

Типы и режимы мышечного сокращения

Презентация подготовлена
студенткой 214 группы Войло
Марией

План

1. Общие сведения о мышцах
2. Типы мышечного сокращения
3. Виды мышечных сокращений

Общие сведения

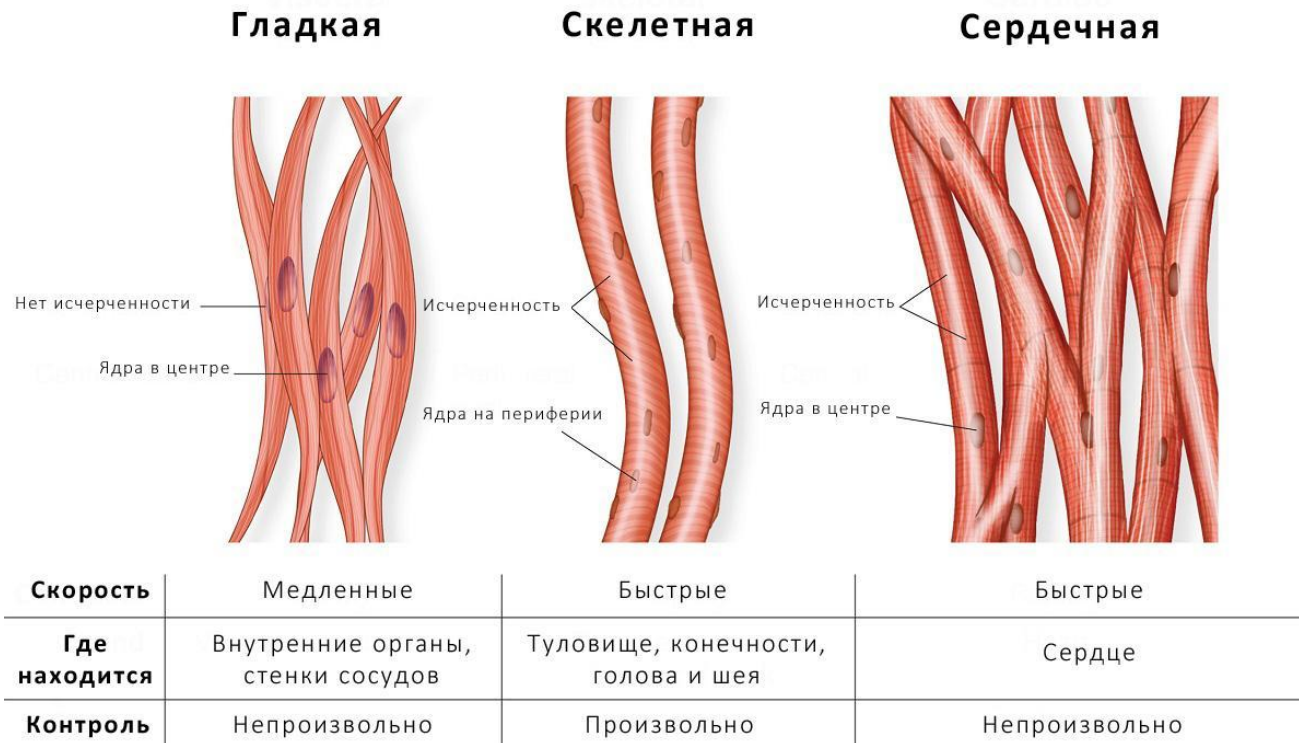
- **Мышцы или мускулы** (от латинского *musculus*) - комплекс тканей, составляющих основу тела
- Мышцы *образуются из мышечной ткани* в сочетании с другими тканевыми структурами
- Основой мышечной ткани является **МИОЦИТ**



Основные группы мышц человека

Общие сведения

- В зависимости от особенностей строения, мышцы человека делят на 3 типа: поперечно-полосатую скелетную мускулатуру, гладкие мышцы, поперечно-полосатые сердечные мышцы



Общие сведения

■ Основными функциями мышечной ткани (мышц целом) являются:

1. Двигательная
2. Защитная
3. Теплообменная
4. Мимическая (социальная,



Проявление двигательной функции мышц

Общие сведения

■ Свойства мышечной ткани:

1. Возбудимость — способность органа или ткани живого организма приходить в состояние возбуждения при действии раздражителей из внешней среды или изнутри организма.
2. Проводимость - способность ткани проводить возбуждение по всей своей длине
3. Сократимость - реакция мышечных клеток на воздействие нейромедиатора, реже гормона, проявляющаяся в уменьшении длины клетки
4. Утомляемость – утрата способности нормального функционирования мышцы, вследствие длительной или интенсивной работы

Типы мышечного сокращения

■ Выделяют несколько типов мышечного сокращения:

1. Изотоническое сокращение
2. Изометрическое сокращение
3. Ауксотоническое сокращение (концентрическое и эксцентрическое сокращение)
4. Изокинетическое сокращение

