

СПбГБПОУ «Фельдшерский колледж»

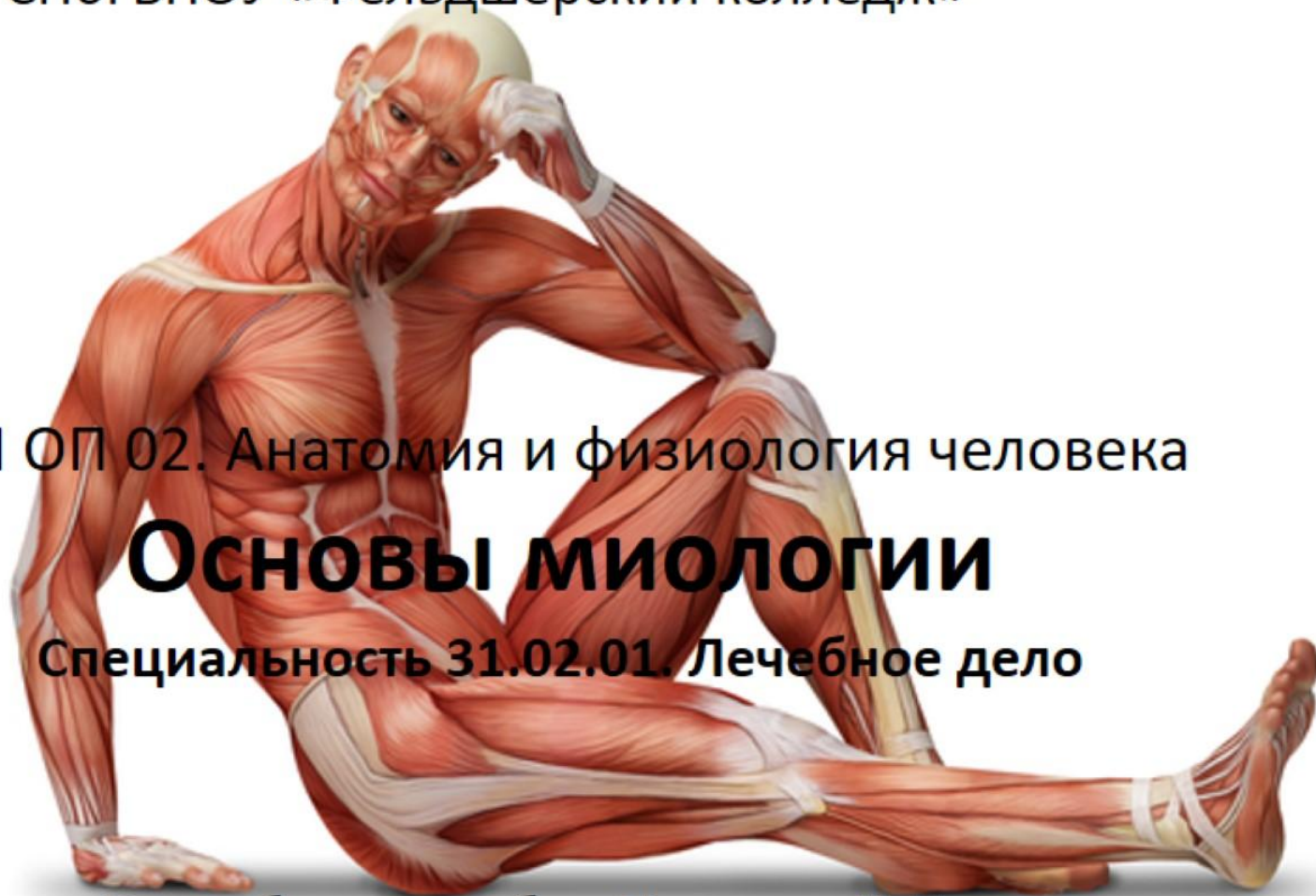
УП ОП 02. Анатомия и физиология человека

ОСНОВЫ МИОЛОГИИ

Специальность 31.02.01. Лечебное дело

Разработчик: к.б.н. Иовлева Н.Н.

2020 г.



Цель и задачи лекции

Цель: ознакомиться с физиологией мышечного сокращения, дать общую характеристику скелетных мышц человека.

Задачи – рассмотреть следующие вопросы:

- Виды мышечных тканей, особенности строения и функций.
- Внутреннее строение скелетных мышц.
- Регуляция мышечных сокращений.
- Физиология мышечного сокращения. Статические и динамические сокращения мышц.
- Скелетная мышца как орган. Основные принципы классификации мышц.
- План анатомического описания мышечной системы человека.

Миология

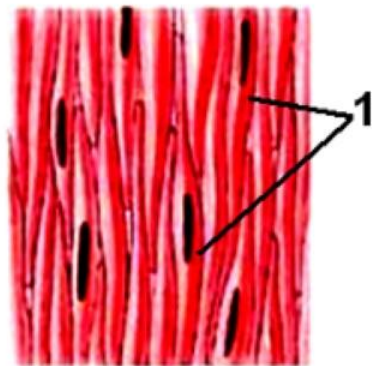
Миология – наука о развитии, строении и функциях скелетных мышц.

Знание строения и функций мышечных тканей, а также физиологии мышечного сокращения необходимы для:

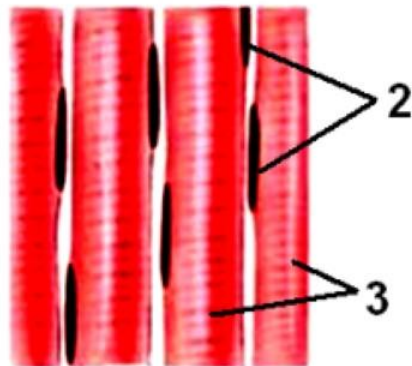
- Понимания причин заболеваний опорно-двигательного аппарата.
- Грамотного выполнения медицинских манипуляций: массажа, внутримышечных и внутривенных инъекций, наложения электродов при диагностических и физиотерапевтических процедурах и т.д.

Мышечные ткани

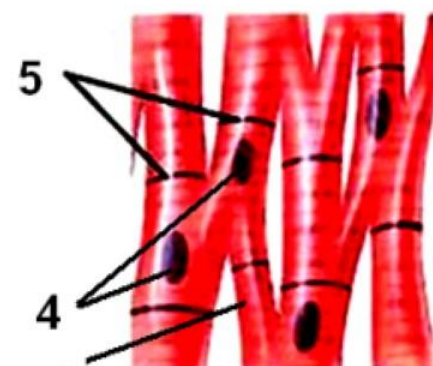
Мышечные ткани - совокупность тканей, обладающих свойствами возбудимости и сократимости (сокращаются в ответ на возбуждение).



гладкая



поперечно-
полосатая



сердечная

1- миоциты, 2 – ядра клеток в мышечных волокнах, 3 – поперечная исчерченность, 4 – кардиомиоциты с ядрами, вставочные диски, 6 – межклеточные контакты (анастомозы)

Мышечные ткани

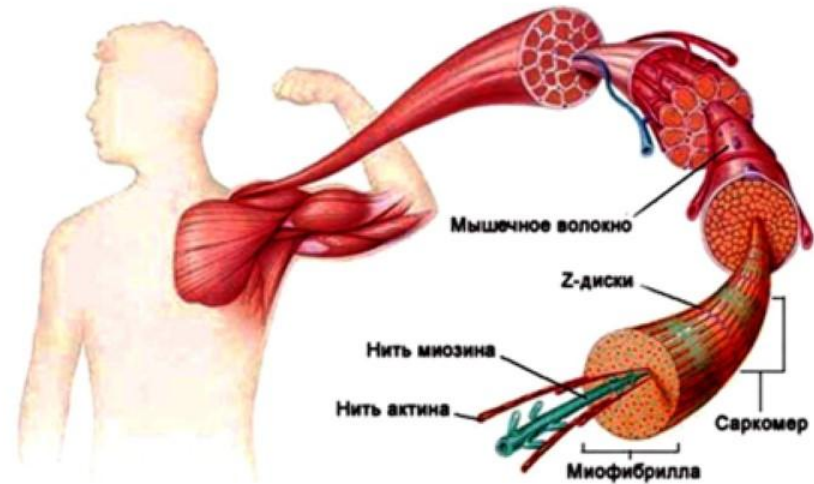
- 1. Гладкая мышечная ткань** - состоит из отдельных клеток (миоцитов), обеспечивает сокращения внутренних органов и тонус сосудов. Сокращается непроизвольно.
- 2. Поперечнополосатая мышечная ткань** - состоит из мышечных волокон, которые образованы слиянием многих миоцитов, под микроскопом видна поперечная исчерченность и множественные ядра, образует скелетные мышцы. Сокращается произвольно.
- 3. Поперечнополосатая мускулатура сердца** – состоит из отдельных клеток – кардиомиоцитов, которые соединяются межклеточными контактами в прочную сеть, под микроскопом видна поперечная исчерченность. Сокращается непроизвольно.

