на физическом законе, согласно которому P=m • 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 внемышечной 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 условиях 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 используется 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, 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.

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.

***Физиологические механизмы развития силы.***

В развитии мышечной силы имеют значение:

1) внутримышечные факторы,

2) особенности нервной регуляции и

3) психофизиологические механизмы.

Внутримышечные факторы развития силы включают в себя биохимические, морфологические и функциональные особенности мышечных волокон.

* **Физиологический поперечник**, зависящий от числа мышечных волокон (он наибольший для мышц с перистым строением);
* **Сустав 9композиция0 мышечных волокон**, соотношение слабых и более возбудимых медленных мышечных волокон (окислительных, мало утомляемых) и более мощных волокон пороговых быстрых мышечных волокон (гликолитических, утомляемых);
* **Миофибриллярная гипертрофия мышцы** – т.е. увеличение мышечной массы, которая развивается при силовой тренировке в результате адаптационно-трофических влияний и характеризуется ростом тощины и более плотной упаковкой сократительных элементов мышечного волокна – миофибрилл. (При этом окружность плеча может достигать 80 см, а бедра – 95 см и более). Нервная регуляция обеспечивает развитие силы за счет совершенствования деятельности отдельных мышечных волокон, двигательных единиц (ДЕ) целой мышцы и межмышечной координации. Она включает в себя следующие факторы: • **Увеличение частоты нервных импульсов**, поступающих в скелетные мышцы от мотонейронов спинного мозга и обеспечивающих переход от слабых одиночных сокращений их волокон к мощным титаническим;
* **Активация многих** ДЕ – при увеличении числа вовлеченных в двигательный акт ДЕ повышается сила сокращения мышцы;
* **Синхронизация активности ДЕ** - одновременное сокращение возможно большего числа активных ДЕ резко увеличивает силу тяги мышцы;
* **Межмышечная координация** – сила мышцы зависит от деятельности других мышечных групп : сила мышцы растет при одновременном расслаблении ее антагониста, она уменьшается при одновременном сокращении других мышц и увеличивается при фиксации туловища или отдельных суставов мышцами-антагонистами. Например, при подъеме штанги возникает явление **натуживания** (выдох при закрытой голосовой щели), приводящее к фиксации мышцами туловища спортсмена и создающие прочную основу для преодоления поднимаемого веса.

**Психофизиологические механизмы**увеличения мышечной силы связаны с изменениями функционального состояния (бодрости, сонливости, утомления), влияниями мотиваций и эмоций, усиливающих симпатические и гормональные воздействия со стороны гипофиза, надпочечников и половых желез, биоритмов.

**Важную роль в развитии силы играют мужские половые гормоны (андрогены)**, которые обеспечивают рост синтеза сократительных белков в скелетных мышцах. Их у мужчин в 10 раз больше, чем у женщин. Этим объясняется больший тренировочный эффект развития силы у спортсменов по сравнению со спортсменками, даже при абсолютно одинаковых тренировочных нагрузках.

Открытие «эффекта андрогенов» привело к попыткам ряда тренеров и спортсменов использовать для развития силы аналоги половых гормонов анаболические стероиды. Однако вскоре обнаружились пагубные последствия их приема. В результате действий анаболиков у спортсменов-мужчин подавляется функция собственных половых желез(вплоть до полной импотенции и бесплодия), а у женщин-спортсменок происходит изменение вторичных половых признаков по мужскому типу(огрубение голоса, изменение характера оволосения) и нарушается специфический биологический цикл женского организма (возникают отклонения в длительности и регулярности месячного цикла, вплоть до полного его прекращения и подавления детородной функции).Особенно тяжелые последствия наблюдаются у спортсменов-подростков. В результате подобные препараты были отнесены к числу запрещенных допингов.

Попытки заставить мышцу развить мощные тетанические сокращения с помощью электростимуляции также не привели к успеху. Эффект воздействия прекращался через 1-2 недели, а искусственно вызванная способность развивать сильные сокращения не могла полноценно использоваться, так как не включалась в необходимые навыки.

