

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ СПОРТСМЕНА

**д.б.н., профессор Тамбовцева Р.В.
РГУФКСМиТ, Москва**



БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ

- Наиболее важными скоростно-силовыми качествами спортсмена являются сила, скорость и мощность развиваемого мышечного усилия.
- Проявление этих качеств зависит от психологических, физиологических и биохимических особенностей организма.
- Максимальные значения скоростно-силовых качеств достигаются при предельно высокой концентрации волевого усилия.
- При этом происходит максимальное возбуждение в моторных центрах и поддержание максимальной частоты импульсов в двигательных нервах, при котором в работу вовлекается наибольшее количество двигательных единиц.
- Проявление скоростно-силовых качеств зависит:
 - - от соотношения быстро- и медленносокращающихся волокон в составе мышцы и особенностей ее внутреннего биохимического состава,
 - - от направления сухожильных тяжей и расположения по отношению к ним мышечных волокон (от этого зависит величина суммарного усилия, развиваемого в точках прикрепления сухожильных окончаний мышцы к костным рычагам),
 - - от координации движений (сложения усилий, развиваемых мышцами-синергистами, противодействия мышц-антагонистов, последовательности временной активации отдельных групп мышц).

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

- На уровне отдельных двигательных единиц проявление скоростно-силовых качеств проявляется:
- 1. Частотой импульсов, достигающих синаптических образований на наружной мембране мышечного волокна.
- 2. Скоростью передачи электрического возбуждения от наружной мембраны к миофибриллам.
- 3. Мощностью потока ионов Ca^{2+} , освобождающихся из внутренних цистерн саркоплазматического ретикулума во внутриклеточное пространство.
- 4. Скоростью развития активации в миофибриллах.
- 5. Общим количеством, ферментативными свойствами и особенностями строения сократительных белков миофибрилл.

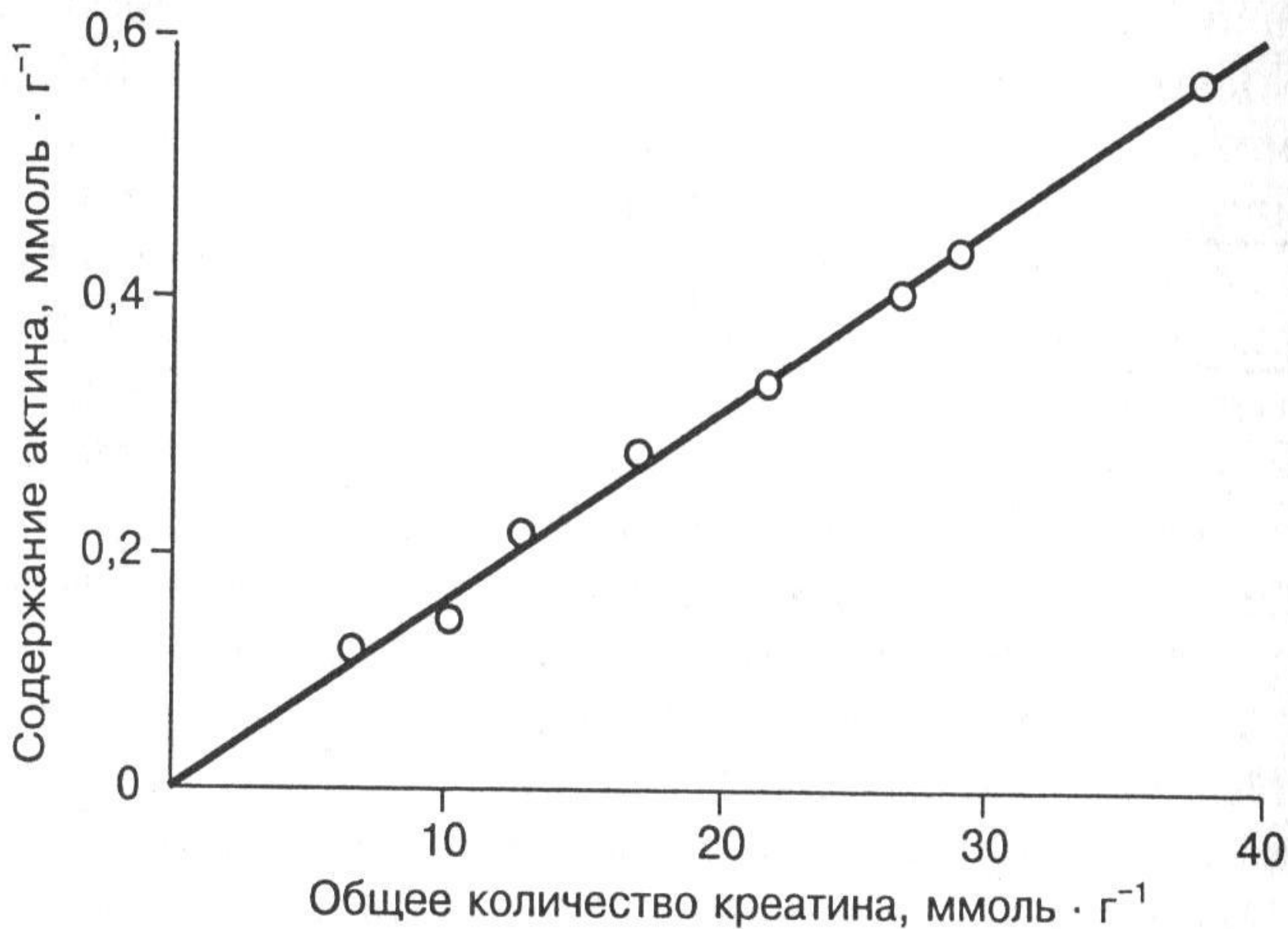
БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

