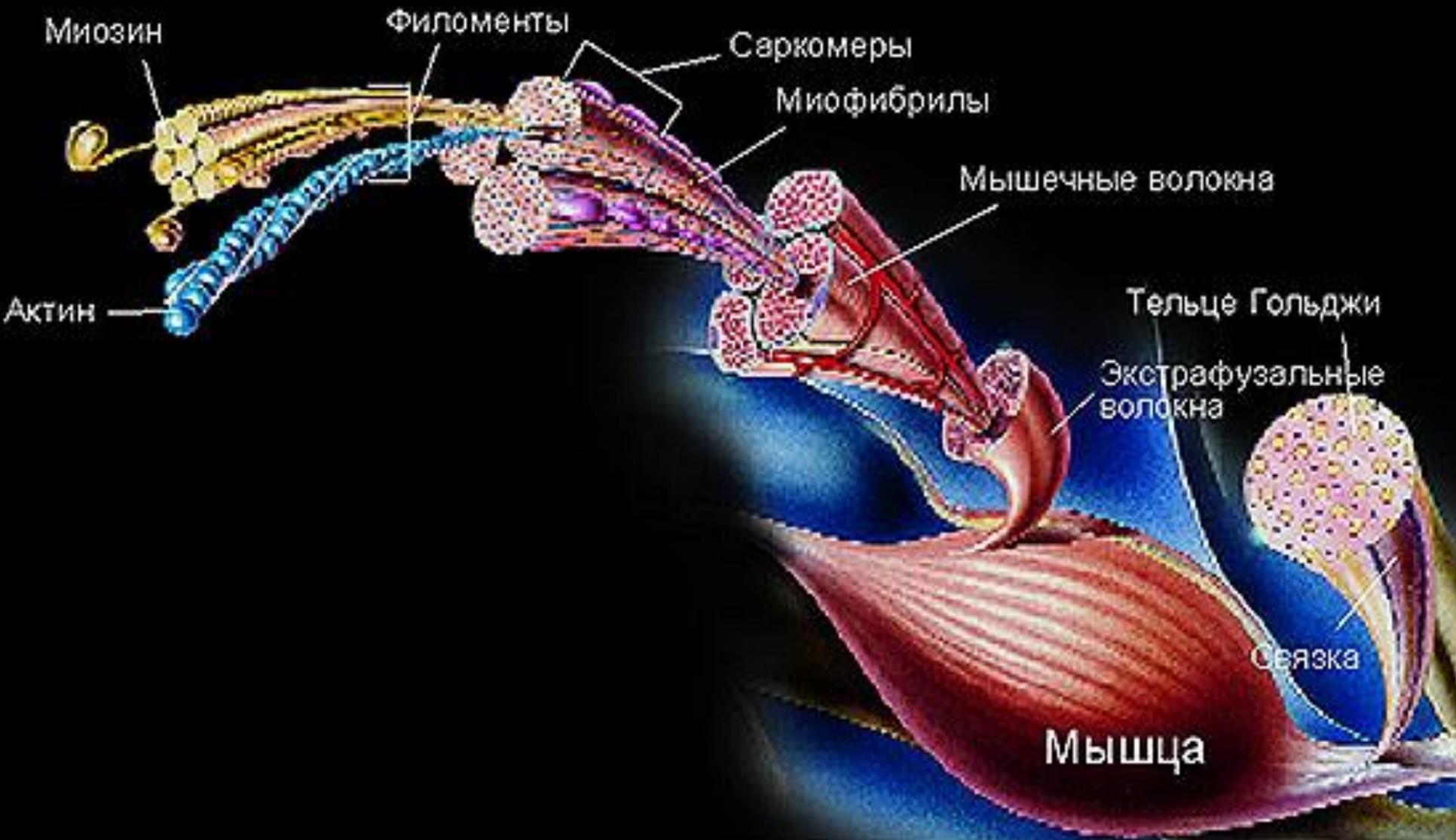


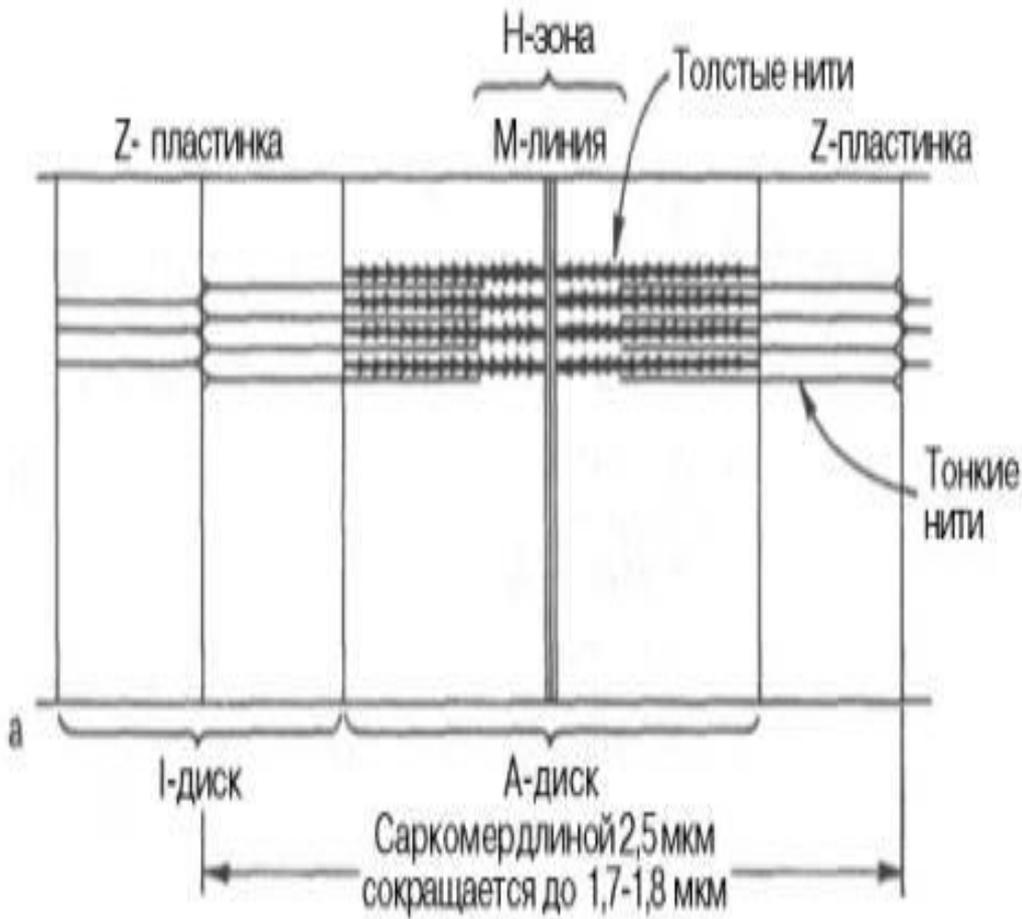
# Биохимия мышечного сокращения





# У человека различают три основных вида мышечной ткани:

- Поперечно-полосатая скелетная мышечная ткань: она образует скелетные мышцы, то есть те мышцы, которые способны к произвольному сокращению
- Гладкая мышечная ткань : она образует мышечный слой внутренних органов: желудочно-кишечного тракта, бронхов, мочевыводящих путей, кровеносных сосудов. Эти мышцы сокращаются непроизвольно, независимо от нашего сознания.
- Сердечная мышца: это особый вид ткани которая является поперечно-полосатой, но ее сокращения происходят непроизвольно.



Сокращение происходит путем скольжения тонких актиновых и толстых миозиновых нитей навстречу друг другу или вдвигания актиновых нитей между миозиновыми в направлении М-линии. Максимальное укорочение достигается тогда, когда Z-пластинки, к которым прикреплены актиновые нити, приближаются к концам миозиновых нитей. При сокращении саркомер укорачивается на 25-50 %.



- м'язи  
составляют 40-45  
% массы тела  
- единственная  
система, которая  
превращает  
химическую  
энергию в  
механическую  
2 типа мышечных  
волокон -  
поперечно-  
полосатые и  
гладкие

