МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Педагогический институт физической культуры

Кафедра тяжелой атлетики и гимнастики

КУРСОВАЯ РАБОТА

На тему:

“Определение силы мышц сгибателей кисти у спортсменов 15 лет различных специализаций.”

Выполнил студент

4го курса 2й группы

*Маркин А. П.*

Научный руководитель:

КПН, доцент

*Ерёгина С.В*.

Москва 2002

Содержание. Стр.

Введение ………………………………………………………..….. 2

Глава 1. Литературный обзор …………………………………….. 5

1.1 Формы проявления мышечной силы. ………………..………10

1.2 Связь произвольной силы и выносливости мышц……….….12

1.3 Рабочая гипертрофия мышц…………………………………..13

1.4 Физиологические основы скоростно-силовых качеств (мощности)………………..………………………………………..15

1.5 Силовой компонент мощности (динамическая сила)…..…...16

1.6 Физиологические механизмы развития силы……………..…18

1.7 Функциональные резервы силы………………………………19

1.8 Заключение…………………………………………………….20

Глава 2 Результаты исследования………………………...….21

Выводы……………………………………………………..…23

Список использованной литературы………………………….…24

**Введение.**

**Актуальность** – Поскольку в некоторых видах спорта большое влияние на результат соревновательной деятельности оказывает сила сгибателей кисти, то необходимо выявить её показатели у спортсменов различных специализаций.

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 неупражнявшихся 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.

**Объект исследования –** спортсмены 15-ти летнего возраста различных специализаций (баскетбол, лыжи, тяжёлая атлетика, борьба, бокс), имеющие квалификацию 1 юношеского разряда.

**Предмет исследования** – проявление произвольной мышечной силы при различном положении суставного угла в локтевом суставе.

**Гипотеза** – предполагается, что уровень произвольной мышечной силы при различном положении суставного угла в локтевом суставе у спортсменов различных специализаций неодинаков.

**Цель исследования –** определить уровень произвольной мышечной силы при различном положении суставного угла в локтевом суставе.

**Задачи исследования:**

1 – Выявить уровень произвольной мышечной силы у спортсменов различных специализаций.

2 – Определить особенности проявления силовых способностей с спортивной деятельности.

**Общие сведения об испытуемых:**

Спортивный разряд: 1 взрослый разряд. Пол: мужской.

Возраст: 15 лет.

**Используемая аппаратура:**

1 – Кистевой динамометр.

**Ход работы:**

1 – Испытуемый выполняет надавливание на динамометр в спокойном состоянии локтевого сустава, угол которого равен 160-170 градусов.

2 – Испытуемый выполняет надавливание на динамометр в максимально согнутом состоянии локтевого сустава, угол которого равен 10-15 градусов.

3 – Испытуемый выполняет надавливание на динамометр в максимально разогнутом состоянии локтевого сустава, угол которого равен 190-200 градусов.

**Глава 1. 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 изменения в состоянии покоя или движения тела. Лишь измеренность движения и придает категорий силы ее ценность. Без этого, она не имеет ни какой ценности.

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 усилии 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 проявления 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, равна 50% максимальной динамической силы. Средняя динамическая сила представляет собой условную величину, удобную для оценки эффекта действия силы по полной амплитуде движения и максимальном волевом усилии. При статическом режиме работы мышц сила замеряется как абсолютная и относительная статическая сила.

Скелетные мышцы, общее количество которых у человека свыше 600, состоят из связок мышечных волокон (клеток), которые иннервируются моторными нервами. Каждый моторный нерв имеет многочисленные ответвления и соединения с мышечными волокнами. В результате раздражения моторного нерва происходит сокращение 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, состоящие 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.

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, приходящей к мышце от мотонейронов передних рогов спинного мозга; условно говоря, реактивностью самой мышцы, то есть силой с которой она отвечает на определенный импульс.

Реактивность мышцы зависит от следующих факторов: а) ее физиологического поперечника; б) 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. Применение 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 и 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 случае 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% - абсолютного 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 меняет 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 Д.Е.

В экспериментальных исследованиях было показано, что предварительно растянутая до определенной оптимальной степени мышца сокращается сильнее и быстрее.

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 действие внутренних сил (мышц). 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 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 деятельности.