***Функциональные резервы силы.***

У каждого человека имеются определенные резервы мышечной силы, которые могут быть включены лишь при экстремальных ситуациях(чрезвычайная опасность для жизни, чрезмерные психоэмоциональные напряжение и т.п.)

В условиях электрического раздражения мышцы или под гипнозом можно выявить максимальную мышечную силу, которая окажется больше силы, которую человек проявляет при предельном произвольном усилии –так называемой **максимальной произвольной силы. Разница между максимальной мышечной силой и максимальной произвольной силой называется** дефицитом мышечной силы. Эта величина уменьшается в ходе силовой тренировки, так как происходит перестройка морфофункциональных возможностей мышечных волокон и механизмов их произвольной регуляции.

У систематически тренирующихся спортсменов наряду с экономизацией функций происходит относительное увеличение **общих и специальных физиологических резервов.** При этом первые реализуются через общие для различных упражнений проявления физических качеств, а вторые – в виде специальных для каждого вида спорта навыков и особенностей силы, быстроты и выносливости (Мозжухин А.С., 1979).

К числу **общих функциональных резервов мышечной силы** отнесены следующие факторы:

* Включение дополнительных ДЕ в мышце;
* Синхронизация возбуждения ДЕ в мышце;
* Своевременное торможение мышц-антагонистов;
* Координация (синхронизация) сокращений мышц-антагонистов;
* Повышение энергетических ресурсов мышечных волокон;
* Переход от одиночных сокращений мышечных волокон к тетаническим;
* Усиление сокращения после оптимального растяжения мышцы;
* Адаптивная перестройка структуры и биохимии мышечных волокон (рабочая гипертрофия, изменение соотношения объемов медленных и быстрых волокон и др.)

***Литературный обзор.***

Любые движения человека-это результат согласованной деятельности Ц.Н.С. и периферических отделов двигательного аппарата, в частности скелетно-мышечной системы. Без проявления мышечной силы никакие физические упражнения выполнять невозможно.

Сила - это, как принято в современной механике, всякое действие одного материального тела на другое, в результате которого происходит изменение в состоянии покоя или движении тела. «Лишь измеренность движения и придает категории силы ее ценность. Без этого, она не имеет ни какой ценности». (Ф. Энгельс)

В специальной научно-методической литературе имеется несколько определении мышечной силы как двигательного качества.

Одни авторы рассматривают мышечную силу как способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему за счет мышечных усилии , другие - как способность проявлять за счет мышечных усилий определенные величины силы, третьи – как способность за счет мышечного напряжения проявлять определенные величины силы. Все эти определения почти равноценны.

Чрезвычайно важной особенностью мышечной силы, проявляемой в динамическом режиме, является то, что ее проявление может быть мгновенным. Наибольшая величина мгновенной силы будет характеризовать максимальную динамическую силу. Однако, как известно, проявление мышечной силы при выполнении любого движения всегда протекает во времени. В этом случае конечный эффект постоянного проявлении силы во времени определяется импульсом силы – F\*t.

Исследуя механизмы динамики мышечного сокращения при преодолении на инерционном динамографе. Н.Н. Гончаров при обработке полученных данных ввел понятие средняя сила, которая, по его расчетам, равно 50% максимальной динамической силы. Средняя динамическая сила представляет собой условную величину, удобную для оценки эффекта действия силы по полной амплитуде движения максимальном волевом усилии. При статическом режиме работы мышц сила замеряется как абсолютная и относительная статическая сила.

Скелетные мышцы, общее количество который у человека свыше 600, состоят из связок мышечных волокон (клеток), которые иннервируется моторными нервами. Каждый моторный нерв имеет многочисленные ответвления и мышечными волокнами. В результате раздражения моторного нерва происходит сокращения мышечных волокон моторной единицы. Между поперечником моторного нерва и размером моторной (двигательной) единицы существует связь. Большие моторные нервы имеют также более высокий порог и меньшую возбудимость, чем более тонкие моторные нервы. В одной мышце находятся небольшие, легко отделяемые моторные единицы, которые труднее выделить и которые используются реже.

