

ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЦ

План:

1. Классификация, функции и свойства мышечных волокон.
2. Принципы управления мышечной активностью.
3. Виды и режимы сокращения мышц.
4. Работоспособность мышц.

Физиологические свойства

- 1) возбудимость;
- 2) проводимость;
- 3) сократимость;
- 4) растяжимость - способностью изменять свою длину под действием растягивающей силы;
- 5) эластичность - способность восстанавливать свою первоначальную длину после прекращения растяжения.

Классификация



Гладкие мышцы:

- * тонические;
- * фазно-тонические:
 - обладают автоматией;
 - не обладают автоматией.

Скелетные мышцы:

- * фазные:
 - красные;
 - белые;
 - промежуточные;
- * тонические.

Мышечные волокна

интрафузальные

экстрафузальные

Функции

Скелетные

- 1) передвижение тела в пространстве;
- 2) перемещение частей тела относительно друг друга;
- 3) поддержание позы;
- 4) передвижение крови и лимфы;
- 5) термогенез;
- 6) участие в акте вдоха и выдоха;
- 7) участие в обмене веществ (депо воды, солей и белка);
- 8) защита внутренних органов.

Гладкие

- 1) обеспечивают функцию полых внутренних органов;
- 2) сфинктерная функция;
- 3) участвуют в системе кровообращения и лимфообращения;
- 4) влияют на функцию связочного аппарата.

К мотонейрону подходят различные воздействия от:

- * КБП (пирамидный путь),

- * подкорковых структур, среднего мозга и продолговатого мозга (экстрапирамидный путь),

в результате мышца вовлекается в движение.

Координация работы осуществляется по принципу обратной связи – от рецепторов (интрафузальных волокон и сухожильных органов Гольджи) в ЦНС.

Гладкие мышцы в отличие от скелетных получают одновременно несколько видов воздействий, которые контролируются высшими отделами ГМ.

Эти отделы не способны произвольно менять деятельность гладких мышц. Обратная связь между мышцами и центрами очень сложна, поэтому деятельность гладких мышц оценивается по конечному результату.

Двигательная (нейромоторная) единица - комплекс включающий мотонейрон и иннервируемые им мышечные волокна.

Двигательные единицы

по плотности иннервации:

- * большие;
- * малые.



по типу мышечных волокон:

- * фазные (быстрые);
- * тонические (медленные).

Формы мышечного сокращения:

Для скелетной мышцы характерно две формы сокращения:

1) динамическая

* концентрический (изотонический, миометрический тип)

* эксцентрический (плиометрический тип)

2) статическая (изометрический тип)

3) ауксотоническое сокращение (смешанная форма).