- Основные биохимические факторы , лимитирующие проявление скоростно-силовых качеств можно установить с помощью «фундаментальных зависимостей» для мышцы.
- Первая из зависимостей описывает условия проявления максимальной мышечной силы.
- Результаты исследований, выполненных на различных мышцах человека и животных, показывают, что величина максимального мышечного усилия прямо пропорциональна длине саркомера или длине толстых миозиновых нитей, то есть степени полимеризации миозина и общему содержанию в мышце сократительного белка актина.
- Усилие, развиваемое в процессе взаимодействия актиновых и миозиновых нитей в миофибриллах, пропорционально числу образованных поперечных спаек: чем больше площадь наложения тонких актиновых нитей на толстые миозиновые нити в пределах саркомера, тем больше максимальное усилие, развиваемое мышцей.
- Максимально возможная площадь соприкосновения нитей определяется длиной толстых миозиновых нитей или отдельного саркомера.
- Самые длинные саркомеры обнаружены в запирающих мышцах моллюсков Эти мышцы способны развивать усилие в 3-6 раз превышающее максимальную мышечную силу человека.
- Самые короткие саркомеры находятся в летательных мышцах насекомых и колибри: максимальная сила этих мышц в 3 раза меньше, чем у человека.
- В скелетных мышцах человека средняя длина саркомера = 1,8 мк, а длина миозиновых нитей – 1 мк.
- По величине максимальной силы мышцы человека занимают среднее положение между мышцами моллюсков и летательными мышцами насекомых.

