



СЕЧЕНОВСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
НАУК О ЖИЗНИ

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)
Кафедра анатомии и гистологии человека ИКМ им. Н.В. Склифосовского

Функциональная анатомия опорно-двигательного аппарата



Лектор:

доцент Стрижков Алексей Евгеньевич

<http://strizhkov.com/lectio/>

Москва - 2024

Опорно-двигательный аппарат



Опорно-двигательный аппарат позвоночных состоит из двух основных частей, различающихся по строению и по функции:

1. **Скелет** - это пассивная часть опорно-двигательного аппарата, образующая каркас тела и формирующая рычаги для перемещения тела и его частей в пространстве.

2. **Мышечная система** - это активная часть опорно-двигательного аппарата, являющаяся источником сил, приводящих в движение скелет, а вместе с ним и все тело.



Скелет

Твердый



Скелет образован разными по строению и функции анатомическими структурами, в нем выделяют две части:

1. **Твердый скелет** - это кости и хрящи.
2. **Мягкий скелет** - это соединения между костями и хрящами.

Мягкий



Функции скелета

Механическая:

опорная
защитная
двигательная

Биологическая:

депо минеральных веществ
кроветворение
иммунная

Прочие:

социальная
конституциональная

Кость как орган



Остеология - раздел анатомии, изучающий строение костей:

1. Общая остеология.
2. Частная остеология.

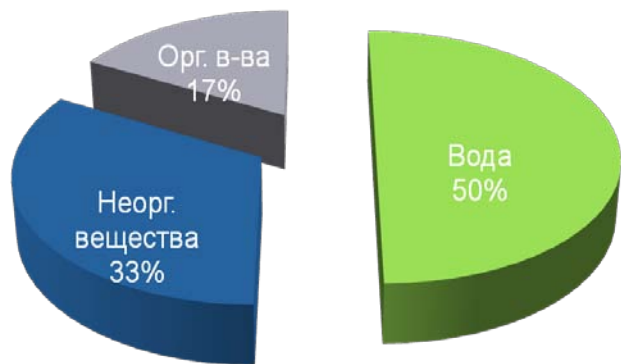


Классификация костей по расположению



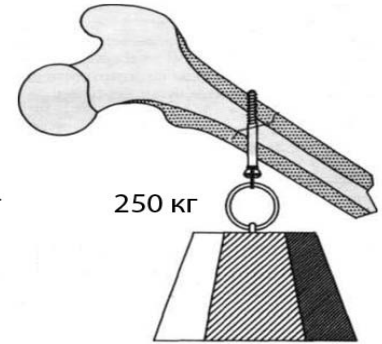
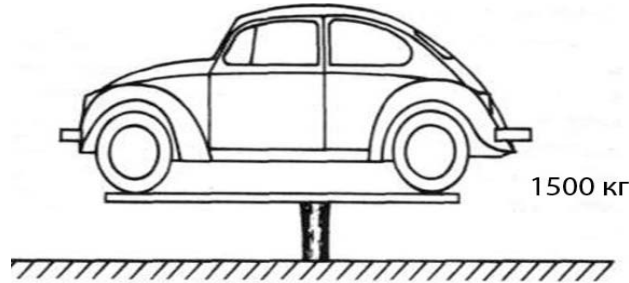
1. Осевой скелет.
2. Добавочный скелет.

Химический состав кости



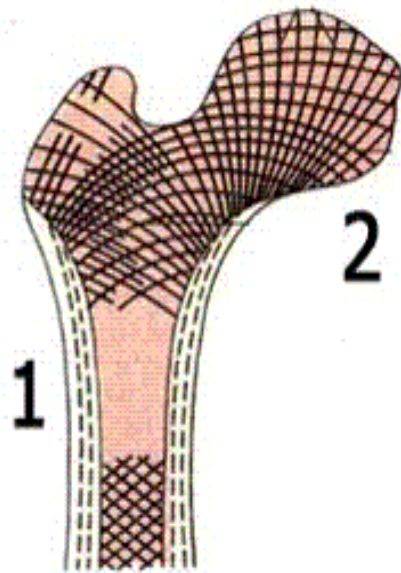
Механические свойства кости:

1. Анизотропия
2. Прочность:
 1. На растяжение
 2. На сжатие
 3. На изгиб
3. Эластичность
4. Электропроводимость
5. Звукопроводимость



Костное вещество

1. КОМПАКТНОЕ
2. ГУБЧАТОЕ



Классификация костей по строению

1. Трубчатые:

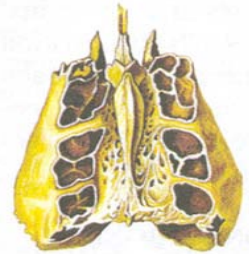
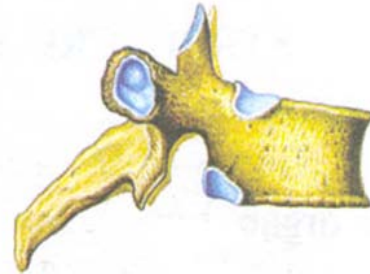
- длинные;
- короткие.

2. Губчатые.

3. Плоские.

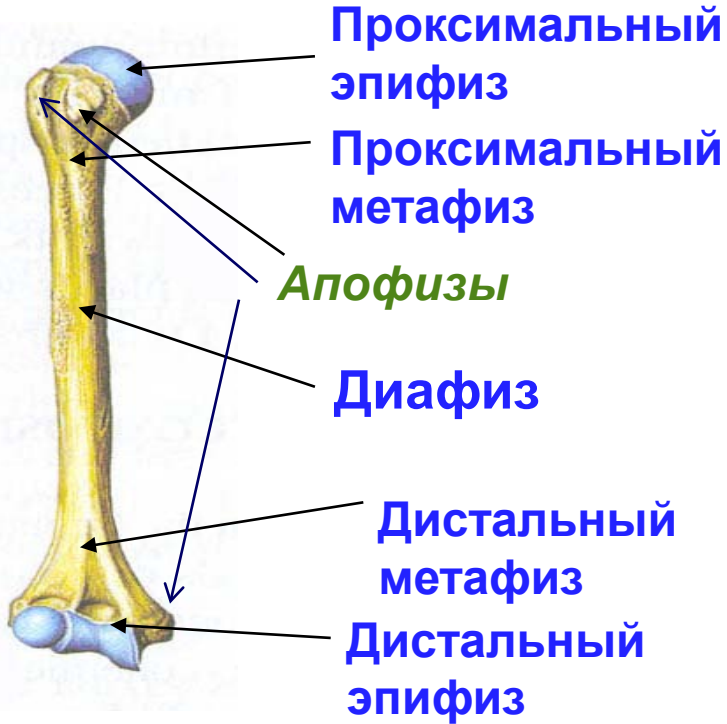
4. Смешанные.