Гистологически определены два вида мышечных волокон: красные и белые, каждый из которых имеет функциональную характеристику. Белые мышечные волокна предназначены для быстрых, мощных, резких сокращений. В отличии от белых волокон меньшие по размеру красные волокна, которых в мышцах человека около 30%, показывают меньшую силу на одну моторную единицу и в 3 раза большее время сокращения. Моторные единицы, состоянии из красных мышечных волокон, не могут поднимать такие же веса, как моторные единицы из белых мышечных волокон, и склонны к медленным сокращениям. Однако они могут выполнять более длительную работу за счет хорошего кровяного снабжения и большой плотности митохондрий. Как в красных, таки в белых моторных единицах может быть разное количество волокон, однако моторные единицы из красных мышечных волокон имеют тенденцию к меньшему количеству волокон, более тонкому сечению, и поэтому более часто происходит их смена в работе.

Расположение мышечных волокон существенным образом влияет на силу мышц. Волокна, идущие параллельно продольной оси мышцы, не так, как те которые расположены наклонно. Что касается механической активности мышечных волокон, то исследования последних лет объясняют ее как «скольжение» нитей актина и миозина относительно друг друга вследствие последовательного образования и разрушения молекулярных актомиозиновых связей, образование которых происходит спонтанно.

Говоря о механических свойствах активной мышцы, необходимо помнить о наличии тех многообразий, сочетание которых характеризует механическая динамика мышечного сокращения. В настоящее время с уверенностью можно говорить о четырех зависимостях, каждая из которых дает лишь частичное представление об активной мышце, Наиболее подробно и всесторонне данная проблема изучена В.М. Зациорским, анализ работ которого позволяет в самом кратком изложении представить ее следующим образом:

а) Кривая длин напряжений системы последовательных эластических компонентов. Данная кривая не зависит от контрактильного механизма и может быть выражена уравнением:

**P=f(l-1)**

где S (см.) – растяжение;

Р – нормализованное (т.е приведенное к P =1) напряжение;

f и – константы (А. Сандов);

б) Кривая длин напряжений активной мышцы. Можно предположить, что данная кривая отражает свойства контрактильного протеина внутримышечных фибрил и может быть выражена предложенным А. Хиллом (1922) уравнением:

cos

Где P – максимальное напряжение (при r=0);

R – максимальное укорочение (P=0);

P и r – соответствующие мгновенные значения напряжения и укорочения;

в) кривая сила-скорость. Можно полагать, что данная зависимость отражает те же свойства, что и предыдущие. Рассматриваемая кривая может быть выражена так называемым основным уравнением мышечного сокращения, предложенным А. Хиллом:

**(P+a) (v+b)=(P+a)b**

**где P – максимальное напряжение при данной длине мышцы;**

v – скорость;

P – напряжение;

a и b – константы, которые можно получить как из кривой сила- скорость, так и в результате миометрических измерений;

г) кривая активного состояния является результатом механизма, в котором контрактильный компонент включается и выключается в ответ на изменение потенциалов в клетках мембран. Эта зависимость может быть выражена характеристическими уравнениями А. Хилла с коррективами А. Сандова, который учел, во-первых, изменение величины максимального напряжения во времени и, во-вторых, нелинейную эластичность последовательных эластических компонентов.

Мышечная сила человека при прочих равных условиях пропорциональна площади физиологического поперечника мышцы. Это еще отметил немецкий физиолог Е. Вебер (1846). Известно, что 1 см. мышцы поднимает от 6 – 10 кг. Безотносительно к тому, тренирован или не тренирован ее обладатель.

Зависимость мышечной силы от физиологического поперечника мышцы признают все специалисты в области анатомии и физиологии. В то же время в работах по физиологии отмечается, что важнейшим фактором проявления силы является не периферическое изменение, а регуляция работы мышц со стороны нервных центров.