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.

**1.1. Формы проявления мышечной силы**

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

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

1) активации всех двигательных единиц (мышечных волокон) данной мышцы;

2) режиме полного тетануса у всех ее двигательных единиц;

3) сокращении мышцы при длине покоя.

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

*Максимальная сила* (МС), развиваемая мышцей, зависит от числа мышечных волокон, составляющих данную мышцу, 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 ее 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 ее оценки используют более про­стой показатель: отношение мышечной силы к весу тела спортсмена, т. е. в расчете на 1 кг.

Анатомический поперечник определяется как площадь попереч­ного разреза мышцы, проведенного перпендикулярно к ее длине. Поперечный разрез мышцы, проведенный перпендикулярно к ходу ее 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 на 1 см2 . В спортивной практике измеряют динамометром силу мышцы без учета ее 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 идет о максимальной произвольной силе (МПС). Она зависит от двух групп факторов: мышечных (пери­ферических) и координационных (центрально-нервных).

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

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

б) длина мышц, так как напряжение мышцы зависит от ее длинны; в) поперечник (толщина) активируемых мышц, так как при прочих равных условиях проявляемая мышечная сила тем больше, чем 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 механизмовуправления 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 данного и других суставов и в усилении 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 мышц меньше, чем их МС. Разница между МС мышц и их 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 мышечных групп и 3) степени совершенства произвольного управления ими.

**1.2. 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. Все это свидетельствует о высокой специфичности тренировоч­ных эффектов: больше всего повышаются те функциональные свойства и у тех мышц, которые являются основными в тренировке спортсмена. Тренировка, направленная преимущественно на развитие мышечной силы, совершенствует механизмы, способствующие улучшению этого качества, значительно меньше влияя на мышеч­ную выносливость, и наоборот.

**1.3. Рабочая гипертрофия мышц**

Поскольку сила мышцы зависит от ее поперечника, увеличе­ние 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 с образованием новых волокон. Во всяком случае, если деление мышечных клеток и имеет место, то только в особых случаях и в очень небольшом количестве. Рабо­чая гипертрофия мышцы происходит почти или исключительно за счет утолщения (увеличения объема) 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 расщепленных волокон увеличивается.

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

Наиболее предрасположены к саркоплазматической гипертро­фии, по-видимому, медленные и быстрые окислительныеволокна. 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 объема, миофибрилл, т. е. собственно-сократитель­ного аппарата мышечных волокон. При этом возрастает плотность укладки миофибрилл в мышечном волокне. Такая рабочая гипер­трофия мышечных волокон ведет к значительному росту МС мыш­цы. Существенно увеличивается и абсолютная сила мышцы, а при рабочей гипертрофии первого типа 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 главным образом рабочую гипертрофию первого типа. Упражнения с большими мышечными напряжениями (более 70% от МПС тренируемых групп мышц), наоборот, способствуют 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, появляется хоро­шо развитый мышечный рельеф, возрастает мышечная сила.

В опытах на животных 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, как 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 гликоли­тических.

**1.4. 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.

**1.5. 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 *Р = т • а.* 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 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. 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.

**1.6. 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);

**• Состав (композиция) мышечных волокон,** соотношение слабых и более возбудимых медленных мышечных волокон (окислительных, мало утомляемых) и более мощных высоко 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 тол­щины 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 тетаническим;

**• 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 действия 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 развивать 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 двигательные навыки**.**

**1.7. Функциональные резервы силы**

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

В условиях электрического раздражения мышцы или под гипнозом можно выявить максимальную мышечную силу, которая окажется больше той силы, которую человек проявляет при предельном произвольном усилии - так называемой **максимальной произвольной силы. Разница между максимальноймышечной 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.).

#### 1.8. Заключение

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. Поскольку в некоторых видах спорта большое влияние на результат соревновательной деятельности оказывает сила сгибателей кисти, то необходимо выявить её показатели у спортсменов различных специализаций. Для этого нам надо было выяснить что такое сила, динамическая и статическая сила, абсолютная, относительная и максимальная сила, от чего зависит реактивность мышцы, как воздействует центральная нервная система на двигательную активность мышцы.