5. Воздухоносные.



Строение трубчатой кости:

длинная

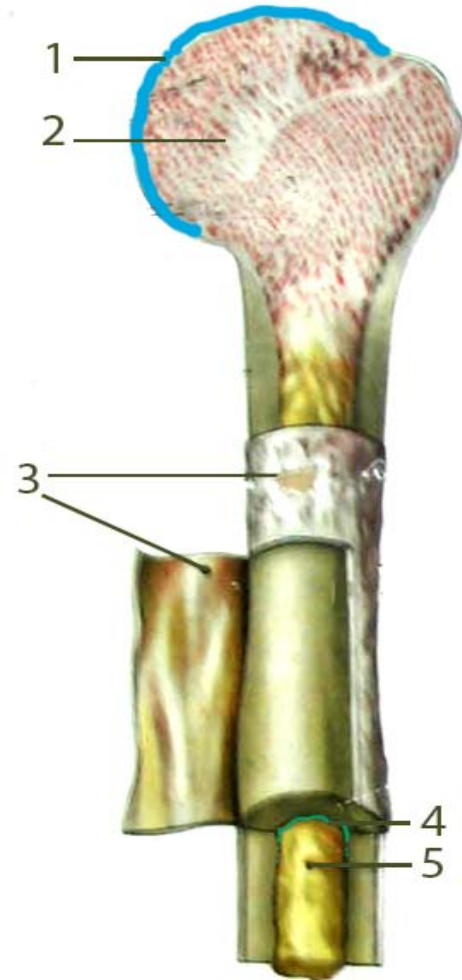


короткая



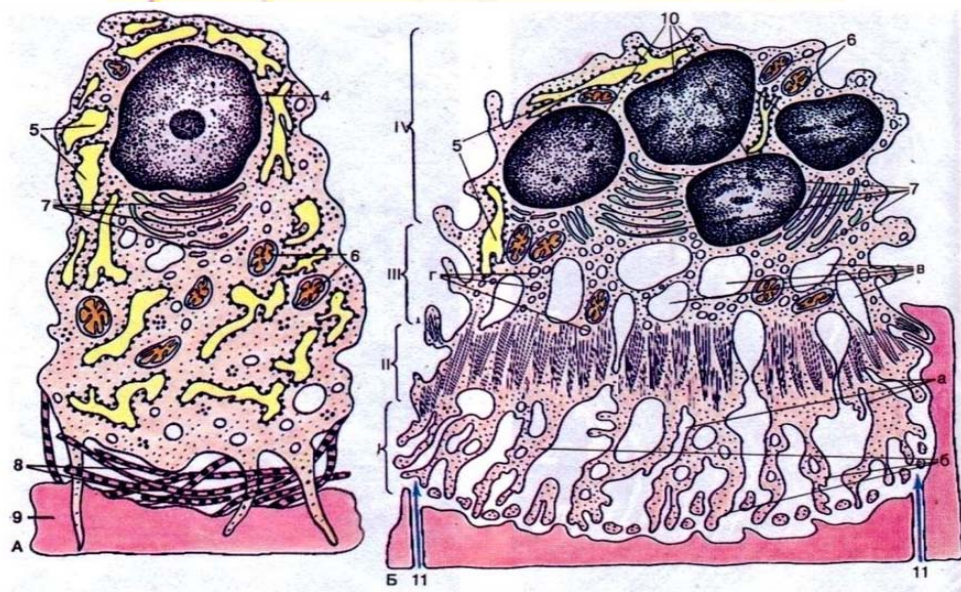
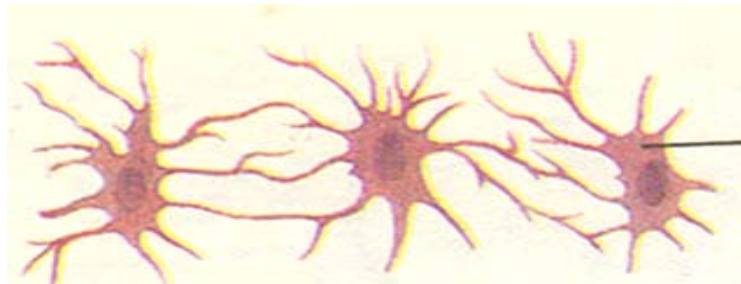
Строение кости

1. **Суставные поверхности** – покрывает суставной хрящ.
2. **Костно-мозговая полость** - красный костный мозг в губчатом костном веществе.
3. Соединительнотканная оболочка снаружи кости - **надкостница**:
 1. **Фиброзная** пластинка.
 2. **Камбиальная** пластинка.
4. Соединительнотканная оболочка внутри кости – **эндост**.
5. **Желтый костный мозг** – жировая ткань в полости диафиза.