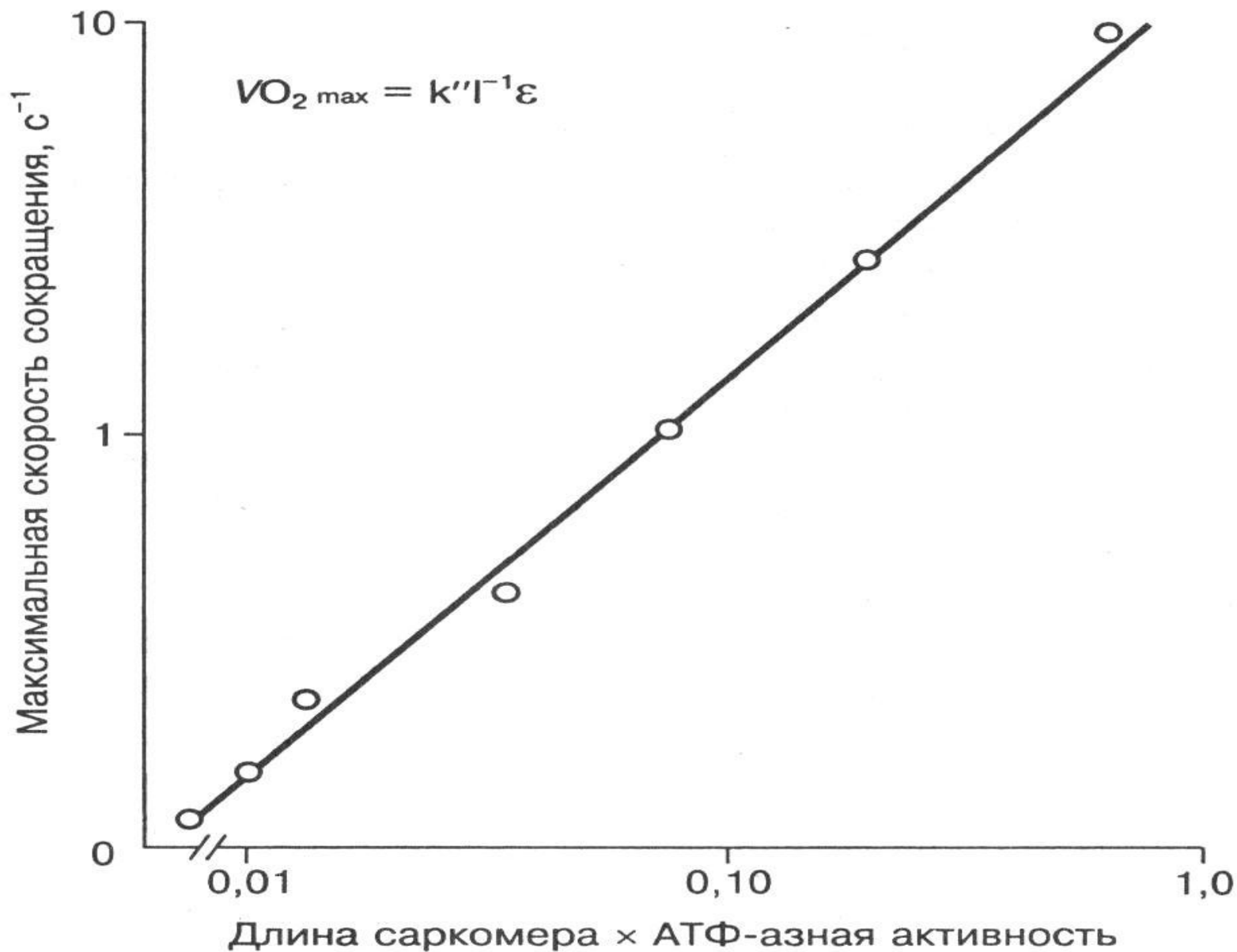
БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