Современной спортивной физиологией установлено, что степень мышечного напряжения может изменяться под воздействием Ц.Н.С., важнейшее значение при этом имеет мобилизация сократительных возможностей тех мышц, которые осуществляют необходимое усилие. Это связано с оптимальным ритмом импульсов в мышце и, таким образом, со степенью сокращения их мышечных волокон и с адаптационно-трофическим воздействием вегетативных нервов на мышцу.

В несколько схематичном виде величина мышечного напряжения в живом организме определяется двумя факторами: импульсацией, проходящей к мышце от мотонейронов передних рогов спинного мозга; условно говоря, реактивностью самой мышцы, то есть силой которой она отвечает на определенный импульс.

Реактивность мышцы зависит от следующих факторов: a) макроморфологических и гистологических особенностей строения; в) трофического влияния Ц.Н.С., осуществляемого через адреналосимпатическую систему; г) длины мышцы в данный момент и прочего. При этом ведущим механизмом, позволяющим срочно изменять степень напряжения мышцы, является характер эффекторной импульсации. Примечание электромиографии при изучении механизмов мышечного напряжения позволило выявить, что с нарастанием в мышце напряжения позволило выявить, что с нарастанием в мышце напряжения амплитуда регистрируемых потенциалов увеличивается.

Важным моментом для понимания механизма мышечного напряжения является то, что по мере роста проявления мышечной силы частота колебания потенциала одной двигательной единицы может возрасти с 5 - 6 до 35 - 40 раз в секунду. Однако поскольку предельная частота колебаний намного меньше частоты, при которой мышца начинает трансформировать ритм поступающих в нее импульсов, можно полностью согласиться с мнением В.М. Зациорского о том, что деятельность мышцы не связана с трансформацией ритма, как это предполагали ранее. Исследования показали, что частота импульсов линейно пропорциональна развиваемой кинетической энергии. Что же касается амплитуды токов действия одного миона, то она, как правило, не изменяется.

Только при различии пороговых значений амплитуда токов действия может увеличиться из-за неодновременного включения в работу отдельных волокон. Что касается электроактивности всей напрягаемой мышцы, то она также возрастает по мере роста величины ее напряжения, но до определенного предела.

Таким образом говоря о механизме регулирования мышечного напряжения, можно предположить, что оно осуществляется двумя путями: изменением активности различного количества двигательных единиц и частотой нервной импульсации.

При мышечных напряжениях, когда они не доходят до предельных величин, регуляция мышечной силы происходит за счет изменения различного количества двигательных единиц.

В основе регуляции двигательных единиц в этом случае лежит механизм асинхронности. По данным русского ученого Р.С. Персон, асинхронизация определяется проприоцертивным влиянием, которое накладывается на синхронную импульсацию центральных и моторных структур. При этом степень напряжения не регулируется потенциалом отдельных импульсов, поскольку первое волокно является проводником импульсов, характеризующихся постоянной величиной потенциала. В результате создаются условия для получения большей надежности при значительной пропускной способности накала т принципиальной простоте, что позволяет обеспечивать передачу возбуждения в широком диапазоне при относительно небольшом применении частоты импульсации (В.М. Зациорский).

В тех случаях, когда мышечное напряжение достигает предельной активности, в основе его регуляции лежит синхронизация двигательных единиц.

Величина проявления силы при выполнении физических упражнений во многом зависит от формирования условных рефлексов, которые обеспечивают необходимую концентрацию процессов возбуждения и торможения и вовлечение в однократное максимальное сокращение наибольшего числа двигательных единиц (Д.Е.) при оптимальном возбуждении мышцах-антагонистах (А.В. Коробков)

В напряжении мышцы, как полагает целый ряд исследователей, участвуют не все двигательные единицы. При этом чем сильнее возбуждение, тем большее число Д.Е. принимает участие в сокращении. Наибольшее проявление силы может быть достигнуто (если прочие условия равны) при одновременном сокращении максимально возможного количества всех двигательных единиц в мышце.

Механизм градации мускуляторного напряжения является важным фактором увеличения мышечной силы. Ведущим механизмом, изменяющим величину мышечного напряжения, является характер нервной импульсации. Как уже говорилось, с повышением величины проявления силы частота колебаний одной нервно-мышечной единицы может возрастать с 5 – 6 до 35 – 40 колебаний в секунду, и она пропорциональна развиваемой кинетической энергии, а что касается суммарной активности мышцы, то она возрастает до определенного предела.