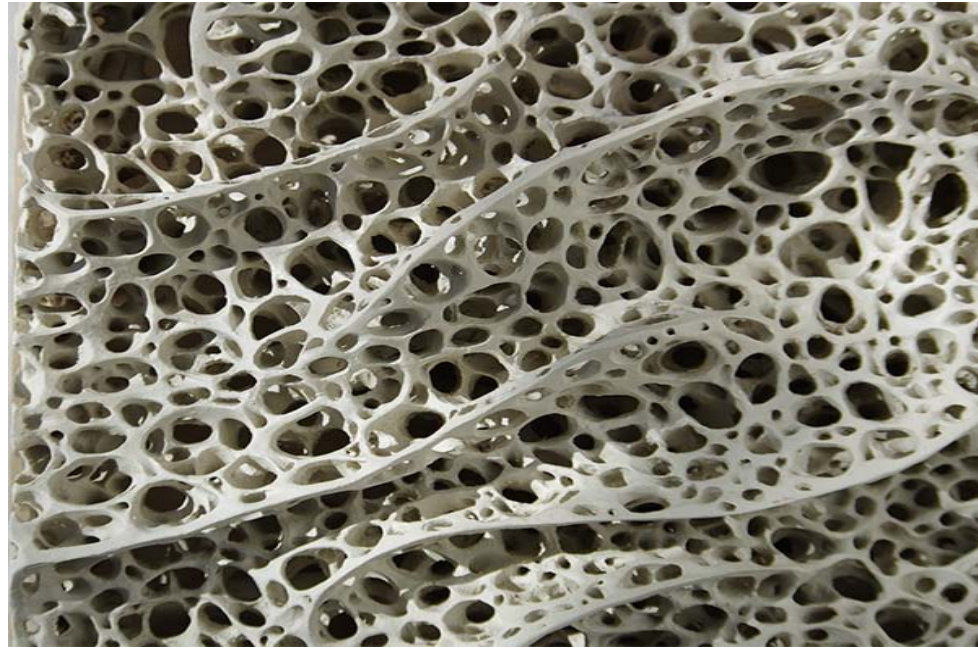
Клетки костной ткани

- Остеобласты
- Остеоциты
- Остеокласты



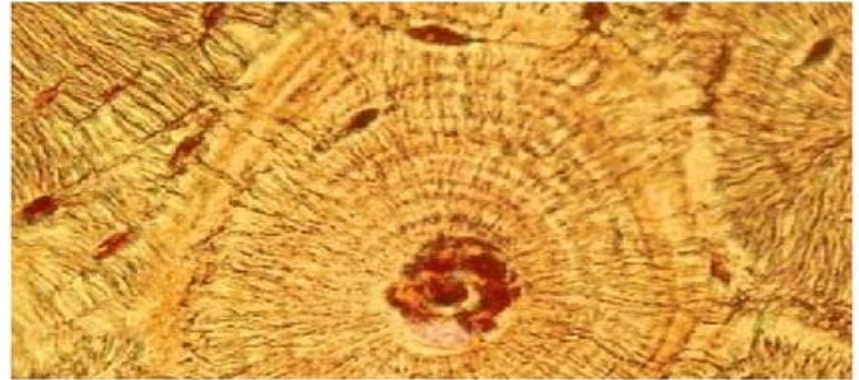
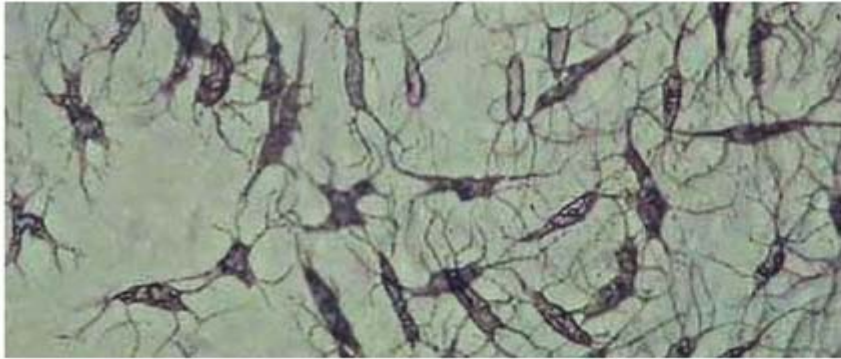
Межклеточное вещество костной ткани

1. Пучки коллагеновых волокон.
2. Гликопротеиды и гликозаминогликаны.
3. Кристаллы гидроксиапатитов (комплексные соли фосфорной кислоты с Ca и Mg).

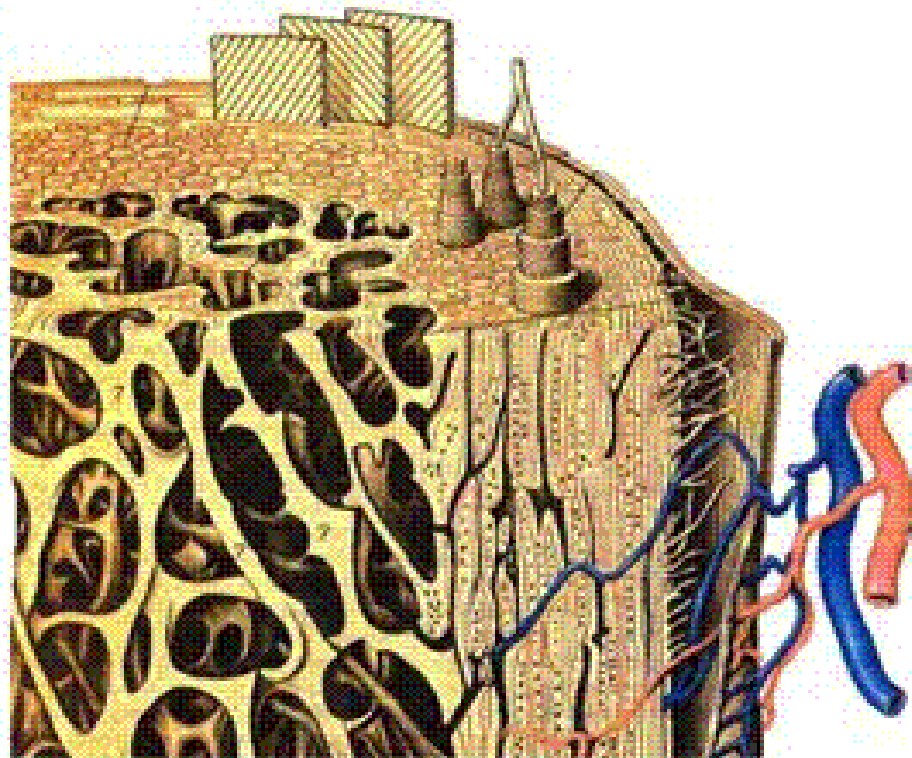


Виды костной ткани:

1. Волокнистая
2. Пластинчатая

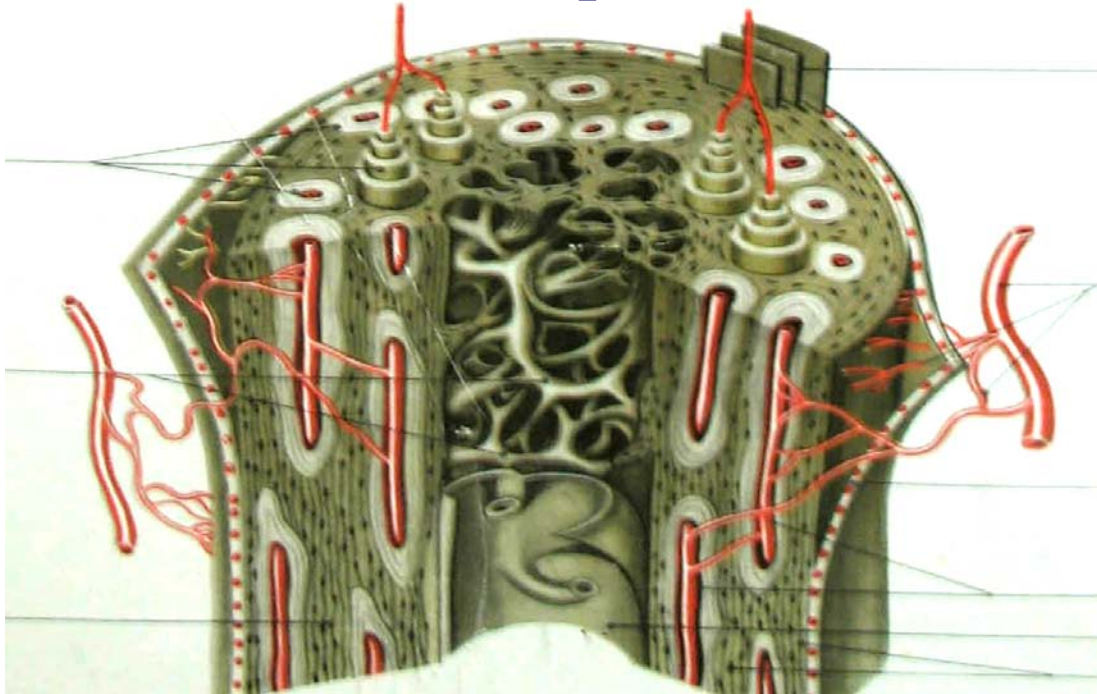


Пластинчатая костная ткань



ОСТЕОН (Гаверсова система)