Скелетные мышцы

- **Скелетная мышца** – орган, включает в себя собственно мышечную и сухожильную части, систему соединительнотканых оболочек, собственные сосуды и нервы. Основная функция – сократительная.
- **Вспомогательный аппарат мышц** – фасции, фиброзные и костно-фиброзные каналы, синовиальные влагалища, синовиальные сумки, сесамовидные кости.
- **Иннервируются ЦНС** - возможна произвольная и непроизвольная регуляция сокращений.

Внутреннее строение скелетной мышцы

Скелетные мышцы состоят из множества мышечных волокон (миосимпласты), в каждом волокне содержится множество миофибрилл (нити актина и миозина), за счет которых происходит сокращение отдельного мышечного волокна и всей мышцы.

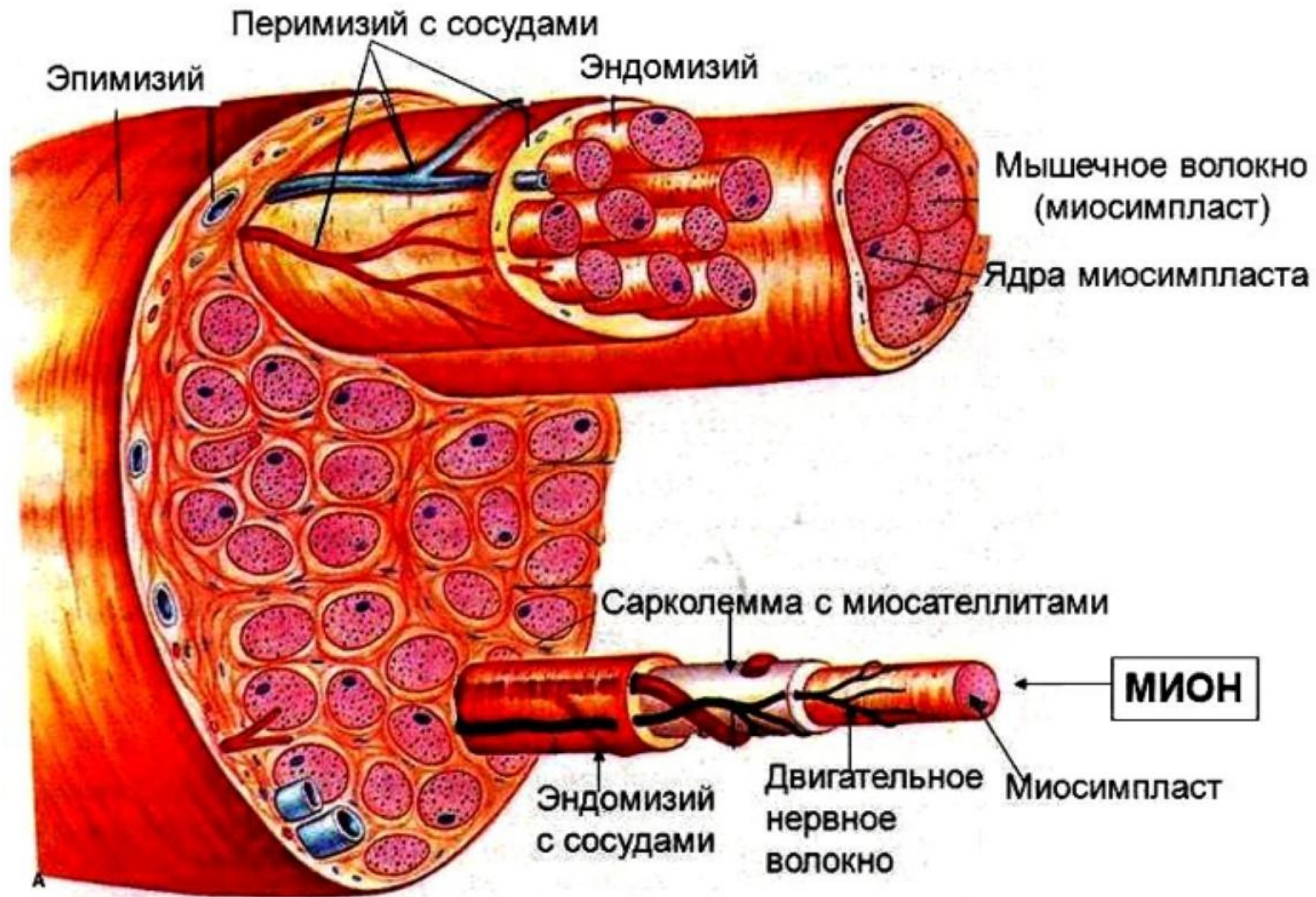


Отдельные мышечные волокна собираются в пучки 1-го, 2-го и 3-го порядка.

Мышечное волокно

- **Мышечное волокно (миосимпласт)** – образовано путем слияния многих миоцитов (содержит несколько ядер), покрыто оболочкой (мембраной) – сарколеммой, внутренняя среда - саркоплазма. Длина мышечного волокна до 50 см, толщина до 0,1 мм.
- **Миофибриллы** – сократительные элементы мышечного волокна. Образованы преимущественно двумя фибриллярными белками: актином (тонкие нити) и миозином (толстые нити).

Строение скелетной мышцы



Мион

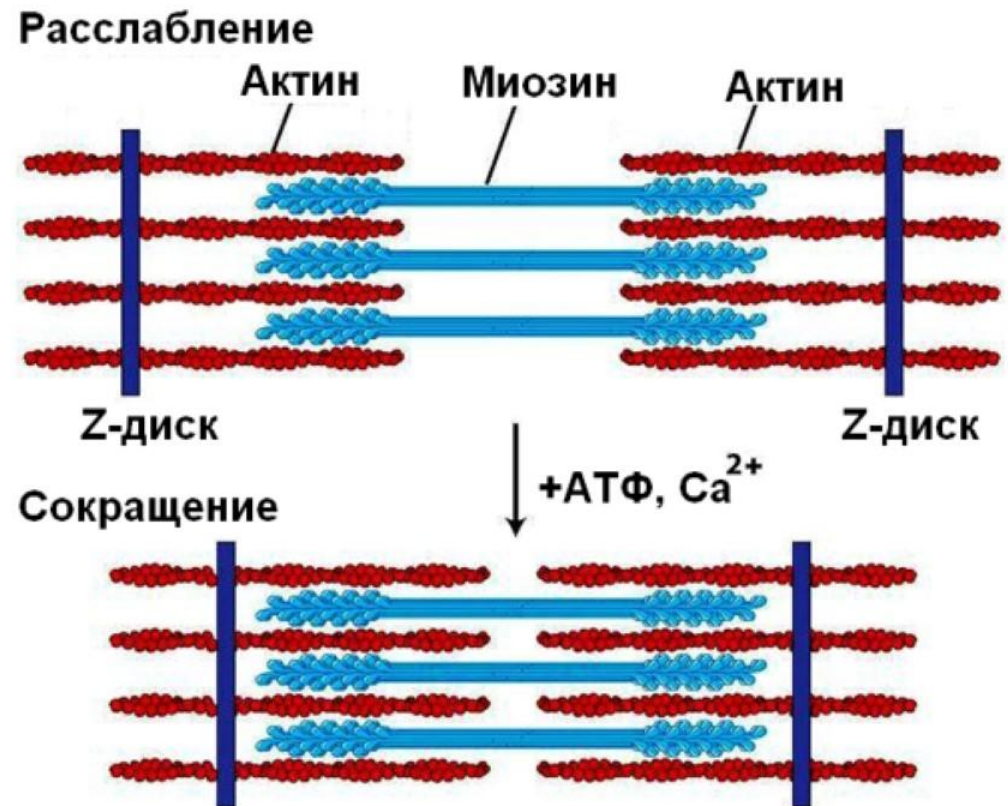
- **Мион** – структурно-функциональная единица скелетной мышцы, совокупность поперечно-полосатых мышечных волокон, иннервируемых одним двигательным нервным волокном.
- **Эндомизий** – оболочка миона из рыхлой соединительной ткани, содержит нервные волокна и кровеносные сосуды.