При синхронном раздражении мышцы двумя стимулами проявляемая сила значительно больше, чем при асинхронном.

Если у нетренированных людей синхронизируется обычно не более 18 – 20% регистрируемых импульсов, то с ростом тренированности это число значительно возрастает.

Понять более глубокие особенности синхронизации позволяет рассмотрение механизма рекрутирования Д.Е. Согласно имеющимся на сегодня данным, при напряжении мышцы активность Д.Е. начинается в определенной последовательности. Вначале Д.Е. образуют так называемый стержень, который по мере повышения напряжения в мышце концентрически увеличивается. Поскольку синхронизация связана с предельным мышечным напряжением, длится она ограниченное время. Синхронизация активности мионов и произвольное сокращение является одним из механизмов внутримышечной координации на уровне мышечных волокон. Что касается деятельности центрально-нервных механизмов синхронизации, то иннервирующая мускульный аппарат веретен гамма-моторная система в данном случает не играет существенной роли. Эффекторная импульсация поступает от соответствующих отделов головного мозга через мотонейрон непосредственно в мышечные волокна. Согласно данным Т. Хеттингера, если принять всю мышечную потенциальную возможность человека за 100%, то обычно автоматические действия требуют менее 20% всего силового потенциала. Область обычных физиологических резервов – менее 40%, а с включением резервов свыше 60% наступает так называемый мобилизационный порог, за которым следуют экстренные резервы, доходящие до 100% - абсолютно мышечного потенциала.

До настоящего времени неясным в механизмах регуляции мышечного напряжения является деятельность центрально-нервных механизмов. Исследования, выполненные в последние годы, дают возможность предполагать, что имеется по крайней мере три ведущих механизма. Один из них, в основе которого лежит рефлекс на растяжение (миотатический рефлекс), связан с регуляцией напряжения при сохранении положения тела. Изменение позы тела меняете и растяжение мышечных веретен, тем самым способствуя возбуждения их рецепторного аппарата, что в свою очередь рефлекторно вызывает изменение мышечного напряжения растянутых мышц.

При выполнении движений, не требующих проявления максимальной мышечной силы ,для дозирования мышечного напряжения используется другой механизм. В этом случае высшие нервные центры определяют в основном необходимые величины пространственных, временных и скоростных параметров движения. Что касается нужных комбинаций мышечных напряжений, то он осуществляется более низко расположенными нервными отделами. Известно, что эффекторная импульсация поступает сначала не в мышечные волокна, а в мускульный аппарат мышечных веретен, что приводит к изменению натяжений в них и соответствующему возбуждению их рецепторного аппарата. Далее регуляция осуществляется по схеме миотатического рефлекса.

При выполнении движений, требующих предельных величин проявления мышечной силы, эффекторная импульсация поступает от соответствующих отделов головного мозга через мотонейроны прямо в ДЕ.

Следовательно, использование эластичных свойств мышцы также будет способствовать проявлению большой силы. В динамической анатомии такую работу мышц принято называть баллистической. И.М. Сеченов писал: «Груз действует на мышцы одновременно в двух противоположных направлениях- растягивает ее как всякое упругое тело, и усиливает в то же время развитие в ней сократительных осей».

Величина рефлекторной реакции во многом зависит, как указывал И.П Павлов, от силы воздействующего раздражителя. В этом и заключается свойство нашего «двигателя» - приспосабливать свои силы к величине преодолеваемых сопротивлений, причем внешние силы (отягощения) вызывают вызывают действие внутренних сил (мыщц). Таким образом, к основным факторам, оказывающим влияние на проявление силы мышц человека, относятся величина внешнего сопротивления, состояние внутренней среды организма, координация движений, величина мышечной массы. Величина мышечной силы может увеличиваться за счет любого из этих факторов.