1. Канал остеона (Гаверсов)
2. Концентрические костные пластинки (до 20)



Элементы пластинчатой костной ткани:

- Остеон (Гаверсова система)
- Вставочные пластинки
- Генеральные пластинки: наружные и внутренние
- Прободающие (Фолькмановы) каналы



Скелет

Твердый



Скелет образован разными по строению и функции анатомическими структурами, в нем выделяют две части:

1. **Твердый скелет** - это кости и хрящи.
2. **Мягкий скелет** - это соединения между костями и хрящами.

Мягкий



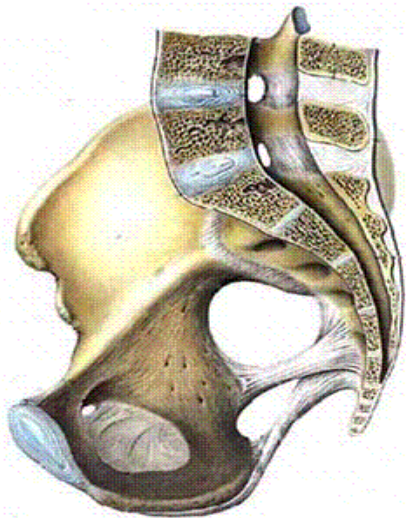


Раздел анатомии, изучающий соединения костей, называется **артросиндесмология** (в переводе с древнегреческого: *arthros* - сустав, *sin* - с, *desmos* - связка, *logos* - учение, наука. *Дословно*: учение о суставах и связках).

Соединений костей в организме у человека очень много: каждая кость имеет минимум два соединения. Все соединения делят на три большие группы, различающиеся строением, прочностью и степенью подвижности сочленяющихся костей:

1. **Синартроз** - непрерывное соединение между костями.
2. **Гемиартроз** - полупрерывное соединение. Еще его называют *полусустав*, *симфиз*.
3. **Диартроз** - прерывное соединение. Еще его называют *синовиальное соединение*, но чаще - *сустав*.

Синартроз - это непрерывное соединение костей.



Синдесмозы между костями таза

Синдесмозы между костями таза:

- Крестцово-остистая связка
- Крестцово-бугорная связка
- Запирательная мембрана

Синартрозы делятся на три группы (*в зависимости от вида ткани*):

1. **Синдесмоз** - это соединение посредством плотной соединительной ткани.
2. **Синхондроз** - это соединения между костями посредством хрящевой ткани.
3. **Синостоз** - это соединение костей посредством костной ткани.

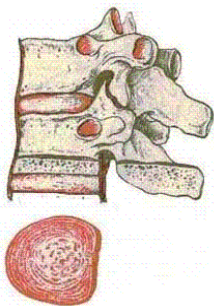
Синдесмоз, или *фиброзное соединение*, образован плотной соединительной тканью, межклеточное вещество которой содержит много толстых пучков коллагеновых волокон.

В зависимости от внешней формы этих соединений, размеров и ориентации пучков коллагеновых волокон (фиброархитектоники) внутри них, **синдесмозы делят** на несколько групп:

1. Связка.
2. Мембрана.
3. Шов.
4. Вколачивание.

* Подробнее смотрите

<http://strizhkov.com/lectio/>



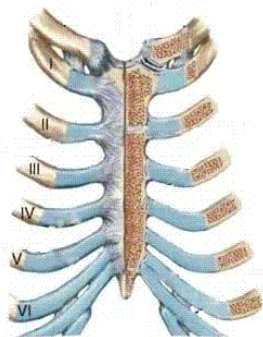
Синхондроз на основе
волокнутого хряща

Синхондроз - это синартроз, где кости соединяются посредством хрящевой ткани. В зависимости от гистологического строения хрящевой ткани синхондрозы делятся на две группы:

1. **Волокнистый синхондроз.**
2. **Гиалиновый синхондроз.**

Не всегда на местах синхондрозов хрящевая ткань сохраняется на протяжении всей жизни. В связи с этим синхондрозы по длительности существования делят на две группы:

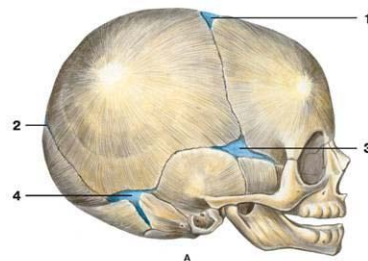
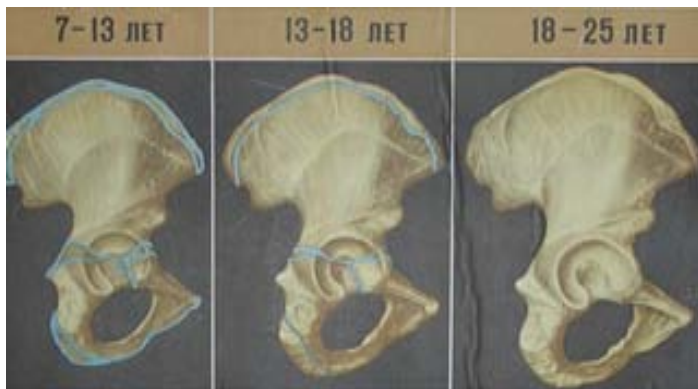
1. **Постоянный синхондроз.**
2. **Временный синхондроз.**



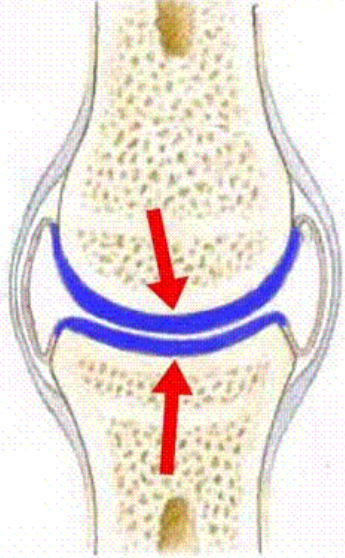
Постоянный синхондроз
между первым ребром и грудиной

Синостоз - это синартроз посредством костной ткани. В результате синостоза кости, на каком-то этапе жизни человека существовавшие отдельно, срастаются между собой. Такое соединение является самым прочным среди прочих синартрозов.