Мышечные пучки

- **Первичные, вторичные и третичные мышечные пучки (1-го, 2-го и 3-го порядка)** - мионы располагаются параллельно друг другу и соединяются в пучки, покрытые рыхлой соединительной тканью, в которой проходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервные волокна.
- **Перимизий** - оболочка из рыхлой соединительной ткани пучков 2-го порядка.
- **Эпимизий** - оболочка из рыхлой соединительной ткани пучков 3-го порядка.

Строение саркомера

- Саркомер - функциональная единица миофибриллы, в которой происходит сокращение



- Чередование участков актина и миозина в миофиламентах придает мышце поперечную исчерченность!

Сократимые белки

- **Актин** – основной белок тонких микрофиламентов.
- **Миозин** – основной белок толстых микрофиламентов, имеет головку, которая может соединяться со связывающим центром актиновых нитей.
- **Тропонин** (в гладких мышцах **кальмодулин**) – препятствует соединению актина и миозина, обеспечивает покой мышечного волокна.
- **Тропомиозин** – блокирует связывающие центры актина, обеспечивает покой мышечного волокна.

Нервная регуляция скелетных мышц

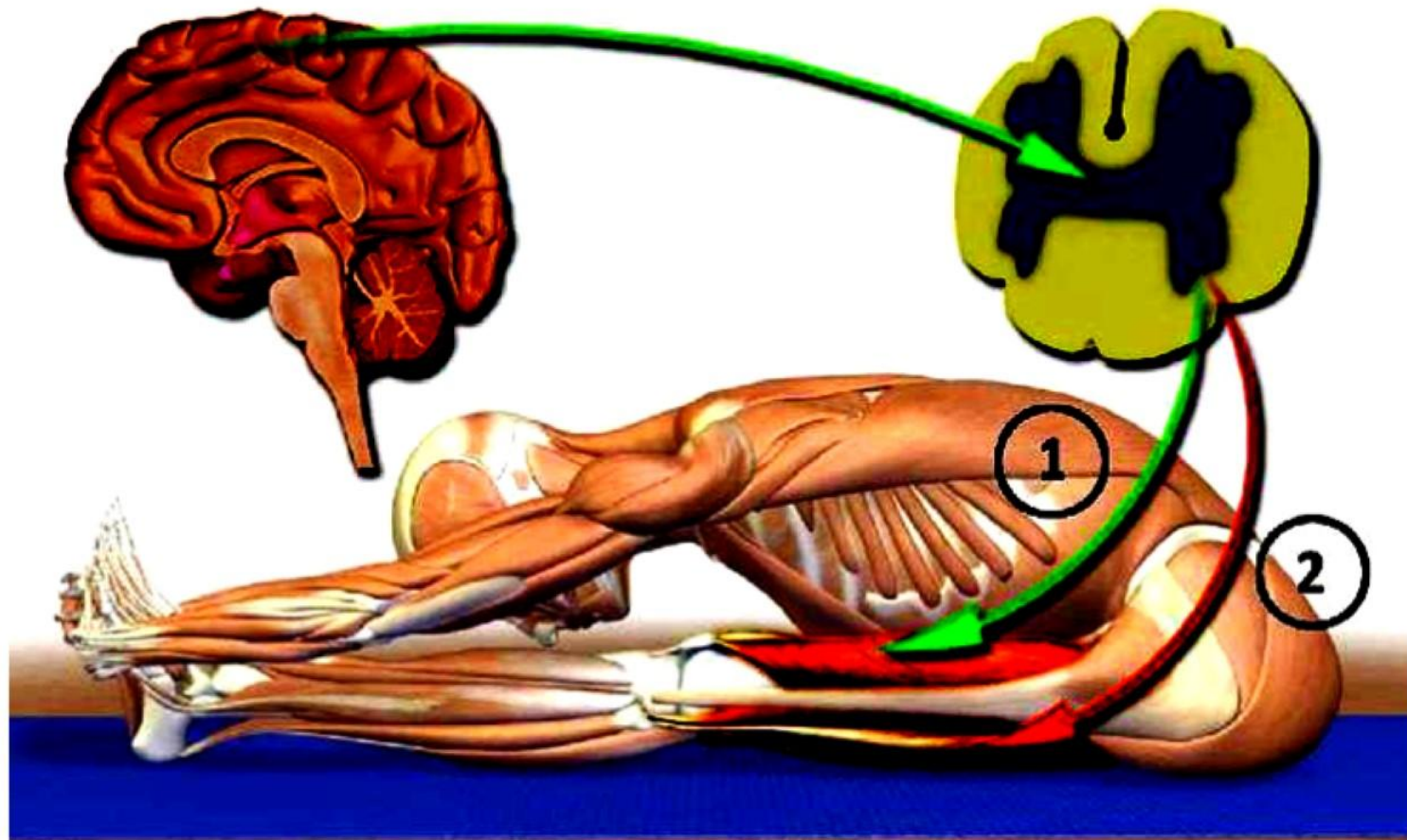
Мышцы работают рефлекторно – сокращаются под влиянием нервных импульсов ЦНС.

- Двигательный нейрон, который иннервирует мышцу, находится в передних рогах спинного мозга.
- Сложные двигательные акты регулируются корковыми и подкорковыми центрами головного мозга через мотонейроны спинного мозга!
- **При поражении двигательных ядер спинного мозга движение в мышцах нижележащих сегментов невозможно!**

Уровни регуляции мышечного сокращения

- 1. Кортикoвый oтдел** – прецентральная извилина коры больших полушарий мозга (моторная кора) – регулирует произвольные (сознательные) движения.
- 2. Подкорковый oтдел** – базальные ганглии, ядра ствола головного мозга и мозжечка – непроизвольные (бессознательные) движения и двигательные автоматизмы.
- 3. Спирномозговой oтдел** – мотонейроны в передних рогах спинного мозга – передают информацию от вышележащих центров, а также обеспечивают простейшие безусловные рефлексy.
- 4. Нервно-мышечный синапс** – непосредственно в мышце.