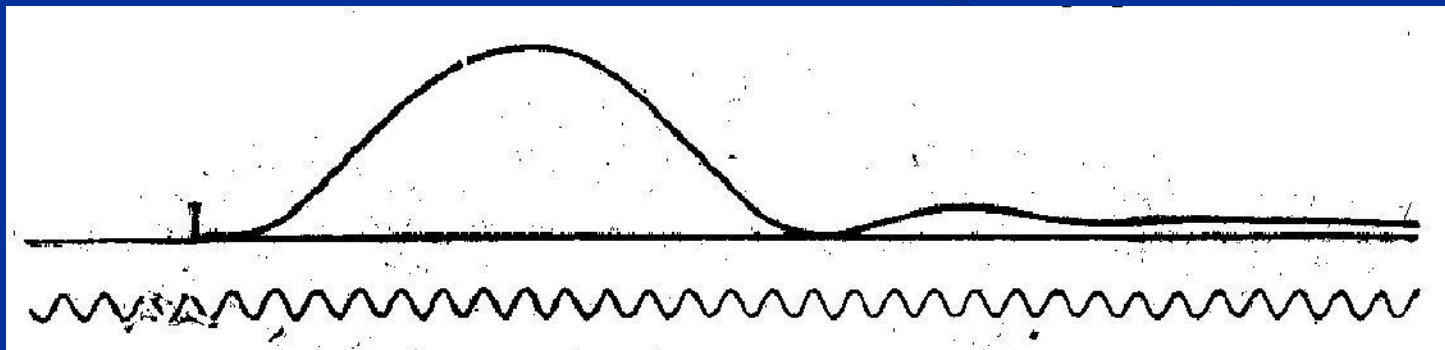
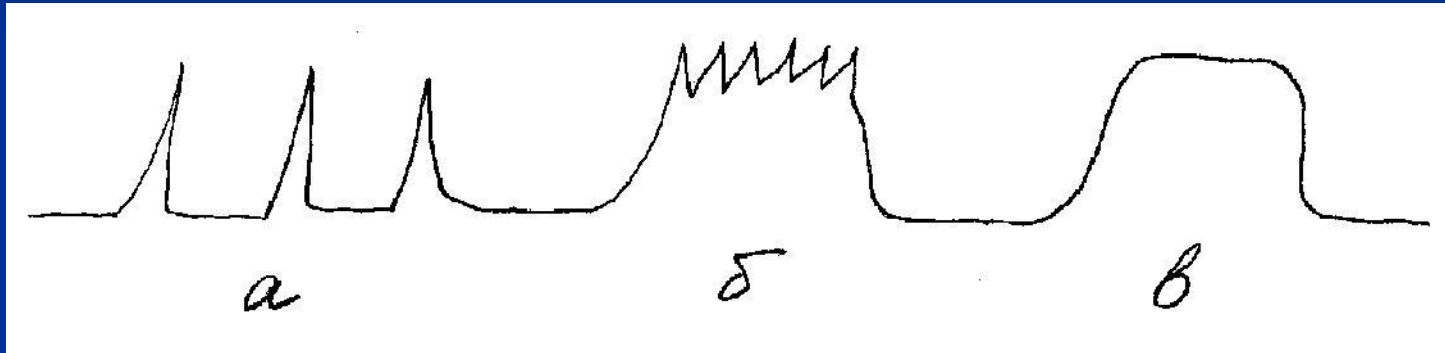
Режимы сокращения мышц

одинокое мышечное сокращение:

- 1) латентный период;
- 2) фаза сокращения;
- 3) фаза расслабления.

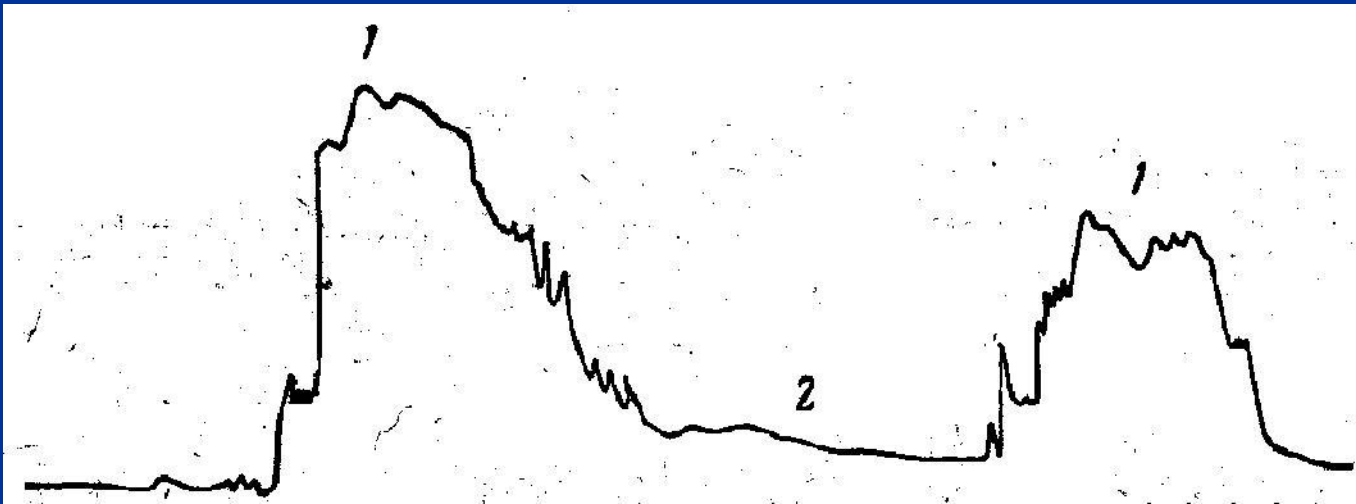
суммированные сокращения:

- * зубчатый тетанус;
- * гладкий тетанус.