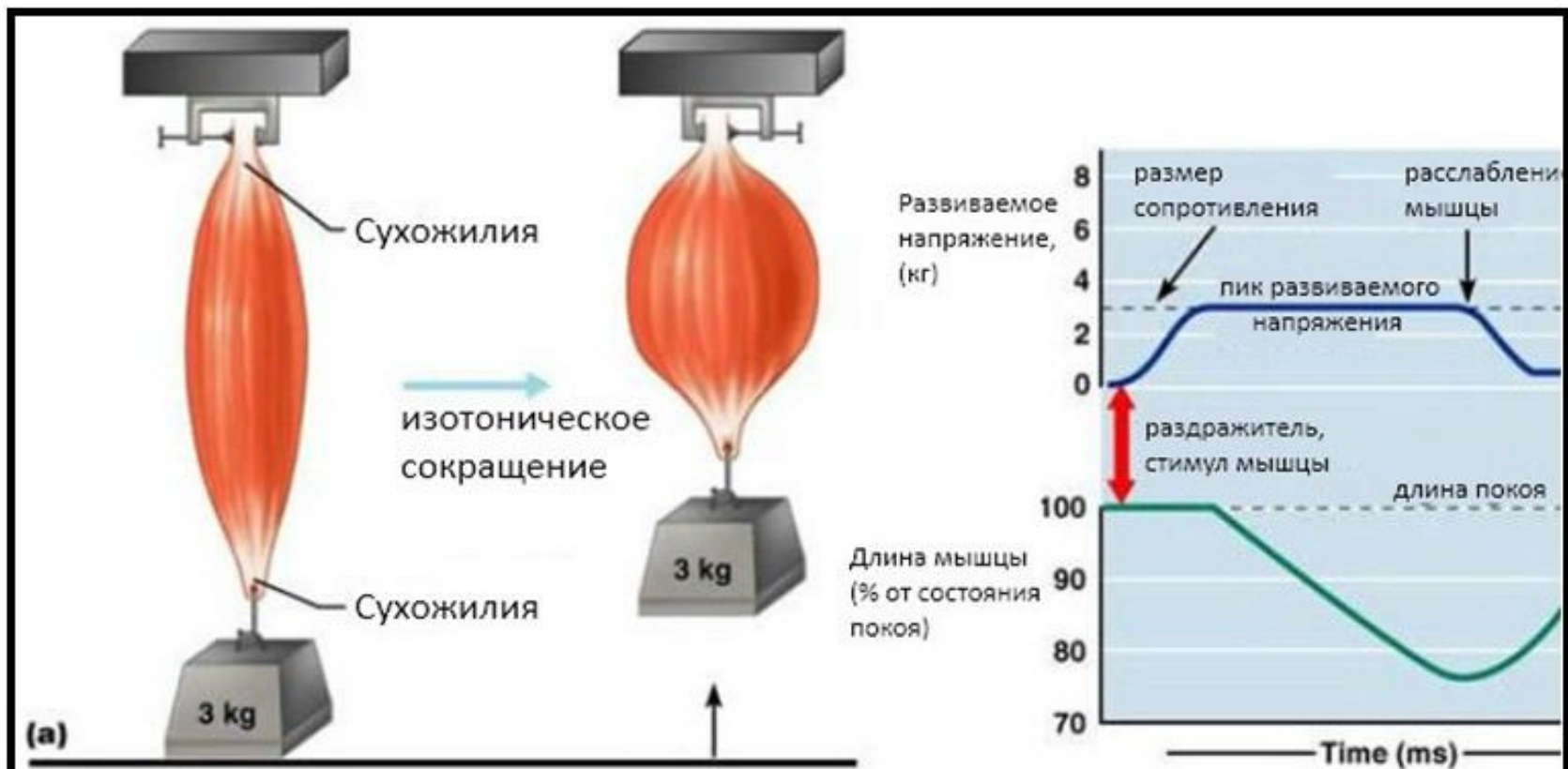


Типы мышечного сокращения

ИЗОТОНИЧЕСКОЕ СОКРАЩЕНИЕ

- Изотоническое сокращение – это такой вид сокращения, при котором происходит укорочение мышечного волокна при постоянном напряжении. Наблюдается *при динамической работе*
- В реальных условиях, чисто изотонического сокращения не существует, так как даже поднимая постоянный груз, мышца не только укорачивается, но и изменяет свое напряжение, вследствие реальной нагрузки
- Наиболее близким к изотоническому сокращению будет подъем конечности без груза