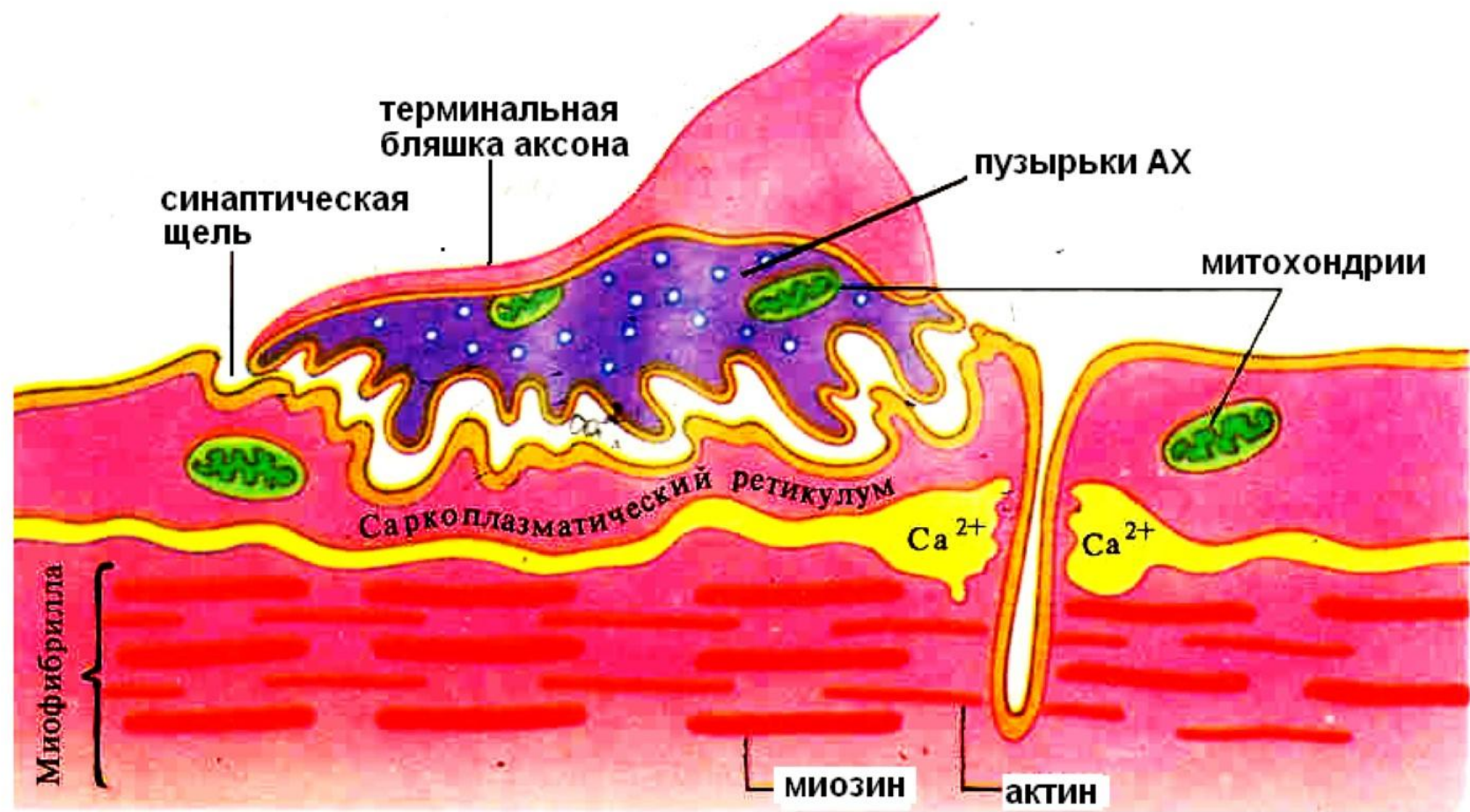
Регуляция скелетной мускулатуры



Нервно-мышечный синапс

- **Нервно-мышечный синапс** – специальная структура для передачи нервного импульса (возбуждения) с нервного волокна на мышечное волокно. Образован терминальными разветвлениями аксона мотонейрона спинного мозга и сарколеммой мышечного волокна.
- **Медиатор** – ацетилхолин (Ах).
- **Рецепторы** постсинаптической мембраны (концевой пластинки мышечного волокна) – **никотиновые холинорецепторы (Н-холинорецепторы)**.

Строение нервно-мышечного синапса



Передача возбуждения в нервно-мышечном синапсе

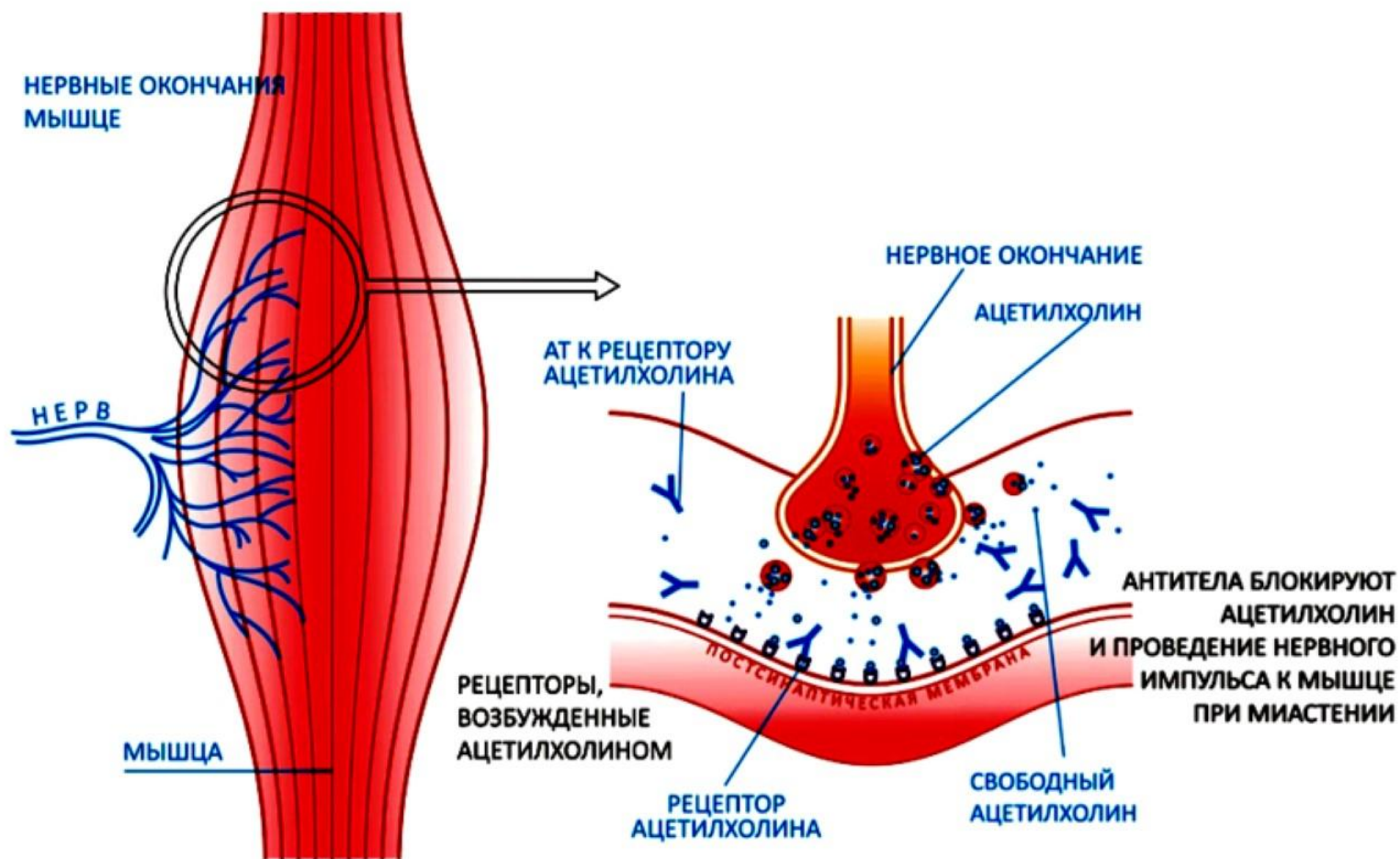
1. Электрический импульс вызывает высвобождение медиатора ацетилхолина (Ах) в терминальной бляшке аксона.
2. Ах выделяется в синаптическую щель и связывается с Н-холинорецепторами постсинаптической мембраны.
3. Возникает деполяризация сарколеммы, из саркоплазматического ретикулума высвобождаются Ca^{2+} .
4. Изменяются конфигурации сократимых белков тропонина, тропомиозина.
5. **Миозин соединяется с актином (необходима АТФ), происходит смещение микрофиламентов относительно друг друга, мышечное волокно сокращается.**

Нарушения передачи в нервно-мышечном синапсе

1. Блокировка постсинаптических рецепторов - антитела, некоторые яды (кураре).
2. Недостаточный синтез Ах в пресинаптических терминалях аксона.
3. Слишком быстрое разрушение Ах в синаптической щели.
4. Нарушение реабсорбции Ах (ботулинический токсин).

Миоблокаторы (миорелаксанты) - вещества блокирующие передачу в нервно-мышечном синапсе, используются в хирургии при необходимости расслабления мышц.

Нарушение передачи в нервно-мышечном синапсе



Работа мышц

- Работа мышц осуществляется за счет сокращения мышечных волокон, при этом мышца становится толще и короче. При максимальном сокращении мышца может укорачиваться на 50%.
- Сокращение мышц приводит к движению соответствующих костей скелета.