Синостозы формируются на местах временных синхондрозов и швов черепа.



Суставные поверхности



Диартроз (*прерывное соединение, синовиальное соединение, сустав*) - соединение, где между костями имеется щель (промежуток), заполненная синовиальной жидкостью. Это обеспечивает высокую, строго направленную подвижность костей в суставе при одновременно высокой прочности соединения.

Любой диартроз обязательно содержит три **главных** элемента:

1. Суставные поверхности.
2. Суставная сумка.
3. Суставная полость.

Суставные поверхности - гладкие участки на костях, покрытые тонким слоем суставного хряща. Суставными поверхностями кости соприкасаются, поэтому их у одного сустава бывает не менее двух.

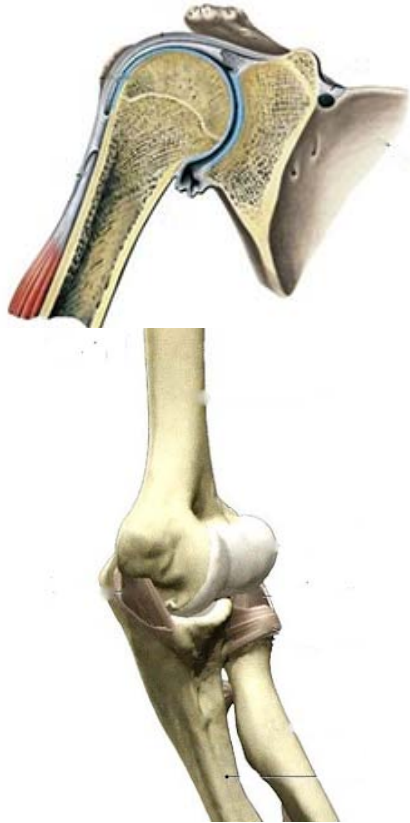
Все суставы по количеству суставных поверхностей делят на две группы:

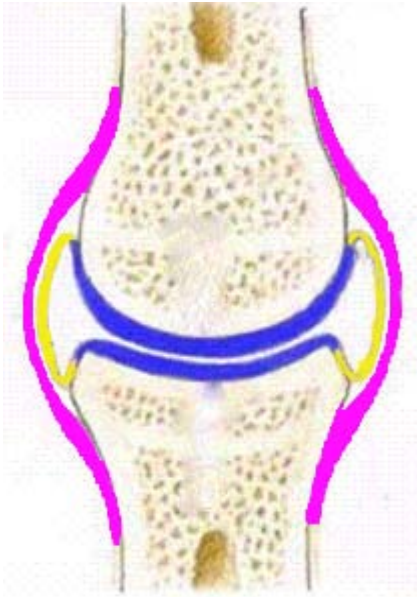
1. Простой сустав - сустав образован двумя суставными поверхностями.

Например, плечевой сустав образован двумя суставными поверхностями: суставная впадина лопатки и головка плечевой кости.

2. Сложный сустав - сустав образован тремя и более суставными поверхностями. При детальном рассмотрении в сложном суставе можно обнаружить несколько простых.

Например, локтевой сустав образован шестью суставными поверхностями, расположенными на трех костях: блок и головка мыщелка на плечевой кости, блоковая и лучевая вырезки на локтевой кости, ямка головки и суставная окружность на лучевой кости. В локтевом суставе выделяют три простых сустава: плече-локтевой, плече-лучевой и проксимальный луче-локтевой.





Суставная сумка - соединительнотканная оболочка, окружающая сустав. Состоит из двух слоев:

1. Фиброзная мембрана.
2. Синовиальная мембрана.

Фиброзная мембрана является наружным слоем суставной сумки.

Фиброзная мембрана выполняет механические функции:

- 1) защищает сустав от внешних воздействий,
- 2) соединяет сочленяющиеся кости между собой,
- 3) является местом фиксации мышц.

Фиброзная мембрана прикрепляется к костям, формирующим сустав, на некотором расстоянии от края суставного хряща - *линия прикрепления капсулы*.

Синовиальная мембрана формирует внутренний слой суставной сумки. Изнутри, со стороны полости сустава она выстлана *синовиоцитами*, обладающими фагоцитарной активностью.

Основная функция синовиальной оболочки - трофическая, связанная с обменом синовиальной жидкости. Кроме этого она участвует в иммунных реакциях. К костям синовиальная мембрана прикрепляется по краю суставного хряща.

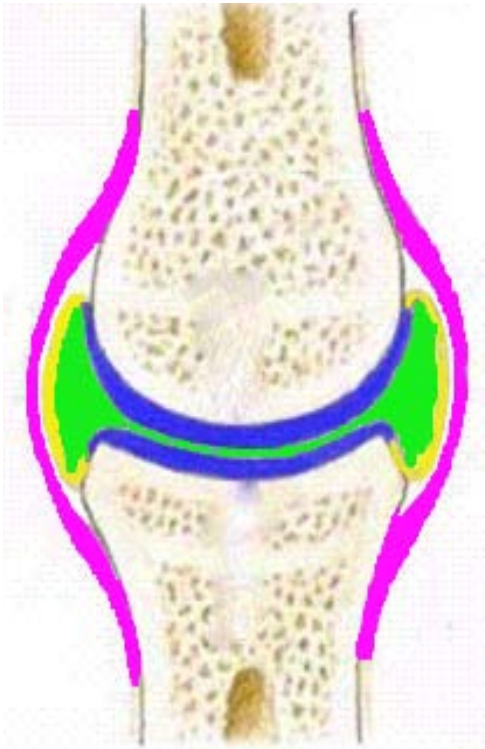
Суставная полость - узкое, герметично замкнутое щелевидное пространство внутри сустава. Ограничено суставным хрящом и синовиальной оболочкой.

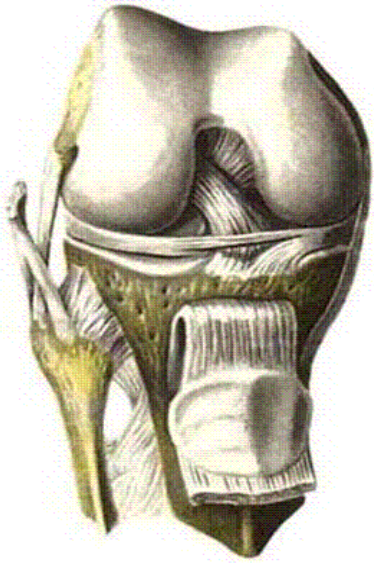
Внутри суставной полости находится небольшое количество **синовиальной жидкости**. Она содержит много полисахаридов, придающих ей вязкость. Эта жидкость секретируется и резорбируется синовиальной мембраной.