- Длина саркомера или степень полимеризации миозина в толстых нитях миофибрилл – генетически обусловленный фактор.
- Длина саркомера неодинакова в волокнах разного типа, входящих в состав различных мышц.
- Содержание в мышце белка актина существенно изменяется в процессе индивидуального развития и под влиянием тренировки.
- Содержание актина в миофибриллах мышц находится в линейной зависимости от общего количества креатина.
- **Оба показателя: содержание актина и общая концентрация креатина в мышцах – могут быть использованы при контроле за развитием мышечной силы и прогнозировании уровня спортивных достижений в скоростно-силовых упражнениях.**
- Вторая фундаментальная зависимость описывает связь между максимальной скоростью сокращения мышцы, длиной саркомера и относительной АТФ-азной активностью миозина
- Наибольшая скорость сокращения отмечена в летательных мышцах насекомых и колибри, в составе которых имеются самые короткие саркомеры. Наименьшая – в запирающих мышцах моллюсков, в составе которых имеются самые длинные саркомеры.
- Максимальная скорость сокращения различна в мышечных волокнах разного типа: в быстросокращающихся белых волокнах она в 4 раза выше, чем в медленносокращающихся красных волокнах.
- В произвольных движениях человека важно не изолированное проявление силы или скорости сокращения, а их совместный эффект, оцениваемый величиной мощности развиваемого усилия.

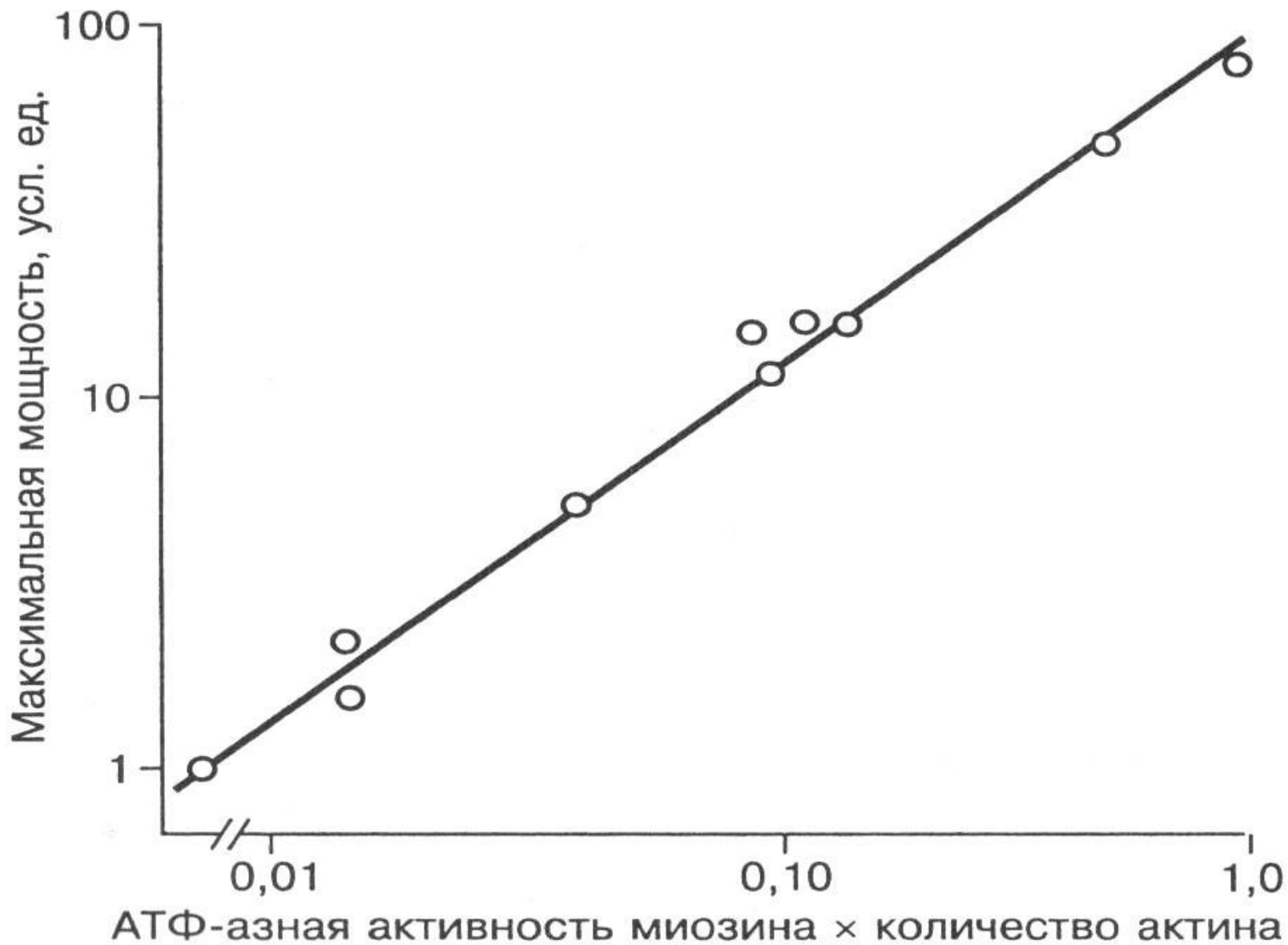
Зависимость содержания белка актина от общего количества креатина в скелетных мышцах