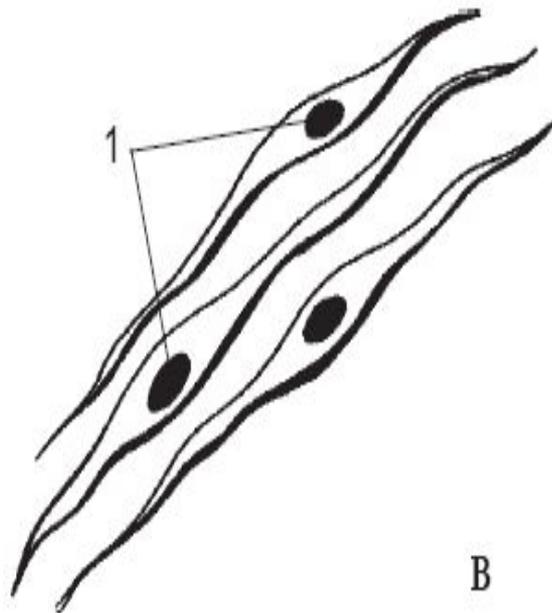
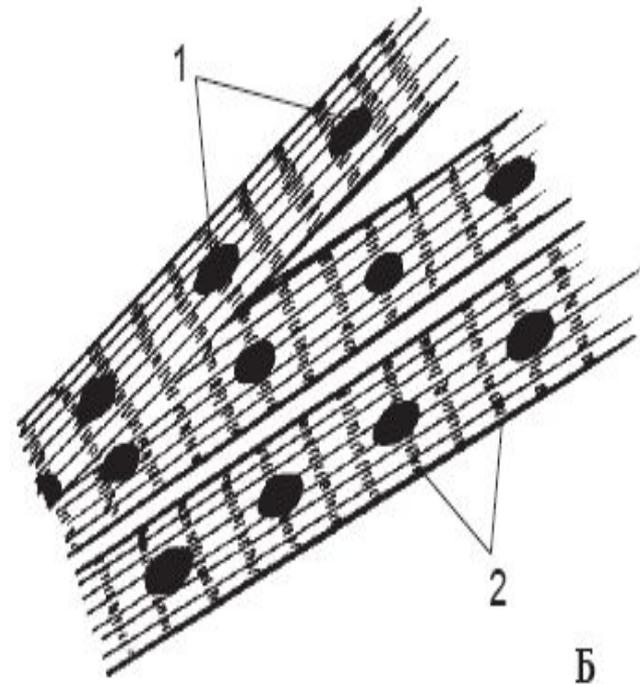
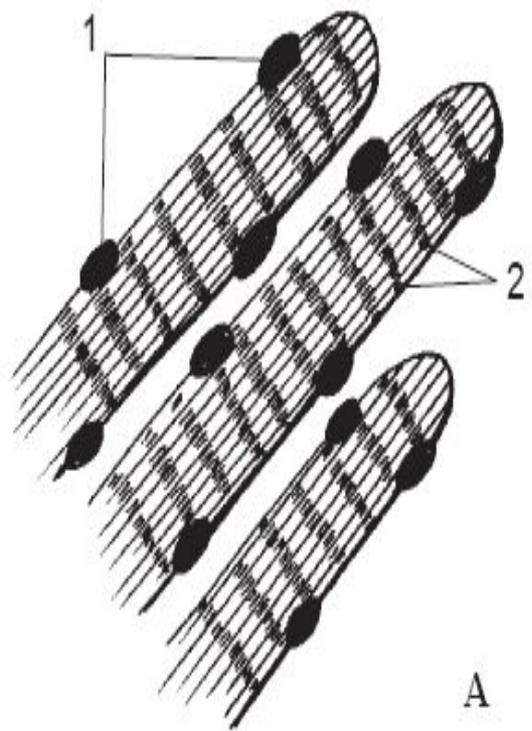
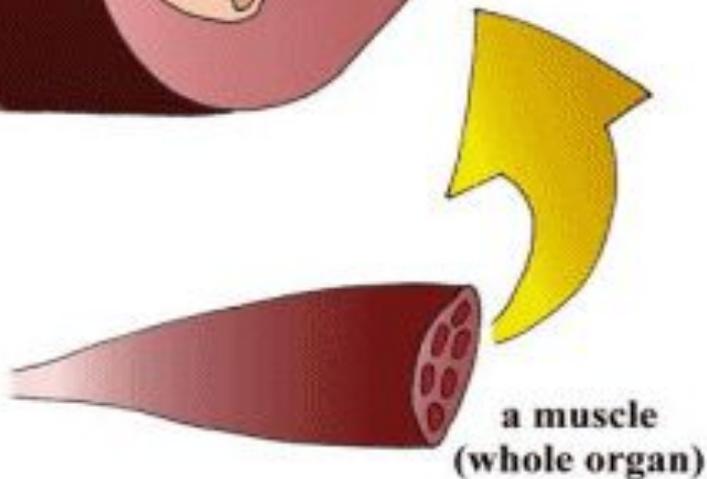
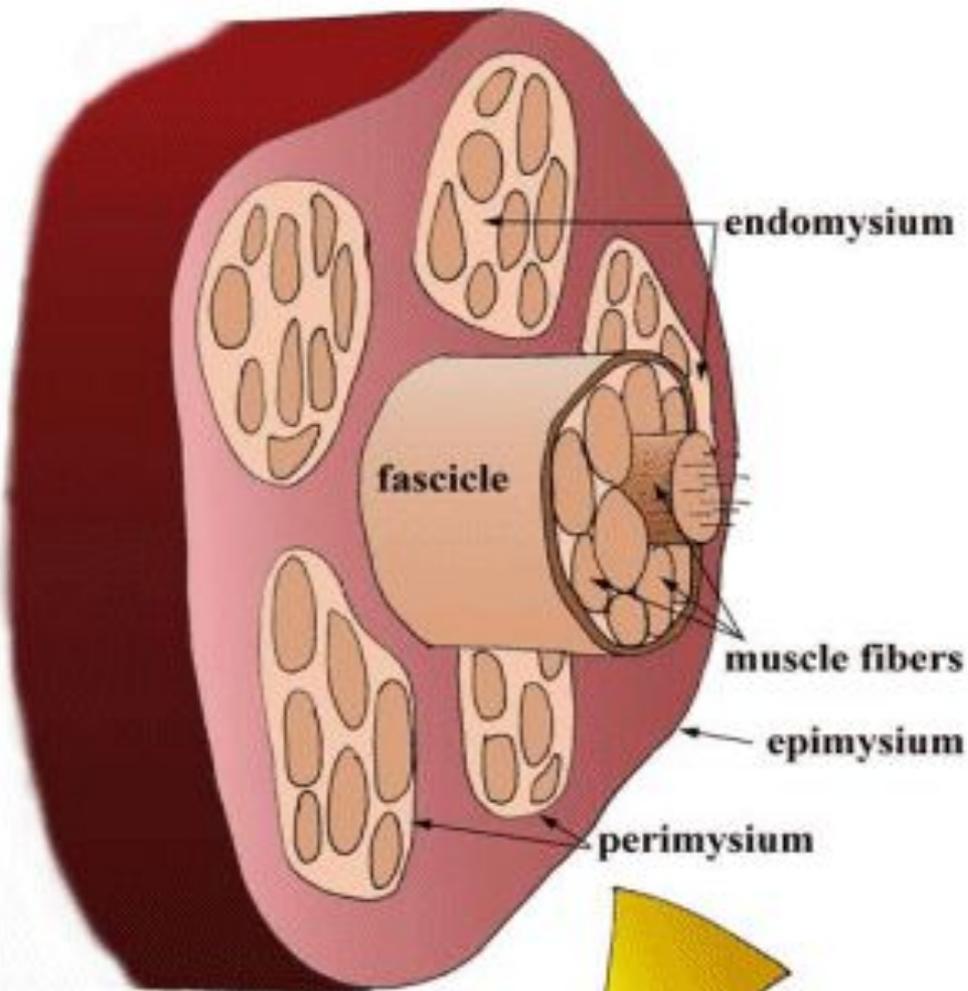