- *Мышцы антагонисты работают согласованно.*
- *Координация движений - ЦНС.*



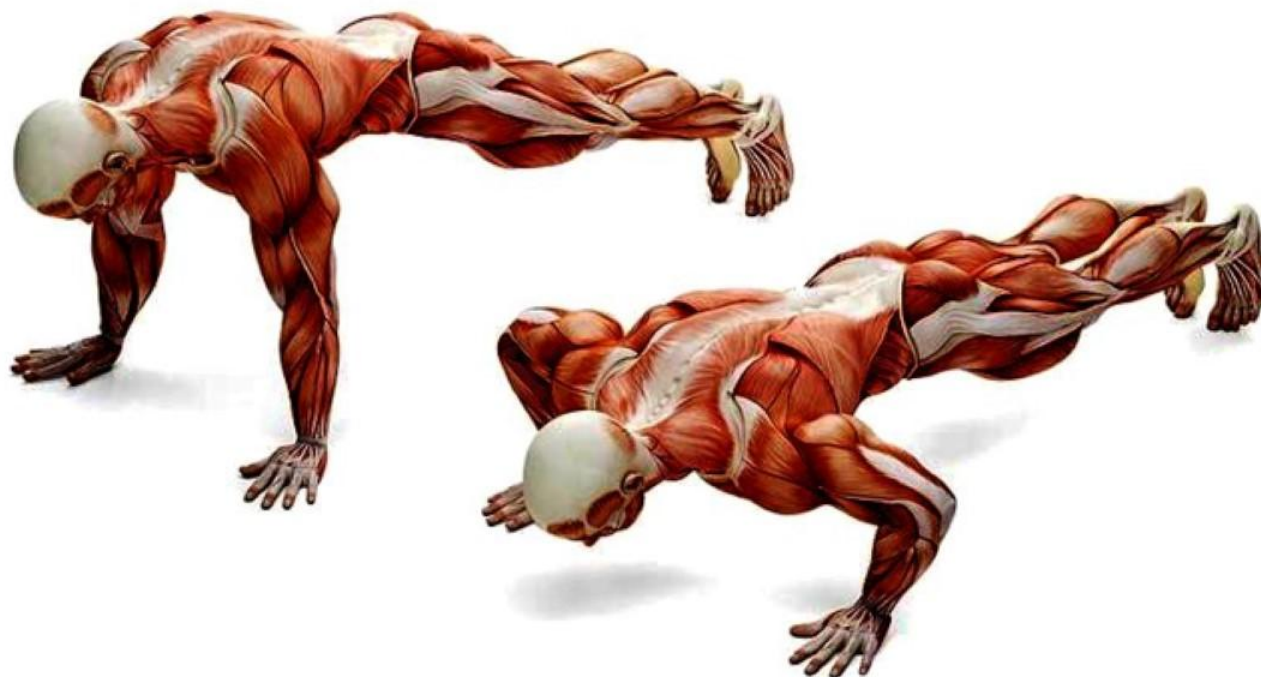
Красные и белые мышечные волокна

- **Красные мышечные волокна** – устойчивы к утомлению, имеют высокий уровень окислительно-восстановительных процессов (**много миоглобина и митохондрий**), мышечные волокна относительно тонкие. Обеспечивают статические нагрузки (поддержание позы и др.), преобладают в тонических мышцах.
- **Белые мышечные волокна** – быстро утомляются, характерен низкий уровень окислительно-восстановительных процессов (мало миоглобина и митохондрий), мышечные волокна имеют больший диаметр. Обеспечивают динамические сокращения, преобладают в **фазических мышцах**.

Фазические и тонические мышцы

- **Фазические мышцы** – способны к быстрому сокращению, в них относительно мало кровеносных капилляров, преобладают анаэробные процессы, быстро накапливается молочная кислота, что вызывает утомление. Преобладают белые мышечные волокна (например, мышцы верхних и нижних конечностей).
- **Тонические мышцы** – способны к длительному сокращению, в них много кровеносных капилляров, преобладают аэробные процессы, устойчивы к утомлению. Преобладают красные мышечные волокна (например, мышца выпрямляющая позвоночник и др.).

Фазические и тонические мышцы



В каждой мышце есть красные и белые мышечные волокна, но процент их различен!

Мышечное утомление

- **Утомление мышцы** - временное понижение работоспособности мышцы, наступающее в результате работы и исчезающее после отдыха.
- Связано с истощением запасов АТФ и Ca^{2+} , а также накоплением в мышце продуктов обмена - фосфорной и молочной кислот, развитием метаболического ацидоза.

Система креатин-креатинфосфат

Креатин – аминокислота, синтезируется организмом, накапливается в мышцах, может обратимо связываться с фосфатной группой и превращаться в креатинфосфат. Система креатин-креатинфосфат обеспечивает быстрый ресинтез АТФ, обеспечивает начальную фазу мышечной работы: **Креатинфосфат + АДФ \leftrightarrow креатин + АТФ**

- *Креатин используется в спортивном питании для увеличения работоспособности мышц.*
- ***Креатинин** – конечный продукт креатин-фосфатной реакции, выводится почками с мочой.*
- ***Оценка уровня креатинина** в плазме крови и в суточной моче используется для оценки функций почек (клубочковой фильтрации).*

Факторы, определяющие силу мышцы

- **Физиологический поперечник мышцы** - сумма площадей поперечного сечения всех поперечнополосатых мышечных волокон **(не совпадает с анатомическим поперечником!)**
- Величина площади опоры на костях, хрящах и фасциях.
- Степень нервного возбуждения.
- Адекватность кровоснабжения.
- Состояние собственной и подкожной жировой клетчатки (энергетический фактор).
- Состояние кожи (фактор нервной иннервации).

Мышечная система человека

- **Мышечная система (мускулатура)** - совокупность скелетных мышц, прикрепленных к костям скелета. Сокращение скелетных мышц приводит в движение кости скелета, благодаря чему осуществляются разнообразные движения.

Масса скелетных мышц от общей массы тела:

- у мужчин - 40 %,
- у женщин - 35%,
- у новорожденных - 20%,
- у пожилых - 25-30%,
- у спортсменов до 60%.

Функции мышечной системы

- **Локомоторная**
- **Теплопродукция** – при сокращениях мышц вырабатывается большое количество тепла
- **Познавательная** -мышечное чувство или проприцепция.
- **Насосная** – при сокращении мышц происходит присасывание крови в венозные и лимфатические сосуды – облегчается продвижение крови и лимфы
- **Формообразующая** – «бодибилдинг», построение тела
- **Психоэмоциональная** – мимика, жесты

Познавательная функция мышц



Физические упражнения развивают не только мышцы, но также волю, внимание и выносливость!

Классификация мышц

- 1. По отношению к областям тела** – мышцы туловища, головы, шеи, верхних и нижних конечностей (или более подробно – мышцы спины, груди, живота, плечевого пояса, таза и т.д.)
- 2. По иннервации** – краниальные (иннервируются черепно-мозговыми нервами) и спинальные (иннервируются спинномозговыми нервами).
- 3. По форме** – простые (длинные, короткие, широкие) и сложные (двухглавые, трехглавые, четырехглавые, многосухожильные, двубрюшные и т.д.)

Классификация мышц (продолжение)

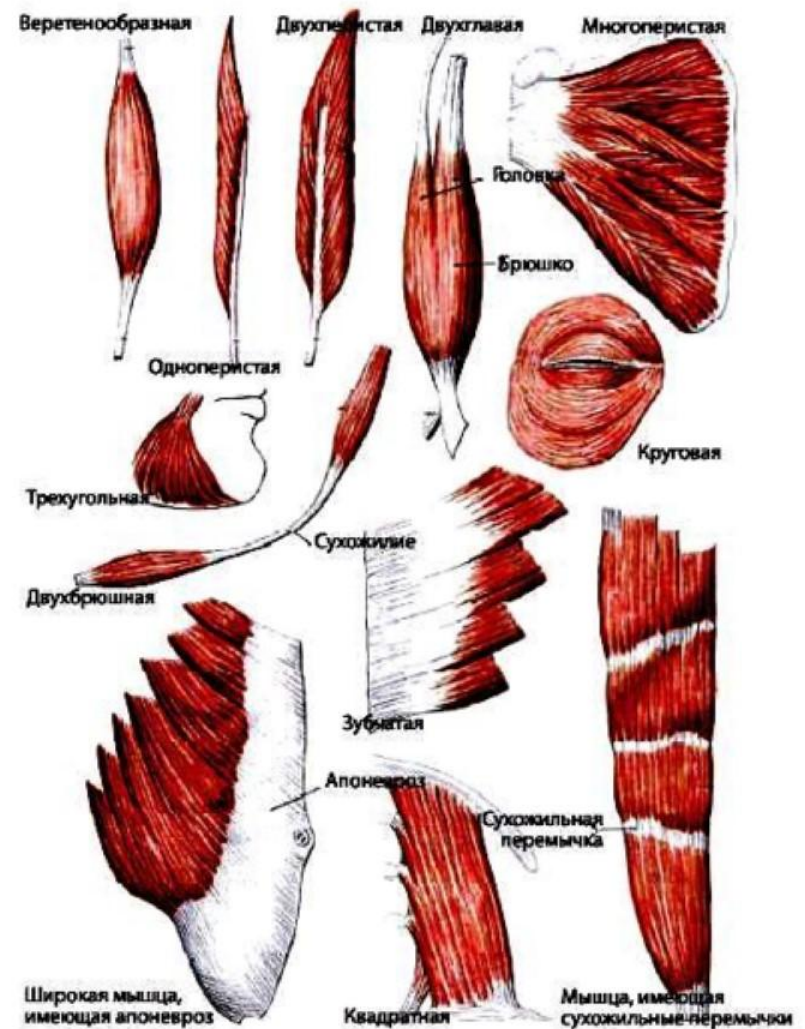
- 1. По функции** – сгибатели, разгибатели, приводящие, отводящие, вращающие (ротаторы, спинаторы и супинаторы), сфинктеры (суживающие) дилататоры (расширители).
- 2. По расположению** – поверхностные и глубокие, медиальные и латеральные.
- 3. По направлению мышечных волокон** – с параллельным, косым (одноперистые и двуперистые), круговым и поперечным ходом мышечных волокон.
- 4. По отношению к суставам** – односуставные, двусуставные, многосуставные.