Коротко коснемся понятия «абсолютная сила». Введено оно для сравнения максимальной силы отдельных, изолированных мышц человека. Физиологи вкладывают в этот термин различный смысл: одни рассматривают абсолютную силу как отношение величины максимальной силы к величине физиологического поперечника мышцы, другие под абсолютной силой понимают величину того поперечника мышцы, другие под абсолютной силой понимают величину того предельного груза, который мышца уже не в состоянии поднять. Так, И.С. Беритов отмечает «то максимальное напряжение или та максимальная сила, которую мышца развивает при сокращении в случае, когда она уже не в состоянии поднять груз, называется «абсолютной силой».

Таким образом, с одной стороны, физиологи установили, что сила человека пропорциональна массе мышц, с другой стороны, биологи доказали, что с увеличением массы у представителей одного и того же класса животных. Например млекопитающих, уменьшается относительная сила, то есть отношение абсолютной величины максимальной силы к весу тела.

Исследования физиологов показали, что эта закономерность распространяется и на человека. Так, для сравнения степени развития максимальной силы у тяжелоатлетов различных весовых категорий А.Н. Крестовников употребляет термины «абсолютная» и «относительная» сила мышц. Этого мнения придерживаются и другие исследователи. Силу характеризуют как динамическую или статическую в зависимости от режима мышечной системы.

В динамическом режиме сила работающих мышц может проявляться при уменьшении (преодолевающий характер работы) или при удлинении их (уступающий характер работы).

В статическом режиме сила мышц проявляется при «активном» или «пассивном» характере их напряжения.

***3 Учебные нормативы в легкой атлетике***

Министерство спорта, туризма и молодежной политики российской Федерации своим приказом №756 от 21 июля 2010 года утвердило требования, нормы и условия их выполнения для присвоения спортивных званий и разрядов. Все это зафиксировано в Единой всероссийской спортивной классификации, которая будет действовать с 2010 по 2013 годы. Приводим нормы для ряда беговых легкоатлетических дисциплин.

***Бег на шоссе. Мужчины.***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **дистанция** | **МСМК** | **МС** | **КС** | **1** | **2** | **3** |
| 15 км | - | - | 47:00 | 49:00 | 51:30 | 56:00 |
| 21,0975 км | 1:02:30 | 1:05:30 | 1:08:30 | 1:11:30 | 1:15:00 | 1:21:00 |
| 42,195 км | 2:13:00 | 2:20:00 | 2:28:00 | 2:37:00 | 2:50:00 | закончить дистанцию |
| 100 км | 6:35:00 | 7:00:00 | 7:20:00 | 7:50:00 | закончить дистанцию | - |
| суточный бег | 250 | 240 | 220 | 190 | - | - |

***Бег на шоссе. Женщины.***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **дистанция** | **МСМК** | **МС** | **КС** | **1** | **2** | **3** |
| 15 км | - | - | 55:00 | 58:00 | 1:03:00 | 1:09:00 |
| 21,0975 км | 1:13:00 | 1:17:00 | 1:21:00 | 1:26:00 | 1:33:00 | 1:42:00 |
| 42,195 км | 2:32:00 | 2:45:00 | 3:00:00 | 3:15:00 | 3:30:00 | закончить дистанцию |
| 100 км | 8:00:00 | 8:30:00 | 9:05:00 | 9:45:00 | закончить дистанцию | - |
| суточный бег | 210 | 200 | 160 | 140 | - | - |