ЗАВИСИМОСТЬ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦЫ ОТ ДЛИНЫ САРКОМЕРА И АТФ-азной активности миофибрилл



Зависимость максимальной мощности, развиваемой мышцей, от величины суммарной АТФ-азной активности миофибрилл



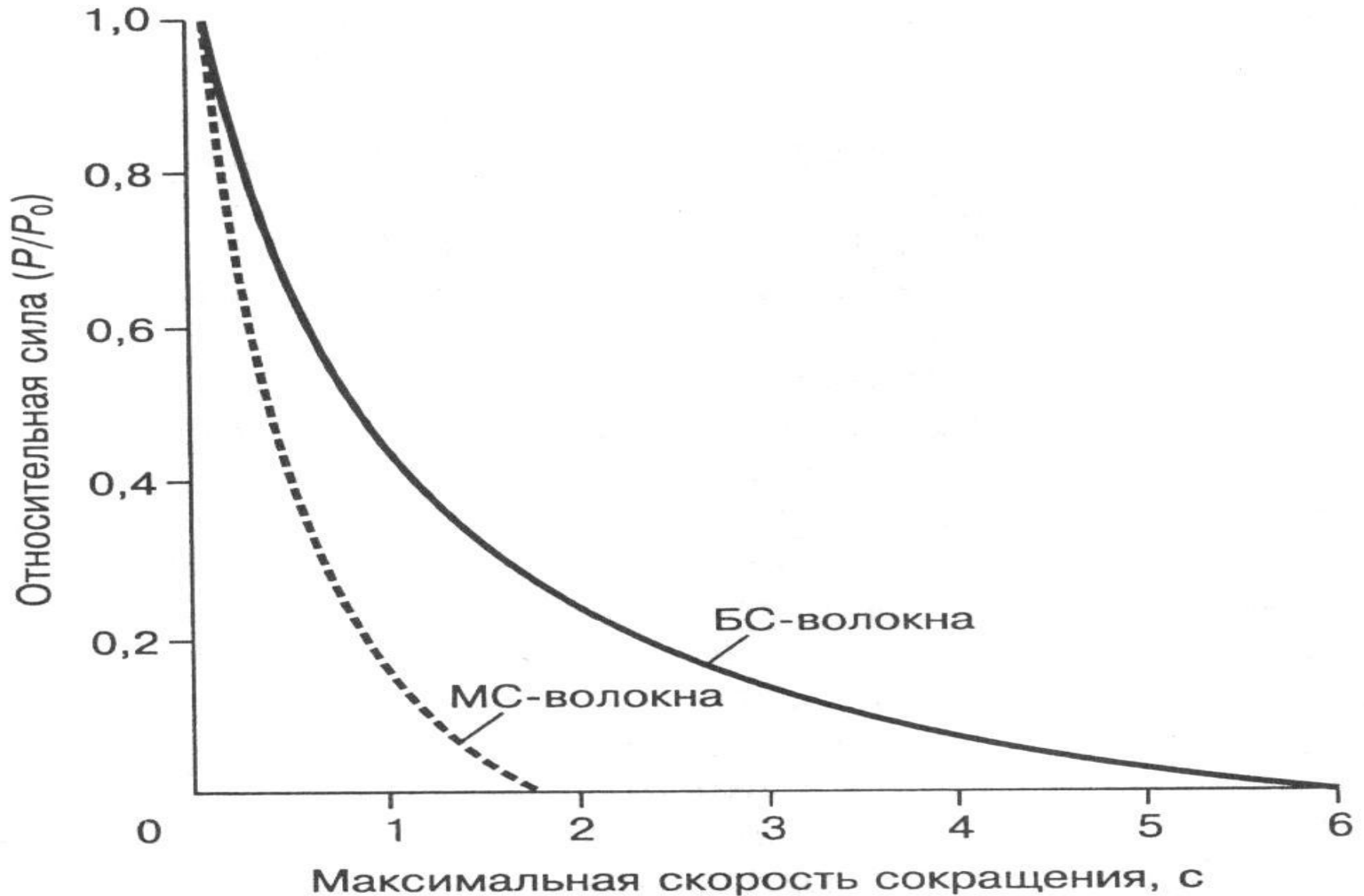
БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