Оптимум - такая частота раздражения, при которой каждое последующее раздражение наносится в фазу повышенной возбудимости.

Пессимум - такая частота раздражения, при которой каждое последующее раздражение наносится в фазу пониженной возбудимости.



Регуляция напряжения мышц

осуществляется через три механизма:

- 1) регуляцию числа активных двигательных единиц (мотонейронов) данной мышцы,
- 2) выбор режима работы двигательных единиц,
- 3) определение характера временной связи активности двигательных единиц.

Физическая работоспособность- способность выполнить в течение заданного времени максимально возможное количество физической работы за счет значительной активации нервно-мышечной системы.

Работа мышц

- * статическая;
- * динамическая.
- * локальная;
- * общая.

Характеристические кривые мышцы:

- * Кривая «длина - напряжение»;
- * Кривая «сила (груз) - скорость»

Производительность мышечной работы

- * Количество потребляемого кислорода и израсходованной энергии
- * Условия выполнения работы
- * Тренированность организма

Сила мышц

Максимально возможную силу сокращения мышца развивает при одновременном выполнении трех условий:

- активации максимально возможного количества двигательных единиц и мышечных волокон данной мышцы;
- тетаническом сокращении двигательных единиц;
- ее исходной длине, соответствующей состоянию покоя.

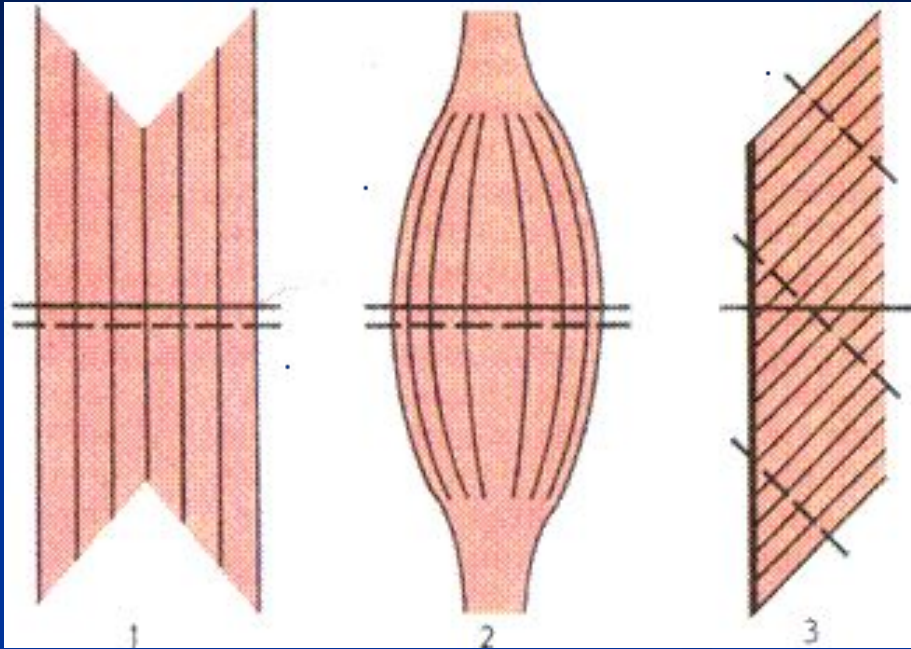
Максимальная произвольная сила (МПС) мышц зависит от числа мышечных волокон, составляющих данную мышцу, и от их толщины.