***Бег по стадиону (круг 400м). Мужчины.***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **дистанция** | **МСМК** | **МС** | **КС** | **1** | **2** | **3** |
| 50 м | - | - | - | 6,1 | 6,3 | 6,6 |
| 60 м (р.хр.)  автохроном | -  6,70 | -  6,84 | 6,8  7,04 | 7,1  7,34 | 7,4  7,64 | 7,8  8,04 |
| 100 м (р.хр.)  автохроном | -  10,28 | -  10,64 | 10,7  10,94 | 11,2  11,44 | 11,8  12,04 | 12,7  12,94 |
| 200 м (р.хр.)  автохроном | -  20,75 | -  21,34 | 22,0  22,24 | 23,0  23,24 | 24,2  24,44 | 25,6  25,84 |
| 300 м (р.хр.)  автохроном | -  - | -  - | 34,5  34,74 | 37,0  37,24 | 40,0  40,24 | 43,0  43,24 |
| 400 м (р.хр.)  автохроном | -  45,8 | -  47,35 | 49,5  49,65 | 52,0  52,15 | 56,0  56,15 | 1.00,0  1.00,15 |
| 600 м | - | - | 1.22,0 | 1.27,0 | 1.33,0 | 2.40,0 |
| 800 м (р.хр.)  автохроном | - | 1.49,15 | 1.55,0  1.55,15 | 2.01,0  2.01.15 | 2.10,0  2.10,15 | 2.20,0  2.20,15 |
| 1000 м | 2.18,0 | 2.21,0 | 2.28,0 | 2.36,0 | 2.48,0 | 3.00,0 |
| 1500 м | 3.38,0 | 3.46,0 | 3.57,0 | 4.10,0 | 4.25,0 | 4.45,0 |
| 1 миля | 3.56,0 | 4.03,0 | 4.15,0 | 4.30,0 | 4.47,0 | 5.08,0 |
| 3000 м | 7.52,0 | 8.05,0 | 8.30,0 | 9.00,0 | 9.40,0 | 10.20,0 |
| 5000 м | 13.25,0 | 14.00,0 | 14.40,0 | 15.30,0 | 16.35,0 | 17.45,0 |
| 10000 м | 28.06,0 | 29.25,0 | 30.35,0 | 32.30,0 | 34.40,0 | 38.00,0 |

***Бег по стадиону (круг 400м). Мужчины.***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **дистанция** | **МСМК** | **МС** | **КС** | **1** | **2** | **3** |
| 50 м | - | - | - | 6,9 | 7,3 | 7,7 |
| 60 м (р.хр.)  автохроном | -  7,30 | -  7,50 | 7,6  7,84 | 8,0  8,24 | 8,4  8,64 | 8,9  9,14 |
| 100 м (р.хр.)  автохроном | -  11,32 | -  11,84 | 12,3  12,54 | 13,0  13,24 | 13,8  14,04 | 14,8  15,04 |
| 200 м (р.хр.)  автохроном | -  22,92 | -  24,14 | 25,3  25,54 | 26,8  27,04 | 28,5  28,74 | 31,0  31,24 |
| 300 м (р.хр.)  автохроном | -  - | -  - | 40,0  40,24 | 42,0  42,24 | 45,0  45,24 | 49,0  49,24 |
| 400 м (р.хр.)  автохроном | -  51,2 | -  54,05 | 57,0  57,15 | 1.01,0  1.01,15 | 1.05,0  1.05,15 | 1.10,0  1.10,15 |
| 600 м | - | - | 1.36,0 | 1.42,0 | 1.49,0 | 1.57,0 |
| 800 м (р.хр.)  автохроном | -  2.00,10 | 2.05,0  2.05,15 | 2.14,0  2.14,15 | 2.24,0  2.24,15 | 2.34,0  2.34,15 | 2.45,0  2.45,15 |
| 1000 м | 2.36,5 | 2.44,0 | 2.54,0 | 3.05,0 | 3.20,0 | 3.40,0 |
| 1500 м | 4.05,0 | 4.17,0 | 4.35,0 | 4.55,0 | 5.15,0 | 5.40,0 |
| 1 миля | 4.24,0 | 4.36,0 | 4.55,0 | 5.15,0 | 5.37,0 | 6.03,0 |
| 3000 м | 8.52,0 | 9.15,0 | 9.54,0 | 10.40,0 | 11.30,0 | 12.30,0 |
| 5000 м | 15.20,0 | 16.10,0 | 17.00,0 | 18.10,0 | 19.40,0 | 21.20,0 |
| 10000 м | 32.00,0 | 34.00,0 | 35.50,0 | 38.20,0 | 41.30,0 | 45.00,0 |