Рис. 22.1. Типи м'язової тканини:  
А – волокна скелетних м'язів;  
Б – волокна серцевого м'яза;  
В – гладенькі м'язові волокна;  
1 – ядра;  
2 – поперечна смугастість.



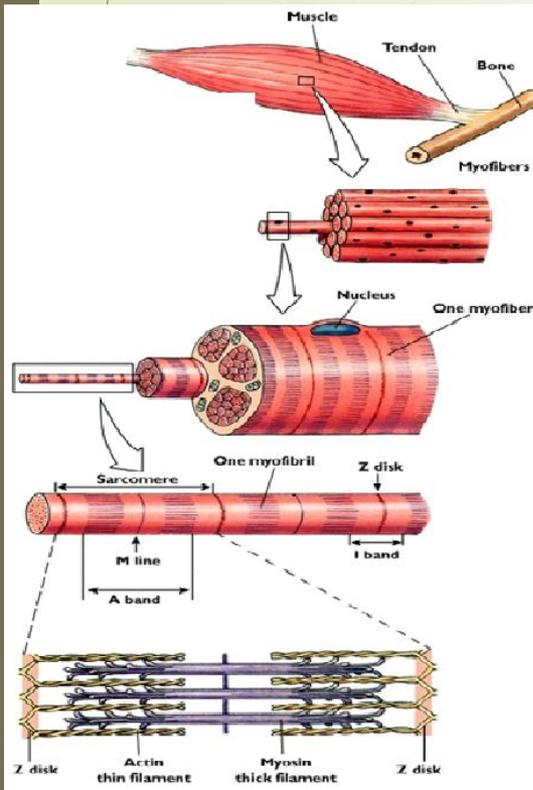
Структурная единица  
- мышечное волокно