Изотоническое сокращение

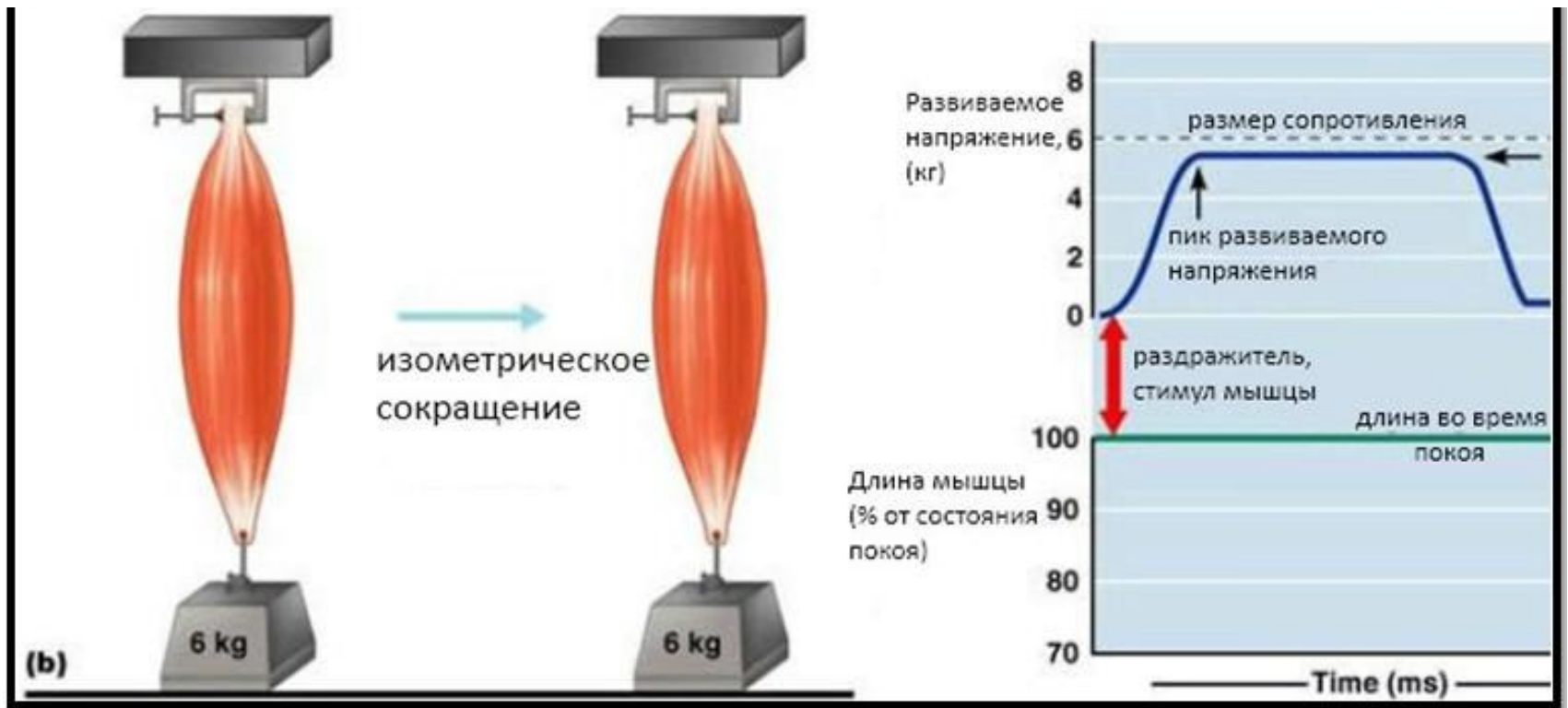


Изометрическое сокращение

- **Изометрическое сокращение** – это такой вид сокращения, при котором напряжение в мышце возрастает, однако ее укорочения не происходит. Данный вид сокращения характерен для статической работы мышц
- С изометрическим сокращением *мы можем столкнуться, когда пытаемся поднять непосильный груз*
- Изометрическое сокращение в среднем **длится 6-12 секунд**, после чего наступает расслабление