***Кросс. Мужчины.***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **дистанция** | **МСМК** | **МС** | **КС** | **1** | **2** | **3** |
| 1 км | - | - | - | 2.38,0 | 5.50,0 | 3.02,0 |
| 2 км | - | - | - | 5.45,0 | 6.10,0 | 6.35,0 |
| 3 км | - | - | - | 9.05,0 | 9.45,0 | 10.25,0 |
| 5 км | - | - | - | 15.40,0 | 16.45,0 | 18.00,0 |
| 8 км | - | - | - | 25.50,0 | 27.30,0 | 29.40,0 |
| 10 км | - | - | - | 32.50,0 | 35.00,0 | 38.20,0 |
| 12 км | - | - | - | 40.00,0 | 43.00,0 | 47.00,0 |

***Кросс. Женщины.***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **дистанция** | **МСМК** | **МС** | **КС** | **1** | **2** | **3** |
| 1 км | - | - | - | 3.07,0 | 3.22,0 | 3.42,0 |
| 2 км | - | - | - | 6.54,0 | 7.32,0 | 8.08,0 |
| 3 км | - | - | - | 10.45,0 | 11.35,0 | 12.35,0 |
| 4 км | - | - | - | 14.28,0 | 15.44,0 | 17.00,0 |
| 5 км | - | - | - | 18.20,0 | 19.50,0 | 21.24,0 |
| 6 км | - | - | - | 22.30,0 | 24.00,0 | 26.00,0 |

Спортивное звание МСМК присваивается за выполнение норм на соревнованиях не ниже статуса чемпионата России, Кубка России.

Спортивное звание МС присваивается за результаты, показанные на официальных соревнованиях не ниже статуса федерального округа Российской Федерации, зональных отборочных соревнований, чемпионатов г. Москвы, г. Санкт-Петербурга.

Спортивный разряд КМС присваивается за результаты, показанные на соревнованиях не ниже статуса чемпионата муниципального образования.

Спортивное звание МСМК и МС присваивается при участии в судействе соревнований в составе ГСК не менее 3 спортивных судей всероссийской категории.

***Список литературы***

1. Физиология человека. Под редакцией В.В. Васильевой. – Москва: Физкультура и спорт, 1984.
2. Анатомия и физиология (составители Е.А. Воробьева, А.В. Губарь, Е.Б. Сафьянникова). – Москва: Медицина, 1975.
3. Физиология мышечной деятельности, труда и спорта (руководство по физиологии). – Ленинград: Наука, 1960.
4. Практикум по общей физиологии и физиологии спорта. Под редакцией А.Б. Гандельсмана. – Москва: Физкультура и спорт, 1973.
5. Физиологические методы исследования в спорте (составил С.Н. Кучкин, В.М. Яенегин). – Волгоград: изд. В.Г.И.Ф.К., 1982.
6. Физиология спорта. Физиологические особенности спортивных упражнений скоростно-силового характера (лекция Н.А. Масальгина). – Москва: изд. С.Г.И.Ф.К., 1979.
7. Физиология спорта. (составили А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб). Санкт-Петербург: СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта. 1999.
8. Физиология мышечной деятельности. Под редакции Я.М. Коца. – Москва: Физкультура и спорт, 1982.
9. Физиология человека. Под редакцией Н.В. Зимкина. – Москва: Физкультура и спорт, 1975г.
10. Методические указания по общей физиологии. Под редакцией А.С. Мозжухина, Е.Б. Сологуб. – Ленинград6 изд. ГДОИФК, 1985.
11. Спортивная физиология. Под редакцией Я.М. Коца. – Москва: Физкультура и спорт, 1986.
12. Аулик И.В. определение физической работоспособности в клинике и спорте. – Москва: Медицина, 1979.
13. Ахмедов К.Б., трунин В.В. Методические указания по исследованию физической работоспособности человека. – Алма-ата, изд. КИФК, 1975.
14. Годик М.А. Спортивная метрология. Москва: Физкультура и спорт, 1988.
15. Кузнецов в.В. Специальная силовая подготовка спортсмена. Москва: Советская Россия, 1975.