- **Мощность – это произведение силы на скорость**
- **Мощность, развиваемая мышцей, зависит от суммарной АТФ-азной активности, то есть общей скорости расщепления АТФ.**
- **Значения максимальной мощности, как и максимальной скорости сокращения, существенно различаются в мышечных волокнах разного типа и заметно изменяются при адаптации к определенному виду двигательной деятельности.**
- **В быстросокращающихся волокнах максимальная мощность составляет около 155 Вт.кг-1 массы мышц. В медленносокращающихся волокнах – 40 Вт.кг-1.**
- **Суммарная АТФ-азная активность выше в быстросокращающихся волокнах. В соответствии с этим максимальная мощность сокращения мышцы тесно связана с их процентным содержанием в работающих мышцах отдельных типов волокон.**
- **Бегуны-спринтеры, в икроножной мышце которых содержание быстросокращающихся волокон достигает 60%, заметно превосходят бегунов на длинные дистанции по значениям максимальной мощности (120 Вт.кг-1 против 85 Вт.кг-1), у которых быстросокращающиеся волокна составляют только 35%.**
- **К числу фундаментальных зависимостей для мышцы следует отнести характеристическую зависимость Хилла, определяющую связь между величиной проявляемой силы и скоростью сокращения.**
- **Наибольшая сила проявляется в изометрическом режиме при скорости сокращения, равной нулю, а наибольшая скорость сокращения развивается при величине относительной силы, составляющей около 0,2 индивидуального максимума изометрического усилия. Характеристическая зависимость в равной мере приложима как к быстросокращающимся, так и к медленносокращающимся**

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

- В скелетных мышцах человека изометрический максимум силы сокращения варьирует в пределах $(15-30)10^4$ Нм², и эта величина существенно не различается в быстро- и медленносокращающихся волокнах.
- В то же время максимальная скорость сокращения белых волокон в 4 раза больше, чем в красных.
- Исходя из зависимости между силой и скоростью мышечного сокращения можно установить основные требования к упражнениям, направленным на развитие скоростно-силовых качеств.
- При развитии силовых возможностей преодолеваемое сопротивление должно составлять 70-100% индивидуального максимума для данной группы.
- Необходимым требованием к упражнениям скоростно-силовой направленности является наибольшее их соответствие структуре основного упражнения и создание условий для выполнения упражнения с предельным усилием.