- **МИОЦИТ**

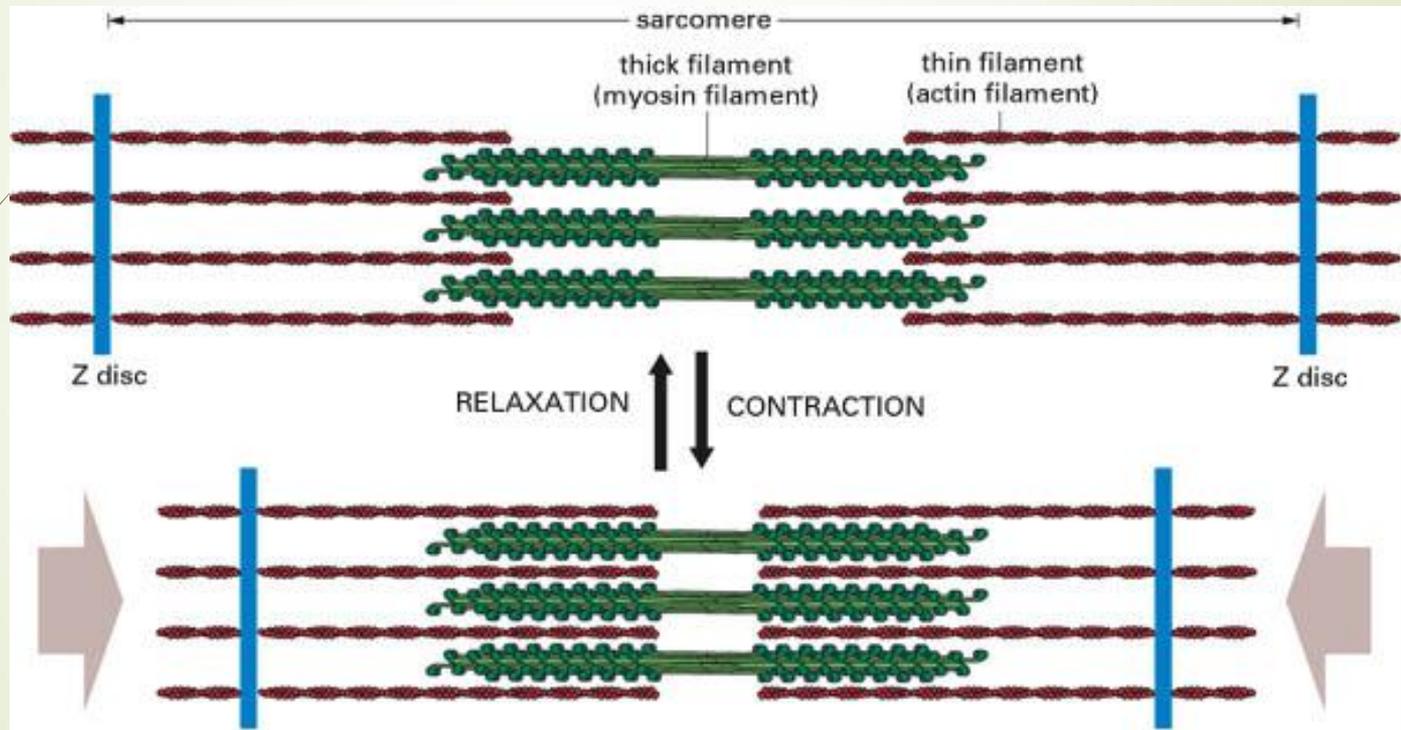
Содержит много ядер,  
которые размещены  
по краям во всю  
длину