Функции синовиальной жидкости:

- 1) смазка суставных поверхностей (для улучшения скольжения),
- 2) питание внутрисуставных структур (прежде всего суставного хряща).

У некоторых суставов суставная полость может быть разделена внутрисуставными элементами на изолированные части. Такой сустав называют **комплексный сустав**.





Связки коленного сустава

Вспомогательные элементы суставов :

1. Суставные связки.
2. Внутрисуставные хрящи.
3. Синовиальные сумки и синовиальные влагалища.
4. Сесамовидные кости.

По отношению к фиброзной мембране суставные связки делятся:

1. **Внутрисуставные связки** - располагаются внутри от фиброзной мембраны суставной сумки. Места их костной фиксации лежат внутри от *линии прикрепления капсулы*. Эти связки покрыты синовиальной мембраной, отделяющей их от полости сустава. Например, передняя и задняя крестообразные связки, поперечная связка колена.

2. **Внесуставные связки** - располагаются снаружи от фиброзной мембраны. Они делятся на две группы:

2.1. **Капсулярные связки** - представляют собой локальное утолщение фиброзной мембраны суставной сумки. Пучки коллагеновых волокон на этих участках ориентируются в одном направлении.

2.2. **Внекапсулярны связки** располагаются обособленно от фиброзной мембраны.

Внутриуставные хрящи так же являются вспомогательными элементами суставов и представляют собой волокнистохрящевую пластинку, расположенную в полости сустава между суставными поверхностями. Края этих хрящевых пластинок срастаются с фиброзной мембраной капсулы сустава.

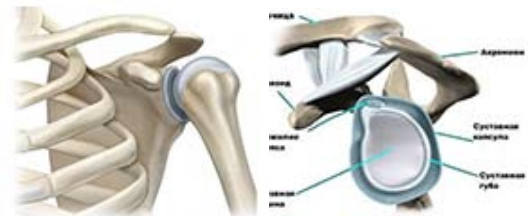
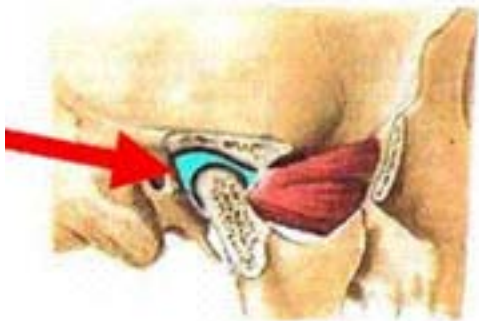
Различают **три вида внутриуставных хрящей**, различающихся формой и выполняемой функцией:

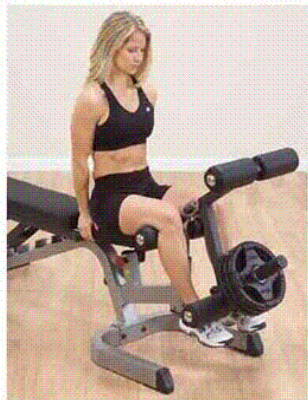
Суставной диск - хрящевая пластинка округлой или треугольной формы, расположенная между суставными поверхностями.

2. **Суставная губа** - хрящевая пластинка в форме кольца.

Она имеется у плечевого и тазобедренного суставов. Суставная губа прикрепляется по краям суставной впадины и тем самым увеличивает ее площадь.

3. **Суставной мениск** - хрящевая пластинка в форме полумесяца, треугольная на сечении. Суставные мениски имеются только у коленного сустава. Они располагаются между мыщелками бедренной и большеберцовой костей и выполняют две функции: 1) устраняют неконгруэнтность суставных поверхностей соответствующих мыщелков, 2) являются демпферами, уменьшающими ударное механическое воздействие костей друг на друга.



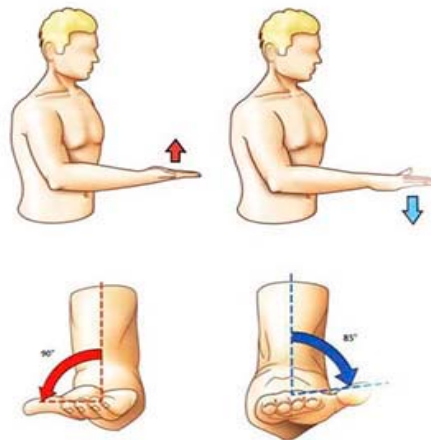


Движения в суставах происходят вокруг трех анатомических осей, и, в соответствии с этим, движения в суставах делят на три вида:

1. **Сгибание – разгибание** (лат. *flexio - extensio*) – вокруг фронтальной оси.
2. **Отведение – приведение** (лат. *abductio - adductio*) – вокруг сагиттальной оси.
3. **Вращение** (лат. *rotatio*) – вокруг вертикальной оси.

Как вариант ротации на сегментах конечностей рассматриваются два вида движения:

- 3.1. **Супинация** – вращение конечности наружу, кости предплечья становятся параллельными друг другу.
- 3.2. **Пронация** – движение конечности кнутри, кости предплечья пересекаются между собой.



Биомеханическая классификация суставов по функции (по количеству осей движения и форме суставных поверхностей):

1. Одноосные суставы:

1.1. Цилиндрический сустав. Форма суставных поверхностей – часть боковой поверхности цилиндра. Вращение осуществляется вокруг вертикальной оси.

1.2. Блоковидный сустав. Форма суставной поверхности напоминает блок. Вращение вокруг фронтальной оси: сгибание – разгибание

1.3. Винтообразный сустав. Это разновидность блокового сустава. Отличается от предыдущего вида тем, что ось вращения стоит под углом к фронтальной оси.

2. Двухосные суставы:

2.1. Эллипсоидный сустав. Форма суставной поверхности напоминает эллипсоид.

2.2. Мыщелковый сустав. Суставные поверхности на каждой из сочленяющихся костей образованы двумя фасетками (частями), являющимися фрагментами одного эллипсоида.

2.3. Седловидный сустав. Суставные поверхности представляют собой фрагмент параболического гиперболоида.

3. Трехосные суставы:

3.1. Шаровидный сустав. Суставные поверхности напоминают сферу

3.2. Чашеобразный сустав. Разновидность шаровидного сустава, у которого уменьшена подвижность.