Анатомический поперечник определяется как площадь поперечного разреза мышцы, проведенного перпендикулярно ее длине.

Отношение максимальной силы мышцы к ее анатомическому поперечнику называется **относительной силой мышцы** ($\text{кг}/\text{см}^2$).

Поперечный разрез мышцы, перпендикулярный ходу ее волокон, позволяет получить **физиологический поперечник мышцы**.

Отношение максимальной силы мышцы к ее физиологическому поперечнику называется **абсолютной силой мышцы** ($4-8 \text{ кг}/\text{см}^2$).



Увеличение мышечного поперечника в результате мышечной тренировки называется **рабочей гипертрофией мышцы**. Рабочая гипертрофия мышцы происходит за счет продольного расщепления и за счет утолщения (увеличения объема) мышечных волокон.

Можно выделить два основных типа рабочей гипертрофии мышечных волокон:

- первый тип (саркоплазматический)
- второй тип (миофибриллярный)

Первый тип (саркоплазматический) - утолщение мышечных волокон за счет преимущественного увеличения объема саркоплазмы, т. е. несократительной части мышечных волокон.

Этот тип гипертрофии приводит к повышению метаболических резервов мышцы: гликогена, безазотистых веществ, креатинфосфата, миоглобина и др.

Первый тип рабочей гипертрофии мало влияет на рост силы мышц, но зато значительно повышает способность их к продолжительной работе, т. е. **выносливость**.



Второй тип рабочей гипертрофии (миофибрилярный) - связан с увеличением объема миофибрилл, т. е. собственно сократительного аппарата мышечных волокон.

При этом мышечный поперечник может увеличиваться не очень значительно, так как в основном возрастает плотность укладки миофибрилл в мышечном волокне.

Второй тип рабочей гипертрофии ведет к значительному росту максимальной силы мышцы. Существенно увеличивается абсолютная сила мышцы.

Преимущественное развитие первого или второго типа рабочей гипертрофии определяется характером мышечной тренировки.

Длительные динамические упражнения с относительно небольшой нагрузкой вызывают рабочую гипертрофию главным образом первого типа (преимущественное увеличение объема саркоплазмы, а не миофибрилл).

Изометрические упражнения с применением больших мышечных напряжений (более $2/3$ от максимальной произвольной силы тренируемых мышечных групп) способствуют развитию рабочей гипертрофии второго типа (миофибрилярной гипертрофии).

Измерение МПС осуществляется при произвольном усилии мышц, то есть в тестах с заданием максимально сократить исследуемые мышцы.

МПС зависит от двух групп факторов: мышечных (периферических) и регуляторных (центрально-нервных).

К **мышечным (периферическим) факторам** относят:

- механические условия воздействия мышечной тяги, передающейся на кости скелета (т.е. плечо действия мышечной силы и угол приложения этой силы к костным рычагам);
- длину мышцы, поскольку сила сокращения ее зависит от исходной длины;
- площадь поперечного сечения активируемых мышц, т. к. при прочих равных условиях сила мышцы тем больше, чем больше ее поперечные размеры;
- композицию мышц.

К регуляторным (центрально-нервным) факторам относят механизмы внутримышечной и межмышечной регуляции.

Механизмы внутримышечной регуляции силы определяют число одновременно активируемых двигательных единиц, частоту импульсации двигательных мотонейронов спинного мозга данной мышцы, синхронизацию активации различных ДЕ мышцы во времени.

Сила сокращения (в том числе и МПС) любой мышцы и их группы зависит также от совершенства нервной регуляции сокращения большого количества «смежных» мышц, то есть от совершенства межмышечной координации.

Этот вид управления движениями человека заключается в адекватном выборе необходимых мышц-синергистов, в ограничении активности «ненужных» мышц-антагонистов и в усилении активности мышц-антагонистов, обеспечивающих ограничение движения в смежных с несущими основную двигательную функцию суставах.

Все это осуществляется механизмами межмышечной регуляции двигательных функций

Спасибо за внимание !