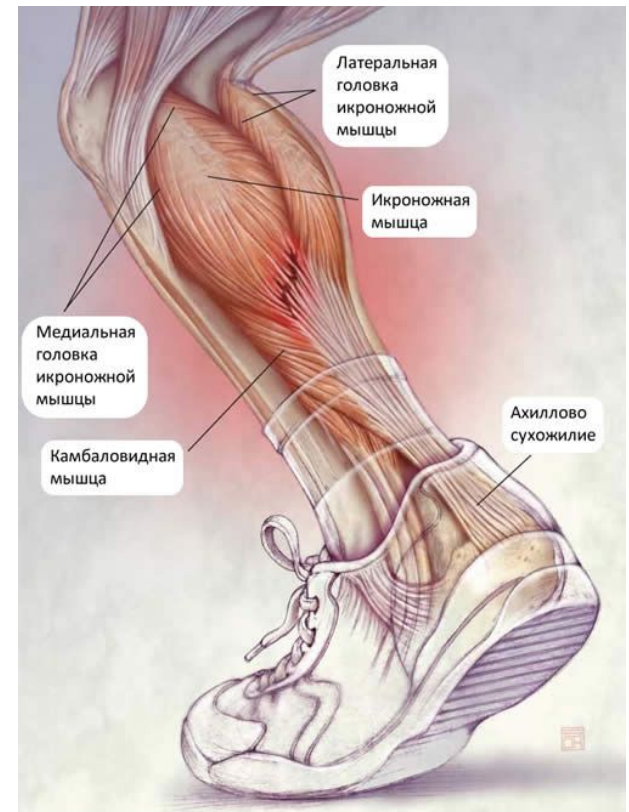
Изометрическое сокращение



Ауксотоническое сокращение

- **Ауксотоническое сокращение** (греч. аухо выращивать + греч. tonos напряжение) — такой вид сокращения, при котором *длина мышцы изменяется по мере увеличения ее напряжения.* Происходит как изменение длины, так и изменение напряжения

- Именно этот тип сокращений **наблюдается в деятельности человека**



Ауксотоническое сокращение икроножной мышцы при беге

Ауксотоническое сокращение

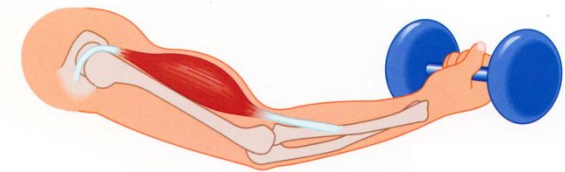
- Ауксотоническое сокращение делится на концентрическое и эксцентрическое сокращение

- Концентрическое сокращение – такой вид сокращения, при котором напряжение мышцы возрастает при ее укорочении (сгибание руки в локтевом суставе)

- Эксцентрическое сокращение – такой вид сокращения, при котором увеличении напряжения мышцы возрастает при ее удлинении (медленное опускание груза)

Изометрическое сокращение

Сокращение мышцы без движения



(a)

Концентрическое сокращение
Мышца укорачивается



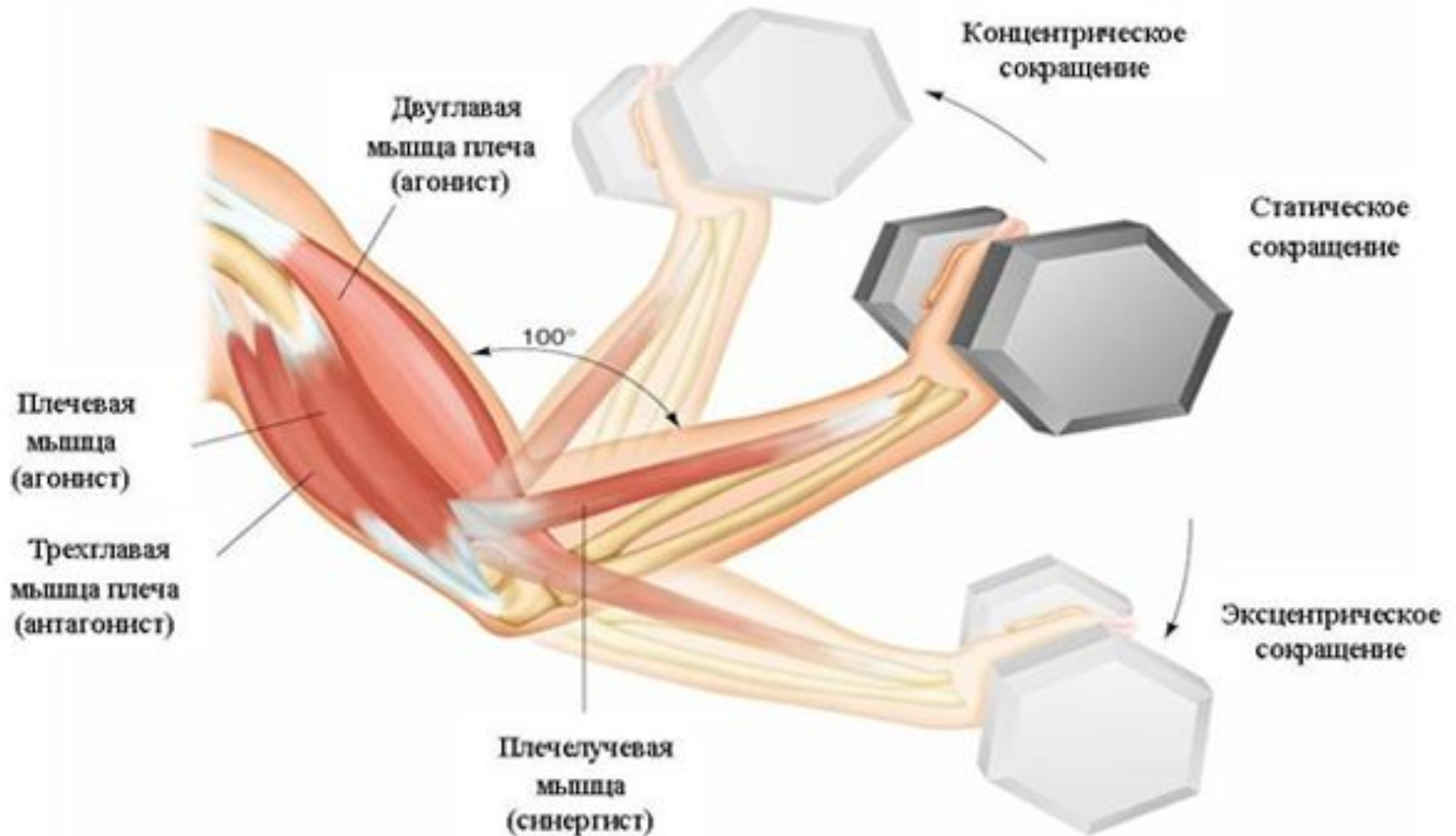
(b)