# Структура мышцы

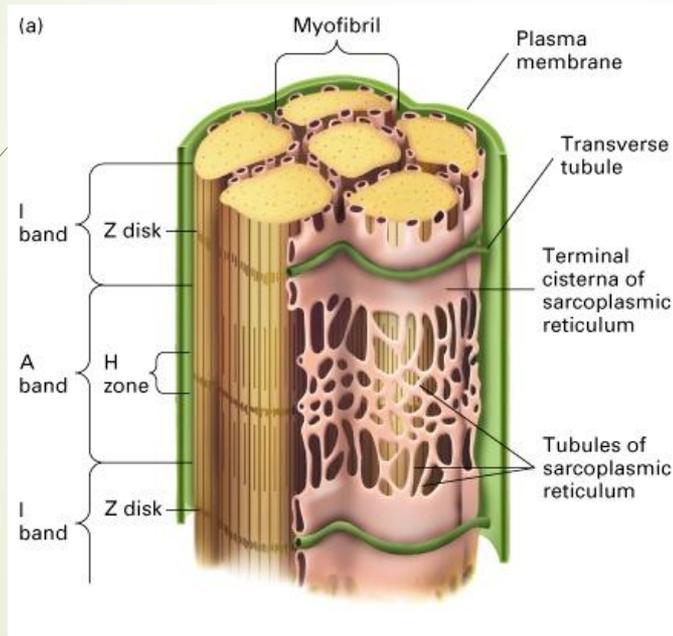
Произвольно сокращающаяся мышца по виду похожа на группу параллельных волокнистых пучков, собранных вместе. Самыми малыми из этих волокон — и основными рабочими единицами мышцы — являются нити **актина и миозина**, такие тонкие, что их можно рассмотреть только с помощью электронного микроскопа. Они состоят из белка, и их иногда называют сократительными белками. Мышца укорачивается, когда нити миозина и актина притягиваются друг к другу по длине. Эти нити собираются в пучки, называемые **миофибриллами**. Между ними находятся отложения мышечного топлива в виде гликогена (углевод, широко известный как крахмал) и нормальные фабрики энергии клетки, то есть **митохондрии**, где кислород и пища-топливо сжигаются, чтобы произвести энергию.



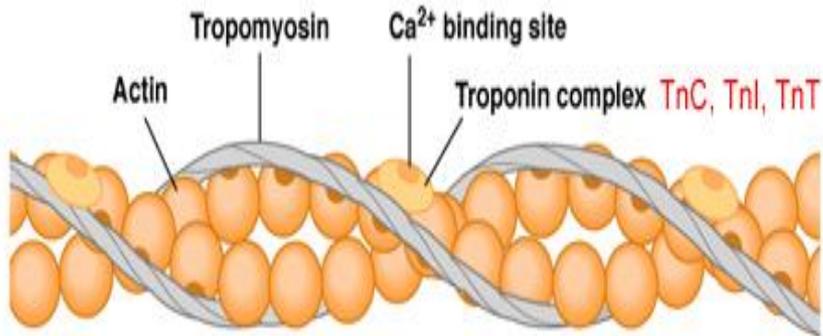
Сокращение мышц осуществляется за счёт скольжения толстых и тонких ниток навстречу друг другу. Химическая энергия за счёт гидролиза АТФ. Сокращения регулируются концентрацией ионов Са в саркоплазме



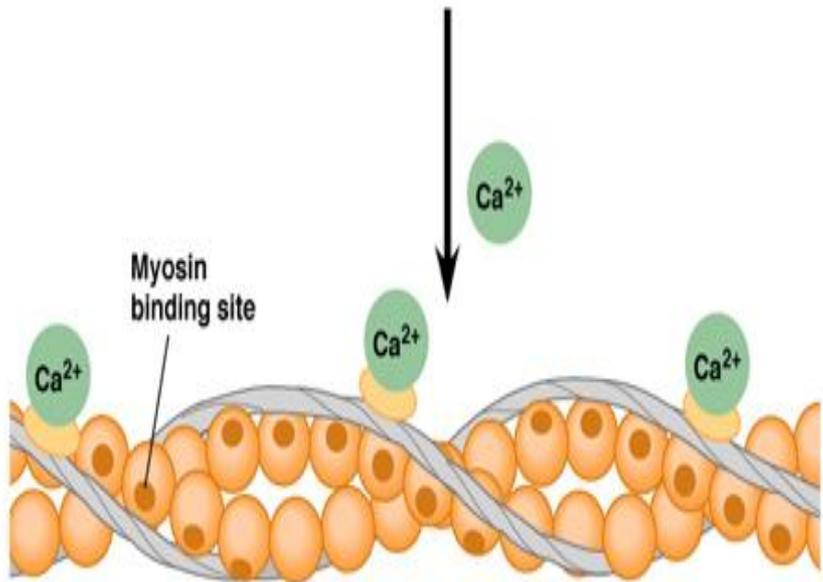
# Биохимия мышечного сокращения



- Потенциал действия распространяется вдоль **мышечного волокна**.
- Сигнал передаётся на цистерны **эндоплазматической сетки**
- Изменяется проницаемость мембран для **ионов Ca** и они выходят в саркоплазму