Зависимость относительной силы от максимальной скорости сокращения мышц с быстро- и медленносокращающимися волокнами



Биохимические основы методов скоростно-силовой подготовки

- Структурные факторы скоростно-силовых способностей человека (длина саркомеров в миофибриллах, содержание быстро- и медленносокращающихся волокон в мышцах) генетически обусловлены, поэтому основным методическим путем улучшения скоростно-силовых качеств спортсменов является подбор средств и методов, которые могли бы улучшить АТФ-азную активность миозина и усилить синтез сократительных белков в мышцах.
- В скоростно-силовых видах спорта для решения этих задач в настоящее время используются два основных методических приема – метод максимальных усилий и метод повторных предельных упражнений.
- Для тренировки способностей к максимальному проявлению скоростно-силовых качеств применяются упражнения, близкие по биодинамической структуре к соревновательным или сами соревновательные упражнения. Они выполняются с предельной мобилизацией на проявление максимального усилия с небольшим числом повторений и нерегламентированными интервалами отдыха, достаточными для восстановления и повторной мобилизации на максимальное усилие (как правило, 1,5-2 мин отдыха между упражнениями).
- Предельный объем упражнений с максимальным проявлением силы, скорости или мощности определяется критической концентрацией КрФ в мышцах (примерно 1/3 от общей алактатной анаэробной емкости), ниже которой уже невозможно поддерживать максимальную скорость ресинтеза АТФ. За счет этого количества КрФ можно выполнять непрерывно до 5-6 повторений таких упражнений.
- При произвольно дозируемых интервалах отдыха в одном тренировочном занятии можно 10-12 раз повторить упражнение без заметного снижения максимальной мощности.

Биохимические основы методов скоростно-силовой подготовки

- При большом числе повторений развивается локальное утомление, которое приводит к нарушению координации движений и снижению мощности сокращения.
- Снижение концентрации КрФ в работающих мышцах ниже критического значения сопровождается усилением гликолиза, накоплением молочной кислоты и резким снижением внутриклеточного pH.
- Под влиянием этих изменений во внутриклеточной среде происходит угнетение миозиновой АТФ-азы и, как следствие, - снижение максимальной мощности упражнения.
- Поэтому тренировочную работу необходимо прекращать как только обнаруживается выраженное снижение максимальной мощности либо резкое изменение содержания молочной кислоты и показателей кислотно-щелочного равновесия крови.
- Метод повторных предельных упражнений применяется для усиления синтеза сократительных белков и увеличения мышечной массы. Для решения этой задачи может быть использован широкий круг упражнений, в достаточной мере нагружающих избранную группу мышц.
- Преодолеваемое сопротивление обычно не превышает 70% максимальной изометрической силы. Упражнения выполняют с большим числом повторений до отказа.
- При сопротивлениях, составляющих более 50% максимальной изометрической силы, кровоток через мышцу резко уменьшается, что сопровождается появлением локальной гипоксии.
- В этих условиях (при дефиците аэробной энергопродукции) значительно исчерпываются алактатные резервы и в мышцах накапливается большое количество свободного креатина, заметно усиливается образование молочной кислоты в результате гликолиза.

Биохимические основы методов скоростно-силовой подготовки

- Из-за дефицита макроэргических соединений при выполнении большого объема работы происходит разрушение мышечных белков и накопление продуктов их распада (низкомолекулярных пептидов, аминокислот).
- Продукты расщепления белков, как и свободный креатин, служат активаторами белкового синтеза в период отдыха после скоростно-силовой работы, когда восстанавливается нормальное снабжение тканей кислородом и усиливается доставка к ним питательных веществ.
- Накопление молочной кислоты при предельной работе и вызванное этим изменение внутримышечного осмотического давления способствует задержанию в мышцах межклеточной жидкости, богатой питательными веществами.
- При систематическом повторении таких тренировок в мышцах существенно увеличивается содержание сократительных белков и возрастает общий объем мышечной массы.
- Разумное сочетание и последовательность применения обоих методов в процессе тренировки могут обеспечить высокий уровень развития скоростно-силовых качеств спортсмена.

- БЛАГОДАРЮ
ЗА
ВНИМАНИЕ