Эксцентрическое сокращение
Мышца удлиняется



(c)

Ауксотоническое сокращение



Изокинетическое сокращение

- **Изокинетическое сокращение** – это такой вид сокращения мышц, при котором сокращение происходит с постоянной скоростью при выполнении максимальной амплитуды движений
- Для работы в **изокинетическом** режиме мышечного сокращения необходимы тренажеры и спортивные приспособления специальных конструкций, которые позволяют мышцам сокращаться с постоянной скоростью независимо от величины сопротивления или отягощения

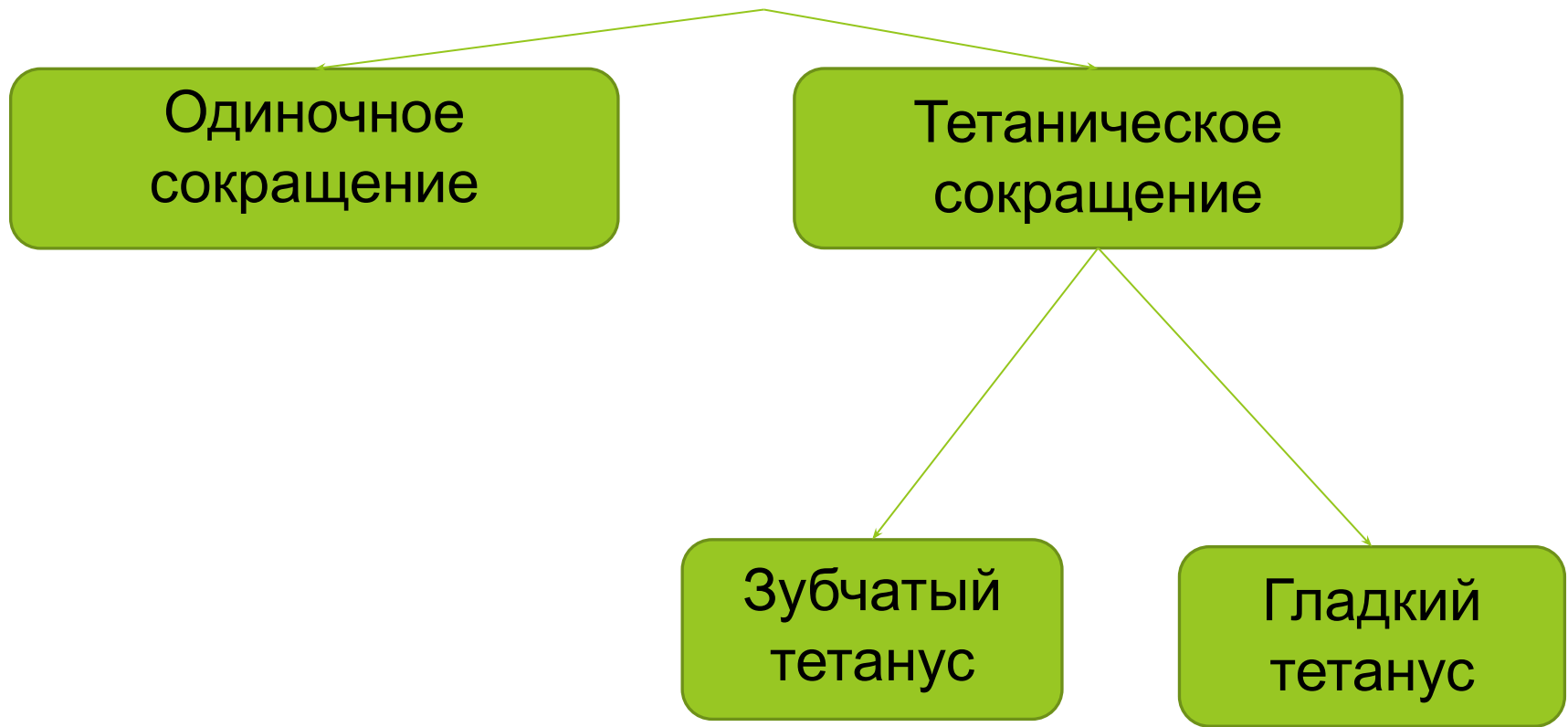
Изокинетическое сокращение

- Применение изокинетических машин и приспособлений отлично подходит для реабилитации и восстановления травмированных мышечных групп, поскольку равномерное распределение нагрузки не только безопасно для ослабленной мышцы, но и позволяет значительно повысить ее функциональность.