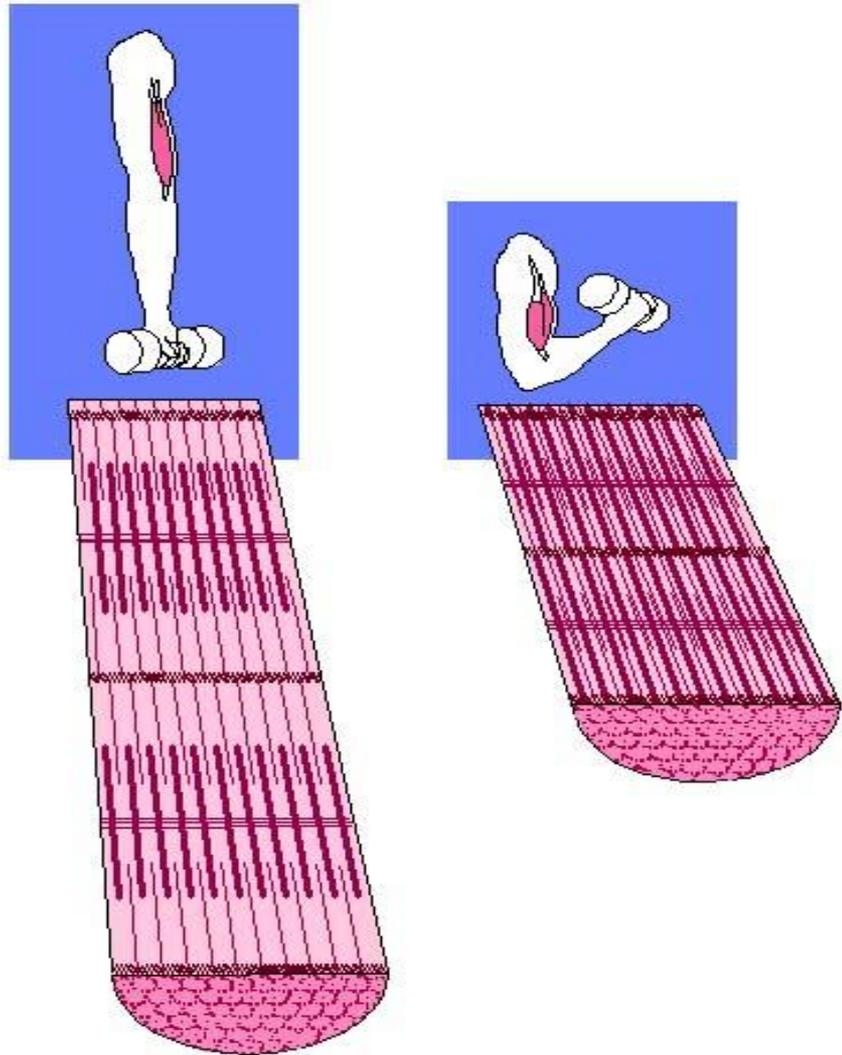


(a) Myosin binding sites blocked; muscle cannot contract



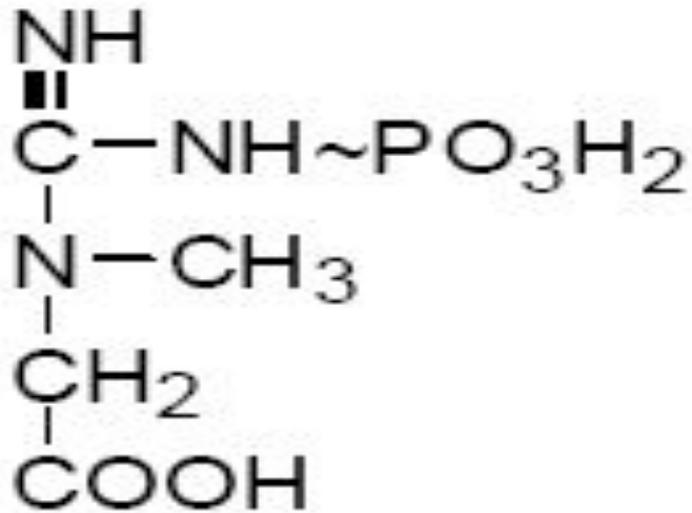
(b) Myosin binding sites exposed; muscle can contract