Общее строение мышц

Скелетная мышца имеет следующие структурные компоненты:

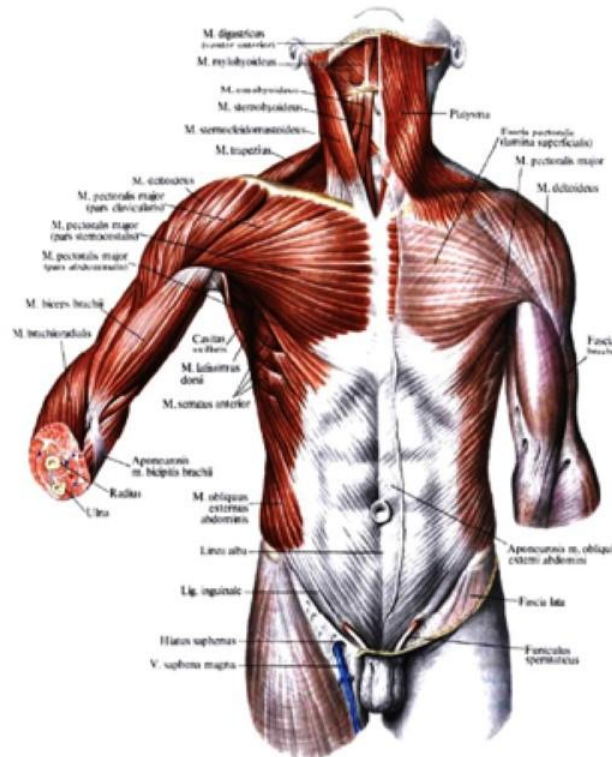
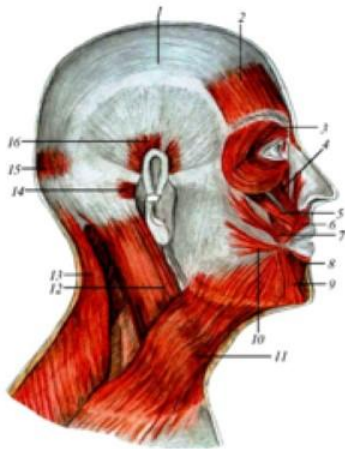
Брюшко - средняя утолщенная часть мышцы.

Сухожилия - образованы плотной соединительной тканью, крепят мышцу к костям.



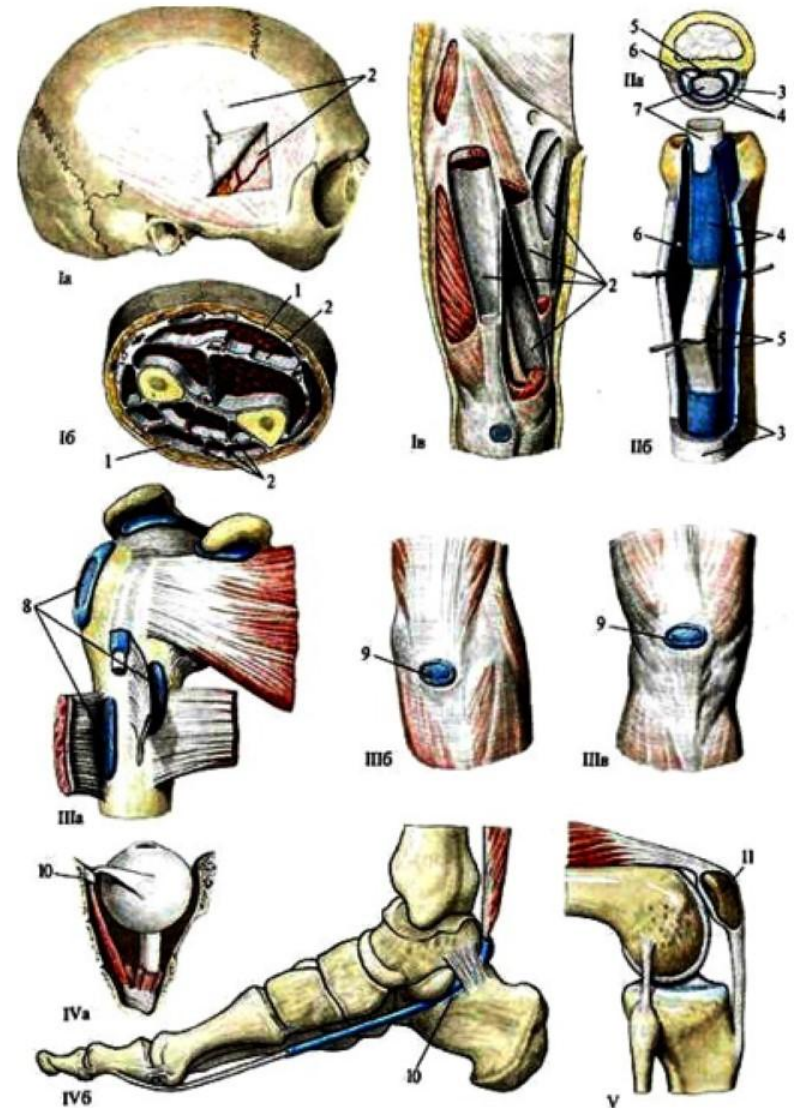
Апоневрозы

- **Апоневроз** - широкое и тонкое сухожилие. Самые большие апоневрозы образуют наружная косая мышца живота, широчайшая мышца спины, лобно-затылочная мышца головы.



Вспомогательный аппарат мышц

1. Фасции
2. Фиброзные и
3. Костно-фиброзные каналы
4. Синовиальные влагалища
5. Синовиальные сумки
6. Сесамовидные кости