Изокинетическая машина

Виды мышечных сокращений



Виды мышечных сокращений.

Основные понятия

- Для мышечного сокращения **необходимо произвести раздражение**

- Раздражение может быть:
 1. **Прямым раздражением** называется непосредственное действие раздражителя на орган, например, раздражение электрическим током мышцы, выпрепарованной из организма.
 2. **Непрямое раздражение** производится действием раздражителя на рецепторы—специальные органы, расположенные на внешней поверхности организма или внутри его и воспринимающие раздражение, например, глаза, уши, органы обоняния, вкуса, рецепторы кожи, мышц, суставов, сухожилий, внутренних органов.

Виды мышечных сокращений.

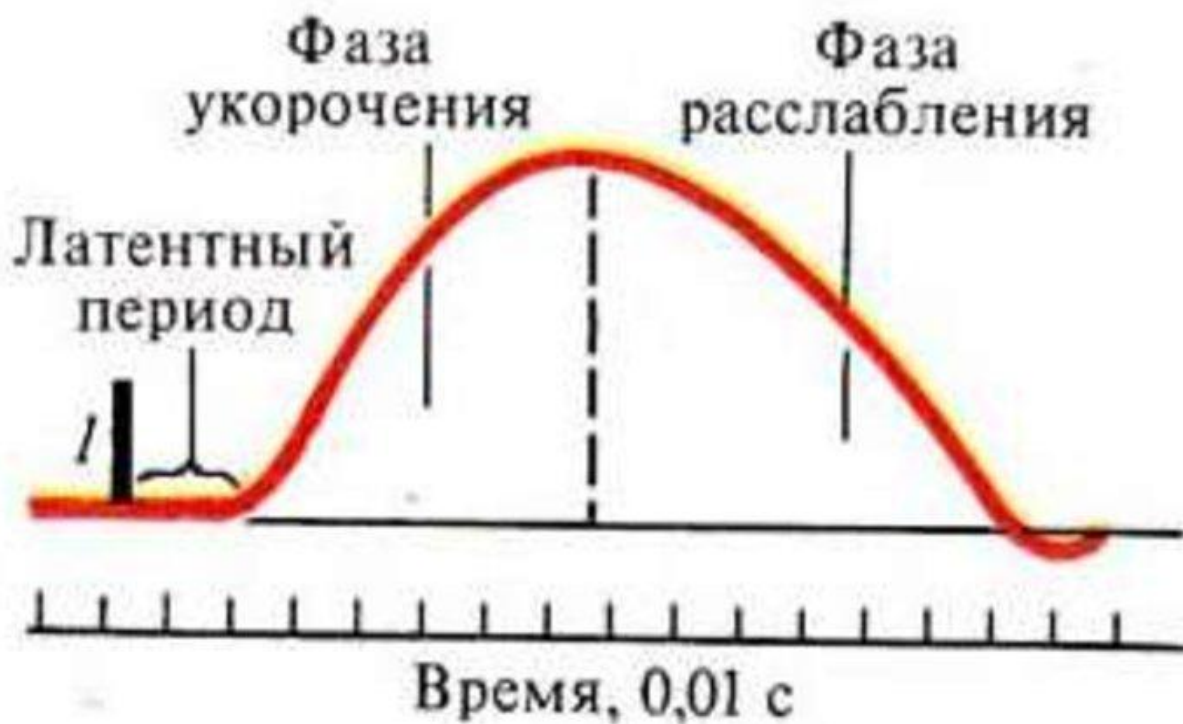
Основные понятия

- Раздражитель может быть: адекватным и неадекватным
1. **Адекватными** называются раздражители, на действие которых определенный вид организмов, орган или живая ткань приспособились соответственно реагировать в естественных условиях на протяжении многих тысячелетий исторического развития.
 2. **Неадекватными** называются раздражители, не соответствующие строению и функции воспринимающего органа