**Глава 2. Результаты исследования.**

В ходе исследования мы тестировали спортсменов 15-ти летнего возраста различных специализаций (баскетбол, лыжи, тяжёлая атлетика, борьба, бокс), имеющих квалификацию 1 юношеского разряда. Исследование происходило с 14.03.2002 по 15.03.2002 на базе Детской Юношеской Спортивной Школы.

В ходе исследования мы получили следующие результаты:

### Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Специализация | Результат силы кисти в различных положениях (кг) | | | | | |
|  | Свободное | | Согнутое | | Разогнутое | |
| \_  x | m | \_  x | m | \_  x | M |
| Борьба | 34,8 | 0,64 | 28,6 | 0,72 | 31,6 | 3,84 |
| Бокс | 33,8 | 3,04 | 27.2 | 4,16 | 25.8 | 4,64 |
| Лыжи | 34,6 | 1,44 | 30,0 | 5,6 | 30,0 | 4,8 |
| Баскетбол | 28,6 | 1,52 | 27,4 | 5,68 | 27,8 | 2,56 |
| Т/А | 41,0 | 2,40 | 40,6 | 3,28 | 38,6 | 6,48 |

В результате исследования мы видим, что:

а) у спортсменов всех специализаций сила кисти в свободном состоянии (угол 160-170 градусов) в среднем (зависит от вида спорта) наибольшая.

б) у спортсменов всех специализаций сила кисти в согнутом состоянии (угол10-15 градусов) в среднем (зависит от вида спорта) наименьшая.

в) у спортсменов всех специализаций сила кисти в разогнутом состоянии (угол 190-200 градусов) средняя между свободным и согнутым положении локтевого сустава, но ближе к наименьшей (зависит от вида спорта).

Из таблицы видно, что показатели одного теста применительно к различным специализациям неодинаковы, что произвольная мышечная сила при различных положениях суставного угла больше у испытуемых, чья специализация тяжелая атлетика. Также можно отметить наименьшие показатели:

В спокойном состоянии – специализация баскетбол (28.6) 83% от среднего.

В максимально согнутом – специализация бокс (27.2) 90% от среднего.

В максимально разогнутом – специализация бокс (25.8) 90% от среднего.

Это может быть связано с тем:

1 –Частота разрядов альфа-мотонейронов, в свою очередь, регулируется импульсами от проприорецепторов той же самой мышцы. Однако потоки импульсов в этом кольце могут регулироваться вышележащими уровнями нервной системы.

2 – Разряды гамма-мотонейронов повышают чувствительность мышечных веретен в результате при той же длине мышцы увеличивается поток импульсов от рецепторов к альфа-мотонейронам и от альфа-мотонейронов к мышце. Тем самым повышается мышечный тонус.

3 – В различных специализациях, развивают разные виды силовых способностей при различных положениях суставного угла.

**Выводы:**

1. Силовые способности при занятиях спортом проявляются в виде собственно силовых способностей, скоростно-силовых способностей и силовой выносливости.
2. В результате тестирования силы кисти при свободном положении локтевого угла наибольшие показатели выявлены у занимающихся тяжелой атлетикой – 41±2,4 (что вызвано особенностями соревновательных упражнений), наименьшие показатели выявлены у спортсменов занимающихся баскетболом – 28,6±1,52 (что вызвано отсутствием потребности силы данной мышцы в соревновательной деятельности).
3. При тестировании силы кисти в согнутом положении локтевого сустава наибольшие показатели также выявлены у занимающихся тяжелой атлетикой – 40,6±3,28, а наименьшие показатели выявлены у спортсменов занимающихся боксом – 27,2±4,16 (что также связано с отсутствием потребности проявления данной силы в соревновательной деятельности).
4. Также в результате тестирования силы кисти при разогнутом положении локтевого сустава наибольшие показатели выявлены у спортсменов занимающихся тяжелой атлетикой – 38,6±6,48, а наименьшие показатели выявлены у спортсменов занимающихся боксом – 25,8±4,64
5. Можно отметить, что спортивная специализация (характер соревновательных упражнений) оказывает значительное влияние на проявление силы кисти в различных положениях.

**Список литературы.**

1 Физиология человека. /Под редакцией В.В. Васильевой. – М.: Физкультура и спорт, 1984.