3.3. Плоский сустав. Это разновидность шаровидного сустава, радиус кривизны суставных поверхностей которого стремится к бесконечности. Суставные поверхности – плоские. Результат – низкая подвижность.

Тугой сустав – амфиартроз. Суставные поверхности имеют сложную форму и при этом полностью конгруэнтны.

Опорно-двигательный аппарат



Опорно-двигательный аппарат позвоночных состоит из двух основных частей, различающихся по строению и по функции:

1. **Скелет** - это пассивная часть опорно-двигательного аппарата, образующая каркас тела и формирующая рычаги для перемещения тела и его частей в пространстве.

2. **Мышечная система** - это активная часть опорно-двигательного аппарата, являющаяся источником сил, приводящих в движение скелет, а вместе с ним и все тело.



Поверхностные скелетные мышцы

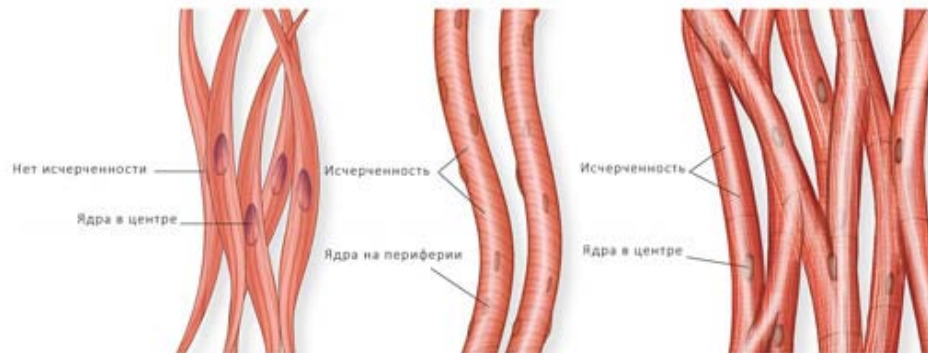


Миология – раздел анатомии, изучающий строение мышц.

Гладкая

Скелетная

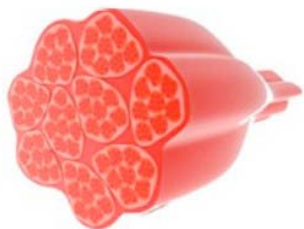
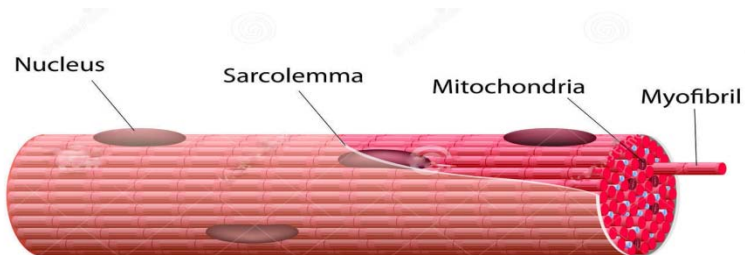
Сердечная



Скорость	Медленные	Быстрые	Быстрые
Где находится	Внутренние органы, стенки сосудов	Туловище, конечности, голова и шея	Сердце
Контроль	Непроизвольно	Произвольно	Непроизвольно

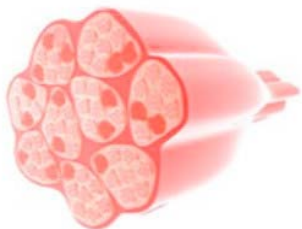
Строение мышц

Мышечное волокно



Красные

высокая митохондриальная составляющая

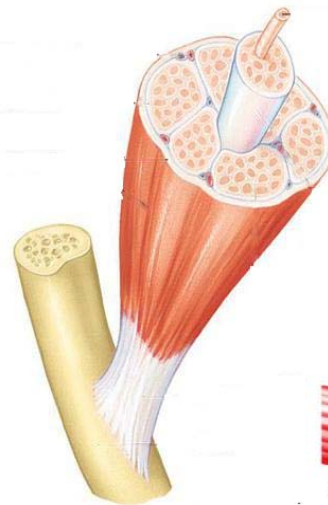


Белые

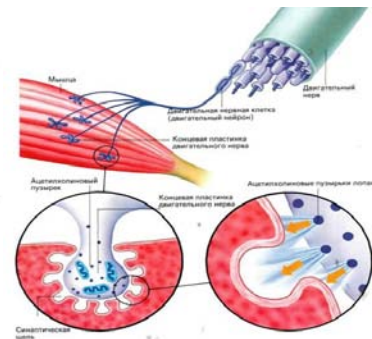
низкая митохондриальная составляющая

Соединительная ткань (мягкий остов) мышцы

- Endomysium – вокруг каждого мышечного волокна (клетки)
- Perimysium – вокруг пучка мышечных волокон
- Epimysium – вокруг всей мышцы в целом



Мион

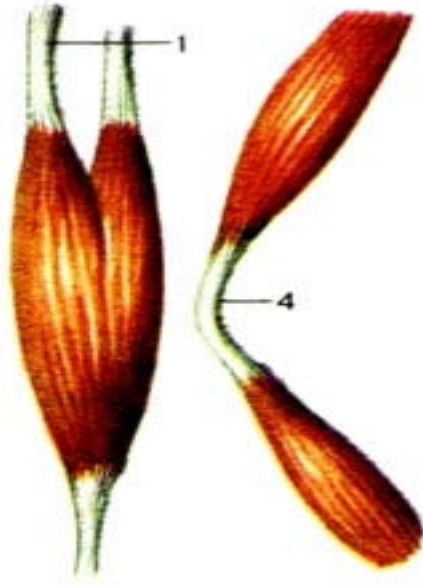
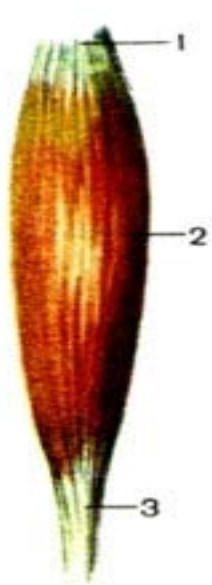


Части скелетной мышцы:

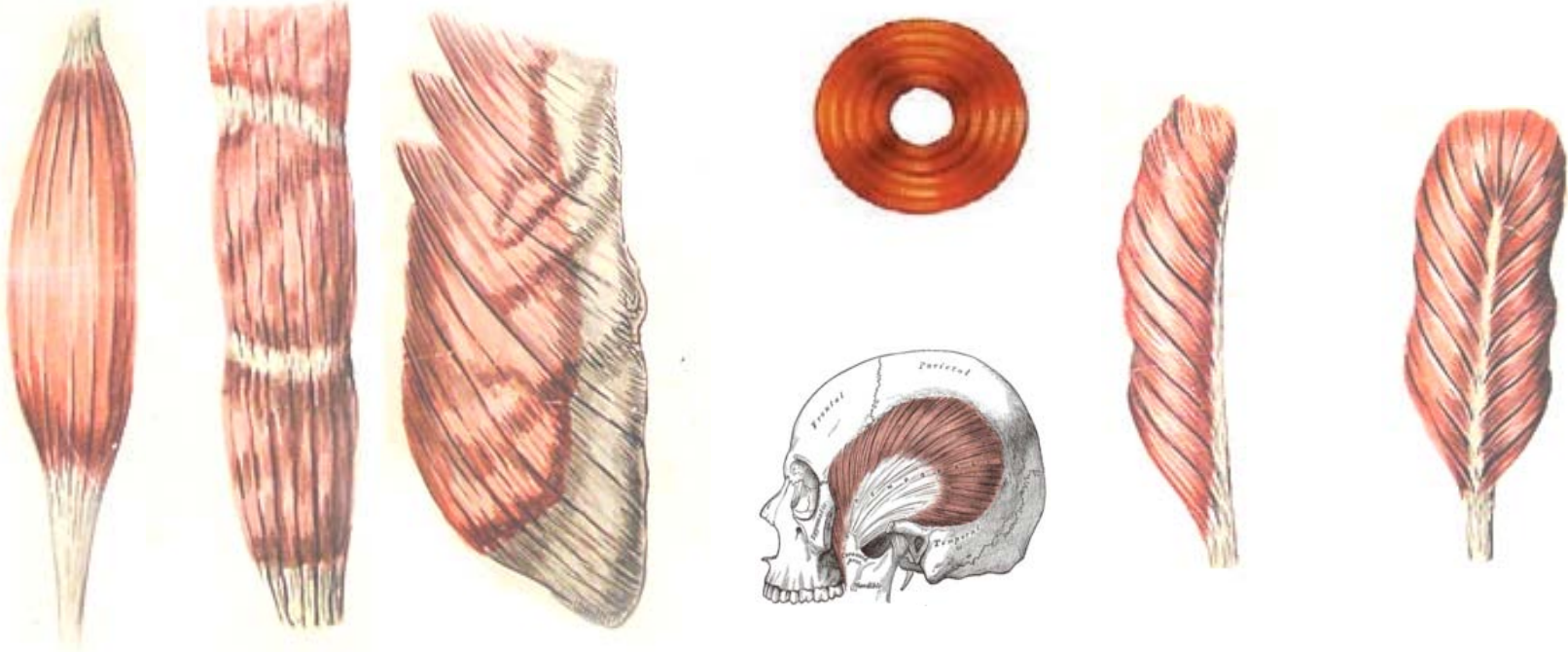
1. Головка
2. Брюшко
3. Конечное сухожилие
(хвост)



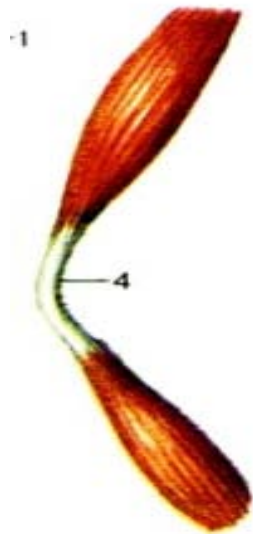
Виды мышц (по количеству частей)



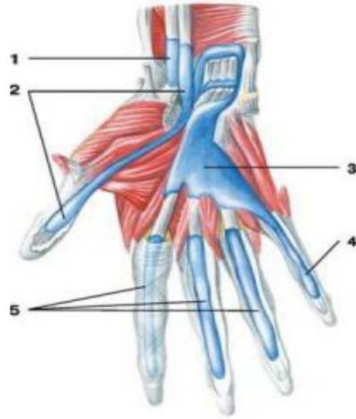
Классификация мышц по строению (расположению мышечных пучков)



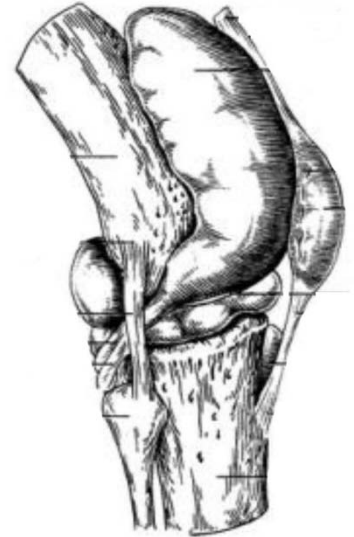
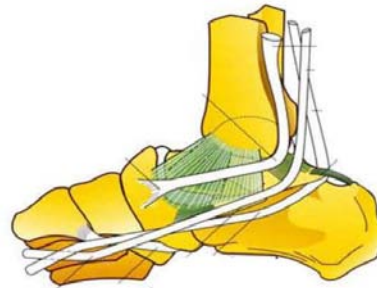
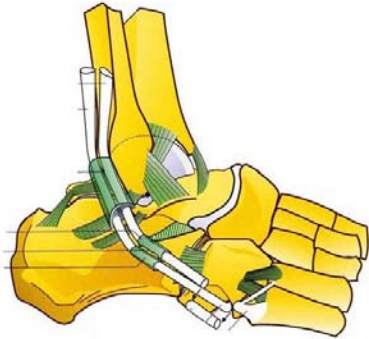
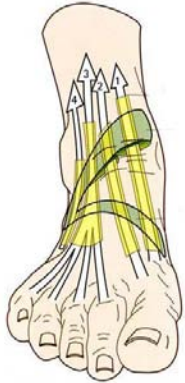
Виды сухожилий



Вспомогательный аппарат мышц



1. Фасции.
2. Костно-фиброзные и фиброзные каналы.
3. Синовиальные влагалища.
4. Синовиальные (слизистые сумки).
5. Костные блоки.
6. Сесамовидные кости.



Что делать дальше?

1. В личном кабинете студента в разделе ЭОР (электронные образовательные ресурсы) находите презентации лекций по разделу.
2. Сайт <http://strizhkov.com/lectio/> раздел «Опорно-двигательный аппарат» содержит несколько текстов лекций (Общая остеология, Развитие и аномалии развития костей, Общая артросиндесмология и др.) и презентации этих и других лекций по теме.
3. <https://rutube.ru/video/e69aa74294e8dca828da3312b781304e/>

A wide-angle photograph of a museum gallery. The room is filled with wooden display cases and tables, each containing various artifacts. The floor is polished and reflects the overhead lights. The walls are decorated with red curtains. The text "Спасибо за внимание!" is overlaid in the center of the image.

Спасибо за внимание!