Одиночное сокращение

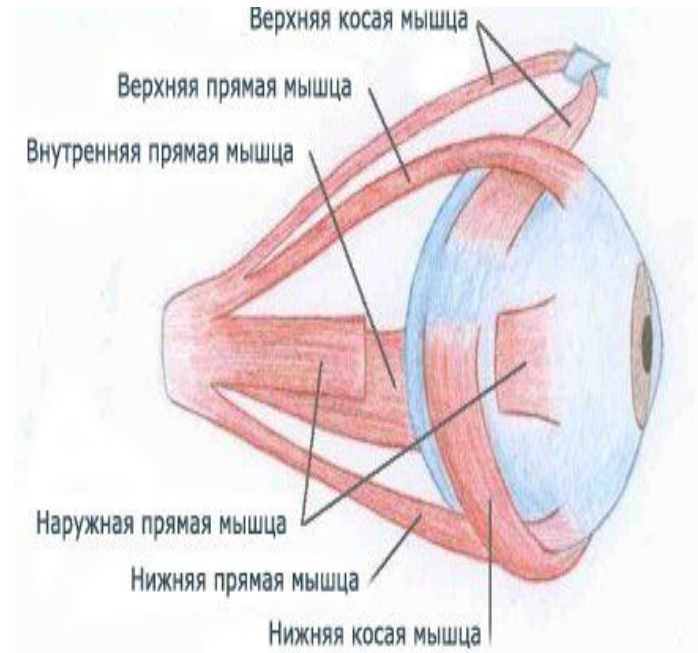
- Одиночное мышечное сокращение(напряжение) – это такой вид *сокращения(напряжения)*, который возникает *в ответ на одиночное раздражение(прямое или не прямое)*
- В одиночном мышечном сокращении выделяют 3 фазы:
 1. ***фаза латентного периода*** — начинается от начала действия раздражителя и до начала укорочения(до 0,01 секунды);
 2. ***фаза сокращения (фаза укорочения)*** — от начала сокращения до его максимального значения(до 0,05 секунд);
 3. ***фаза расслабления*** — от максимального сокращения до начальной длины(0,05-0,06 секунд)
- Т.е на весь цикл сокращения уходит около 0,1 секунды

Одиночное сокращение



Одиночное сокращение

- Длительность одиночного сокращения у разных мышц может сильно варьировать и зависит от функционального состояния мышцы.
- **Скорость сокращения и особенно расслабления замедляется при развитии утомления мышцы.**
- *К быстрым мышцам, имеющим кратковременное одиночное сокращение, относятся наружные мышцы глазного яблока, век, среднего уха и др.*



Мышцы, для которых характерно одиночное сокращение

Одиночное сокращение

- Мышечное волокно реагирует на раздражение по правилу «все или ничего», т.е. отвечает на все надпороговые раздражения стандартным потенциалом действия и стандартным одиночным сокращением
- В естественных условиях мышечные волокна работают в данном режиме только при относительно низкой частоте импульсации мотонейронов, когда интервалы между последовательными ПД мотонейронов превышают длительность одиночного сокращения иннервируемых мышечных волокон. Т.е. еще до прихода нового импульса от мотонейронов, мышечное волокно успевает полностью расслабиться

Одиночное сокращение



Соотношение потенциала действия, возбудимости и сокращения

Тетаническое

сокращение

- Тетанус, тетаническое мышечное сокращение (др.-греч. τέτανος — оцепенение, судорога) — состояние длительного сокращения, непрерывного напряжения мышцы, возникающее при поступлении к ней через мотонейрон нервных импульсов с высокой частотой. При этом расслабления между последовательными одиночными сокращениями не происходит, и возникает их суммация, приводящая к стойкому максимальному сокращению мышцы.
- В основе данного явления лежит суммация одиночных мышечных сокращений
- При нанесении на мышечное волокно двух быстро следующих друг за другом раздражений возникающее сокращение будет иметь большую амплитуду

СОКРАЩЕНИЕ

- Сократительные эффекты, вызванные первым и вторым раздражением, как бы складываются. И происходит ***суммация/суперпозиция сокращения, поскольку нити актина и миозина дополнительно скользят относительно друг друга***
- При этом в сокращение могут вовлекаться ранее не сокращавшиеся мышечные волокна, если первый стимул вызвал у них подпороговую деполяризацию, а второе увеличивает ее до критической величины
- ***При суммации важно, чтобы второе раздражение наносилось после исчезновения ПД, т.е после рефрактерного периода***

Статическое сокращение

Суммация одиночных сокращений



сокращение

- Напряжение, развиваемое мышечным волокном при тетанусе, в 2-4 раза больше, чем при одиночном сокращении
- **Режим тетанического сокращения быстрее вызывает утомление мышечного волокна**, поэтому не может поддерживаться долгое время
- **Из-за укорочения или полного отсутствия фазы расслабления мышечного волокна не успевают восстанавливаться энергетические ресурсы.**
Сокращение мышечных волокон при тетаническом виде сокращения, происходит «в долг»