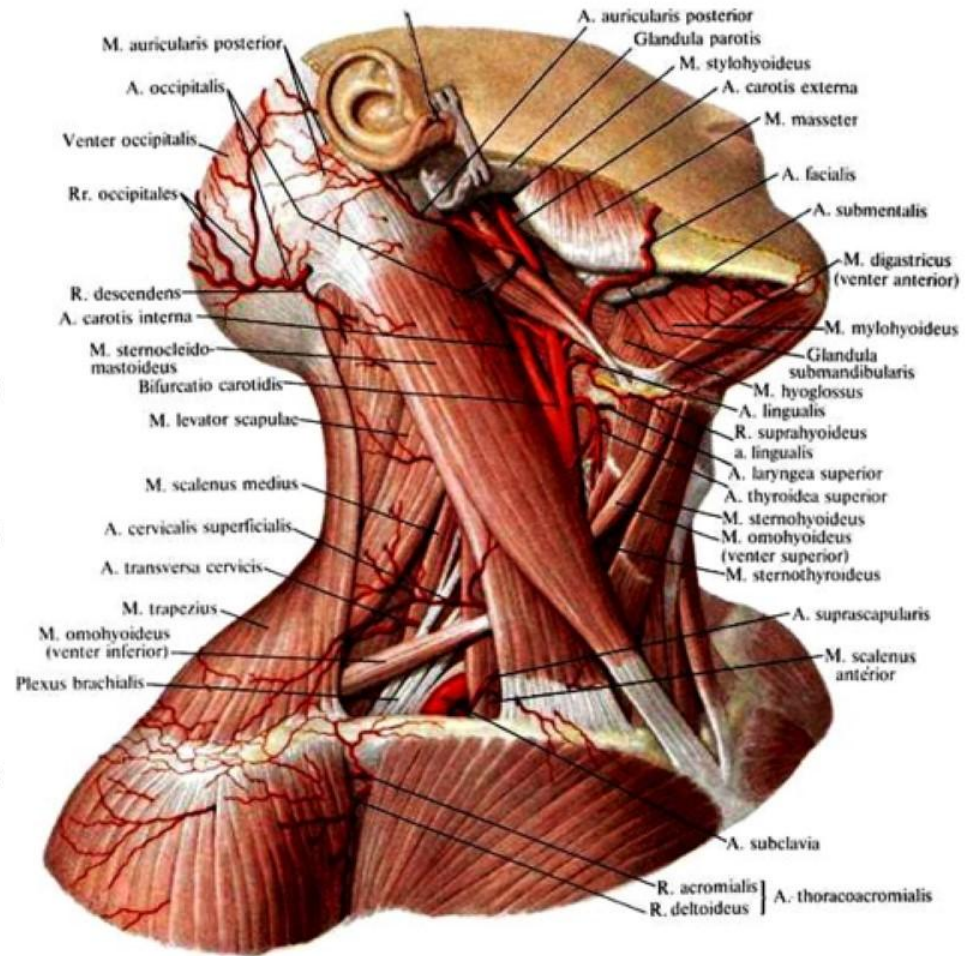
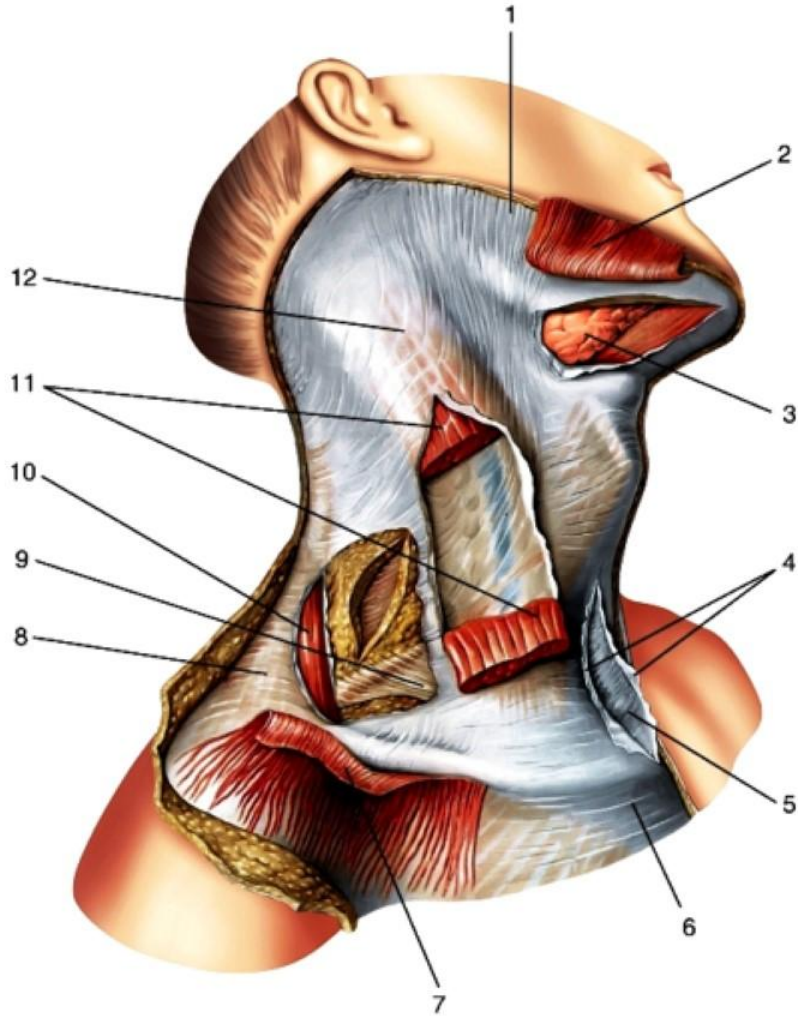
Фасции

Фасции - оболочки из соединительной ткани.

Выделяют 3 основных вида фасций:

- **Поверхностная фасция** - расположена за подкожной жировой клетчаткой, связана с кожей, разделяет жировую клетчатку на дольки.
- **Собственная фасция** - покрывает мышцы различных частей тела и внутренние органы. По месту расположения выделяют собственную фасцию спины, груди, живота, шеи, головы и т.д.
- **Внутренняя фасция** - выстилает полости тела. Выделяют внутришейную, внутригрудную и внутрибрюшную фасции.

Фасции шеи

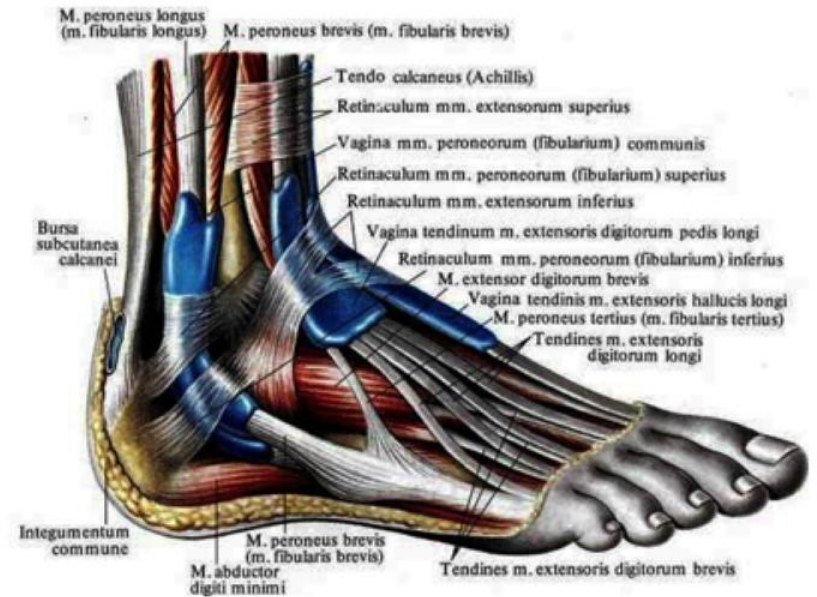
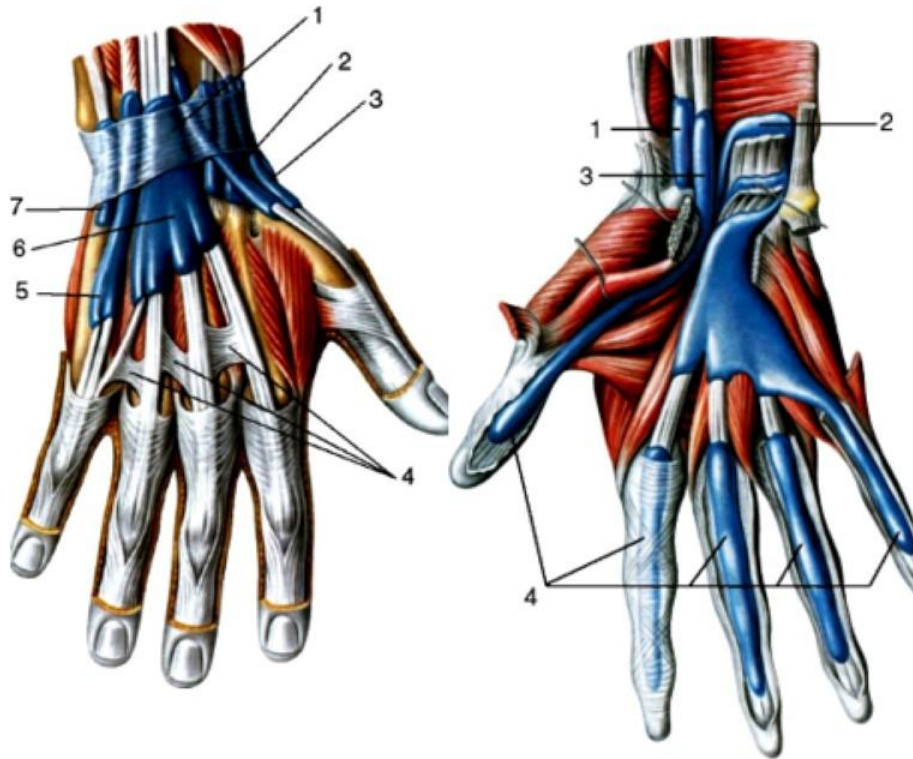


Фиброзные и костно-фиброзные каналы

- **Фиброзные и костно-фиброзные каналы** - это вместимости для сухожилий мышц, сосудов и нервов, в области лучезапястных и голеностопных суставов образованы утолщениями собственной фасции.
- **Синовиальные влагалища** - футляры из плотной соединительной ткани вокруг сухожилий, заполнены синовиальной жидкостью, снижают трение сухожилий при сокращениях мышц.

Тендовагиниты - воспалительные процессы в синовиальных влагалищах сухожилий.