2 Анатомия и физиология Е.А. Воробьева, А.В. Губарь, Е.Б. Сафьянникова. – М.: Медицина, 1975.

3 Физиология мышечной деятельности, труда и спорта Руководство по физиологии. – Л.: Наука, 1969.

4 Практикум по общей физиологии и физиологии спорта. /Под редакцией А.Б. Гандельсмана. – М.: Физкультура и спорт, 1973.

5 Физиологические методы исследования в спорте С.Н. Кучкин, В.М. Ченегин. – Волгоград: изд. В.Г.И.Ф.К., 1982.

6. Физиология спорта. Физиологические особенности спортивных упражнений скоростно-силового характера Н.А. Масальгин. – М.: изд. С.Г.И.Ф.К., 1979.

7 Физиология спорта. А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. СПб.: СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта. 1999.

8 Физиология мышечной деятельности. /Под редакцией Я.М. Коца. – М.: Физкультура и спорт, 1982.

9 Физиология человека. /Под редакцией Н.В. Зимкина. – М.: Физкультура и спорт, 1975.

10 Методические указания по общей физиологии. /Под редакцией А.С. Мозжухина, Е.Б. Сологуб. – Л.: изд. ГДОИФК, 1985.

11 Спортивная физиология. /Под редакцией Я.М. Коца. – М.: Физкультура и спорт, 1986.

12 Определение физической работоспособности в клинике и спорте. И.В. Аулик– M.: Медицина, 1979.

13 Методические указания по исследованию физической работоспособности человека К.Б .Ахмедов, В.В. Трунин. – Алма-Ата, изд. КИФК, 1975.

14 Спортивная метрология. М.А. Годик М.: Физкультура и спорт, 1988.

15 Специальная силовая подготовка спортсмена. В.В. Кузнецов М.: Советская Россия, 1975.

16 Теория и методика физического воспитания и спорта. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов М.: изд. Центр «Академия», 2001

*Приложение 1.*

**Протокол обследования силы кисти у занимающихся 15-ти летнего возраста. *(Различные специализации) n=25***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Специализация. | Своб.  (кг.) | Согн.  (кг.) | Разогн.  (кг.) |
| Борьба 1. | 35 | 30 | 39 |
| Борьба 2. | 34 | 28 | 32 |
| Борьба 3. | 36 | 28 | 22 |
| Борьба 4 . | 35 | 28 | 33 |
| Борьба 5. | 34 | 29 | 32 |
| Средний результат х | 34.8 | 28.6 | 31.6 |
| **Ошибка сред.велечины m** | 0,64 | 0,72 | 3,84 |
| Бокс 1. | 38 | 30 | 34 |
| Бокс 2. | 35 | 30 | 31 |
| Бокс 3. | 36 | 32 | 30 |
| Бокс 4. | 30 | 24 | 26 |
| Бокс 5. | 30 | 20 | 18 |
| X | 33.8 | 27.2 | 25.8 |
| M | 3,04 | 4,16 | 4,64 |
| Лыжи 1. | 36 | 34 | 36 |
| Лыжи 2. | 36 | 39 | 36 |
| Лыжи 3. | 35 | 22 | 28 |
| Лыжи 4. | 35 | 31 | 28 |
| Лыжи 5. | 31 | 24 | 22 |
| X | 34.6 | 30.0 | 30.0 |
| M | 1,44 | 5,6 | 4,8 |
| Баскетбол 1. | 31 | 23 | 29 |
| Баскетбол 2. | 27 | 38 | 33 |
| Баскетбол 3. | 27 | 21 | 24 |
| Баскетбол 4. | 30 | 31 | 26 |
| Баскетбол 5. | 28 | 24 | 27 |
| X | 28.6 | 27.4 | 27.8 |
| M | 1,52 | 5,68 | 2,56 |
| Т /А 1. | 50 | 40 | 38 |
| Т /А 2. | 44 | 45 | 43 |
| Т /А 3. | 45 | 41 | 48 |
| Т /А 4. | 40 | 33 | 23 |
| Т /А 5. | 46 | 44 | 41 |
| X | 41.0 | 40.6 | 38.6 |
| M | 2,40 | 3,28 | 6,48 |
| Среднее по всем | 34,56 | 30,2 | 30,76 |