Зубчатый тетанус

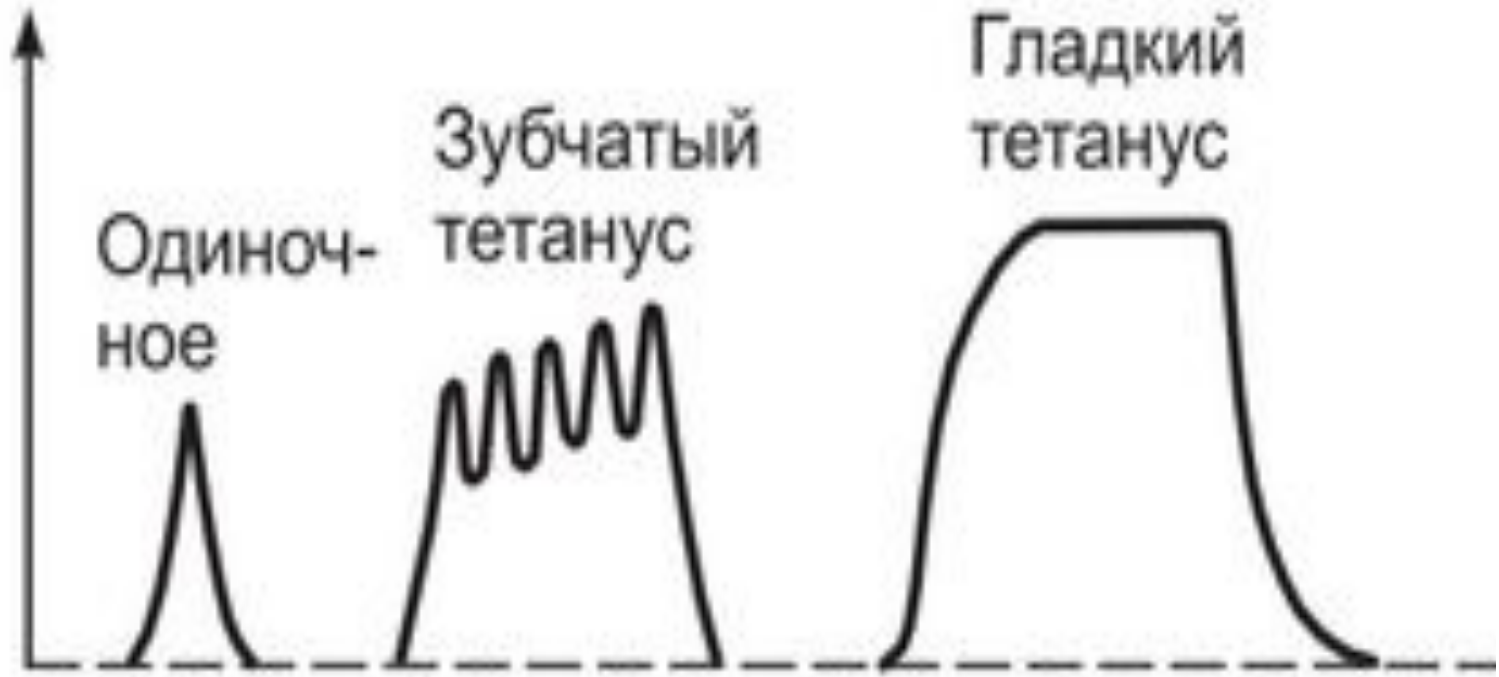
- **Зубчатый тетанус** – это такой вид сокращения, при котором наблюдается неполное расслабление перед очередным раздражением
- Для наблюдения в эксперименте зубчатого тетануса мышцы стимулируют импульсами электрического тока с такой частотой, чтобы каждый последующий стимул наносился после фазы укорочения, но еще до окончания расслабления.
- Т.е **каждый последующий импульс попадает в период расслабления**

Гладкий тетанус

- **Гладкий тетанус** – это такой вид сокращения, при котором отсутствует фаза расслабления при сокращении
- Гладкое тетаническое сокращение ***развивается при более частых раздражениях***
- Для того, чтобы зафиксировать гладкий тетанус, **необходимо воздействие раздражителя в период укорочения мышечного волокна**

Статическое сокращение

Амплитуда сокращений



1 Гц

7 Гц

30 Гц

Частота раздражения

сокращение

- ***Если сравнивать амплитуды и усилия, развиваемые при различных режимах сокращения мышцы, то они при одиночном сокращении минимальны, увеличиваются при зубчатом тетанусе и становятся максимальными при гладком тетаническом сокращении.***
- Одной из причин такого возрастания амплитуды и силы сокращения является то, что увеличение частоты генерации ПД на мембране мышечных волокон сопровождается увеличением выхода и накоплением в саркоплазме мышечных волокон ионов Ca^{2+} , способствующего большей эффективности взаимодействия между сократительными белками.

статическое

сокращение

- При постепенном увеличении частоты раздражения нарастание силы и амплитуды сокращения мышцы идет лишь до определенного предела — **оптимума ответной реакции**.
- Частоту раздражения, вызывающую наибольший ответ мышцы, **называют оптимальной**.
- **Дальнейшее увеличение частоты раздражения сопровождается уменьшением амплитуды** и силы сокращения. Это явление называют **пессимумом ответной реакции**, а частоты раздражения, превышающие оптимальную величину — **пессимальными**.
- ***Явления оптимума и pessimum были открыты Н.Е. Введенским.***

Статическое сокращения

Амплитуда
сокращений



Спасибо за внимание!