Костно-фиброзные каналы и синовиальные влагалища



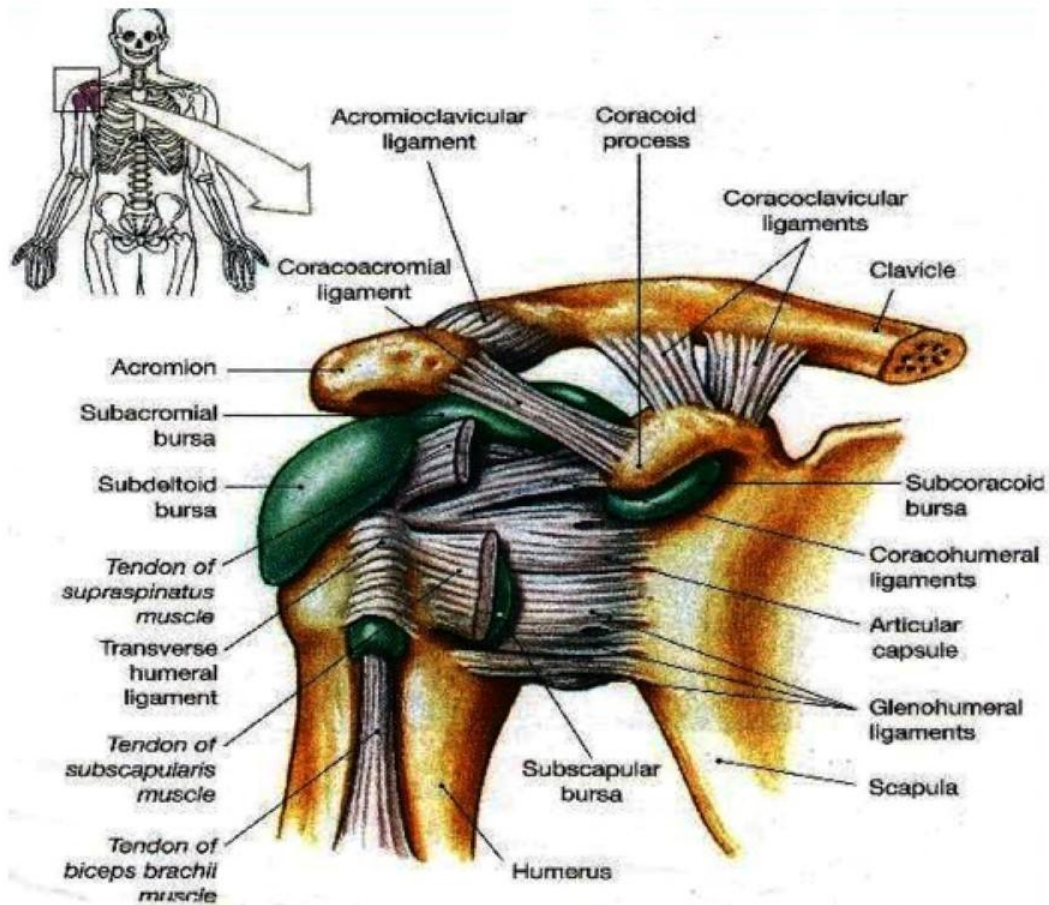
Тендовагиниты



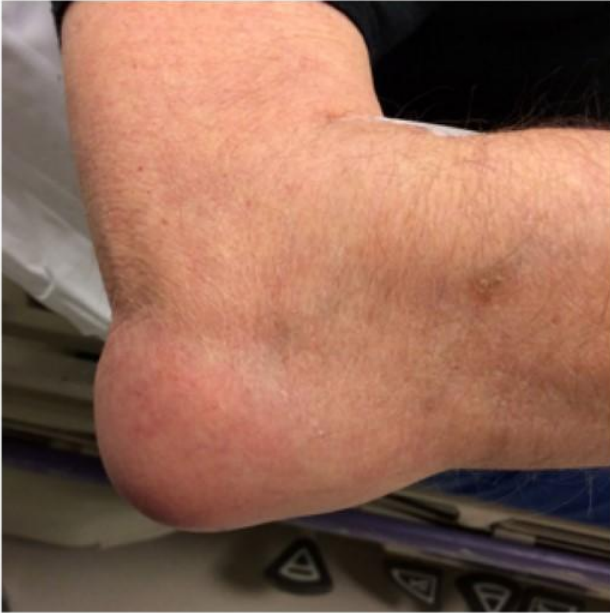
Синовииальные сумки

- Синовииальные сумки - специальные полости, содержат синовииальную жидкость. Расположены вблизи прикрепления сухожилий мышц к костям, снижают трение при сокращении.
- *Бурсит - воспаление синовииальных сумок, сопровождается скоплением синовииальной жидкости, возникает при чрезмерных нагрузках или при попадании инфекции.*

Синовиальные сумки

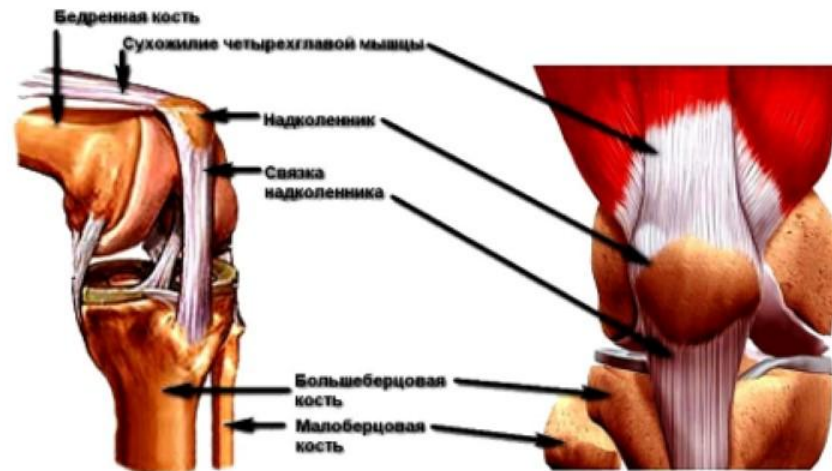


Бурситы



Сесамовидные кости

- **Сесамовидные кости** - небольшие, плоские кости, развиваются в толще сухожилий, усиливают сухожилия, могут участвовать в образовании суставов (например, надколенник). Наиболее часто встречаются в стопе.



План анатомического описания мышечной системы человека

- 1. Мышцы головы:** мимические и жевательные
- 2. Мышцы шеи:** поверхностные и глубокие
- 3. Мышцы спины:** поверхностные и глубокие
- 4. Мышцы груди:** прикрепляющиеся к верхним конечностям и собственные мышцы груди
- 5. Мышцы живота:** брюшного пресса и задней стенки брюшной полости
- 6. Мышцы верхних конечностей:** плечевого пояса и свободной верхней конечности
- 7. Мышцы нижних конечностей:** тазового пояса и свободной нижней конечности

Опорно-двигательный аппарат

- **Опорно-двигательный аппарат** — функциональная совокупность костей скелета, сухожилий, суставов, мышц с их сосудистой сетью и нервными образованиями, осуществляющих передвижение, позную активность и другие двигательные акты.
- **Активная часть** – скелетные мышцы (поперечнополосатая мускулатура)
- **Пассивная часть** – скелет (совокупность костей и их соединений).

Контрольные вопросы

1. Какие существуют виды мышечной ткани, в чем особенности их строения и функций?
2. Каково внутреннее строение скелетной мышцы?
3. Каков механизм мышечного сокращения?
4. Как регулируется мышечное сокращение?
5. Каково строение нервно-мышечного синапса?
6. Какие основные причины нарушения передачи возбуждения в нервно-мышечном синапсе?
7. Что такое красные и белые мышечные волокна, в чем различия их строения и функций?
8. Каковы причины мышечного утомления?
9. Какие функции выполняет система креатин-креатинфосфат?
10. Скелетная мышца как орган, какие особенности строения и функций для нее характерны?
11. Какие функции выполняет мышечная система человека?
12. Как классифицируются мышцы?
13. Что такое вспомогательный аппарат мышц, какие структуры туда входят?
14. Каков план описания мышечной системы человека?

Домашнее задание

- 1. Учебник:** И.В. Гайворонский, Г.И. Ничипорук, А.И. Гайворонский *Анатомия и физиология человека.* Москва Издательский центр «Академия», 2014. стр. 122-131.
 - 2. Таблицы:** Рабочая тетрадь по анатомии и физиологии Часть 2.
- Дополнительно:** Томас Майерс «Анатомические поездки». Миофасциальные меридианы для мануальной и спортивной медицины.