- Ионы **Ca** присоединяются к кальцийсвязывающей субъединице **тропонина** тонких филаментов
- Изменяется конформация белка
- Молекула **тропомиозина** перемещается по желобку тонкого филамента
- На молекулах глобулярного актина открываются **центры связывания с головками миозина**



- **АТФ** необходим для сокращения мышц и для расслабления
- При недостаточности **АТФ** мостики между актином и миозином не разрываются
- Филаменты фиксируются в соединённом положении – **контрактура мышцы (трупное окоченение после смерти)**

## Источники энергии для мышечной работы



- АТФ 5 мкмоль на 1 г ткани хватает на 2-3 сек.
- Креатинфосфат - до 10 сек
- Гликолиз
- Окислительное фосфорилирование

Для сокращения мышцы используется энергия, высвобождающаяся при распаде АТФ. Энергии, выделяющейся при распаде одной молекулы АТФ, могло бы хватить лишь на 20 - 30 сокращений одного мышечного волокна. В 1 кг сырой массы мышцы содержится 5 мм АТФ (0,25 %). Этих запасов хватает только на 3 - 4 одиночных сокращения мышцы с максимальной силой. Если концентрация АТФ в мышце снижается до 2 мм (0,10 %), полезная работа совершаться не может. Импульсы, поступающие к мышечным волокнам по разветвлениям двигательных нервов, вызывают распад АТФ, высвобождение из нее кванта биологической энергии

# Мышечные волокна бывают:

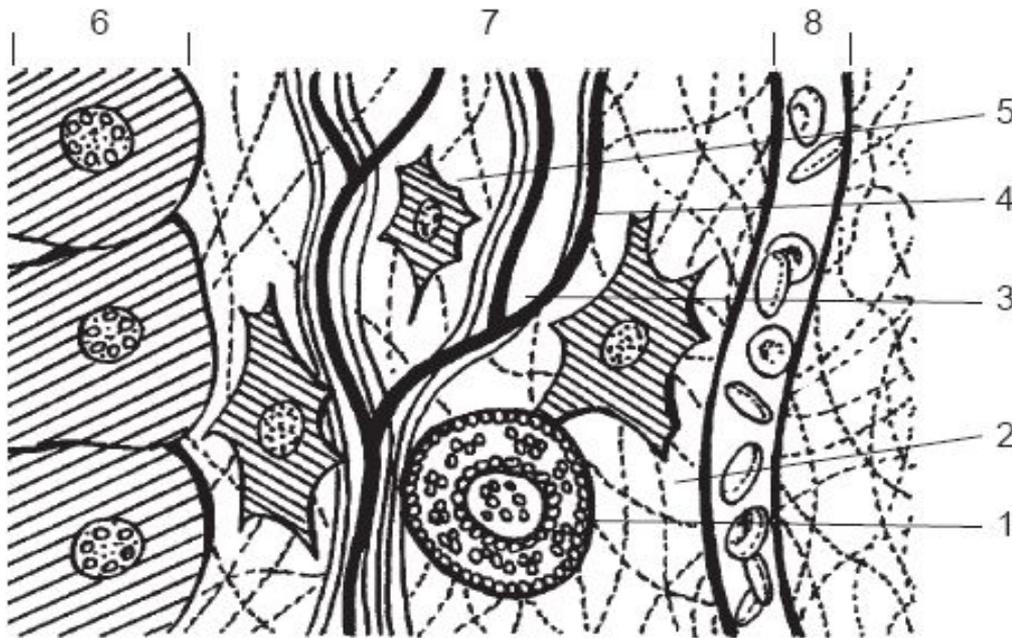
## ● Красные

- сокращаются медленно;
- долго находятся в сокращенном состоянии;
- медленно утомляются.

## ● Белые

- сокращаются быстро;
- быстро устают.

## Строение соединительной ткани содержится во всех органах (50 % массы тела)

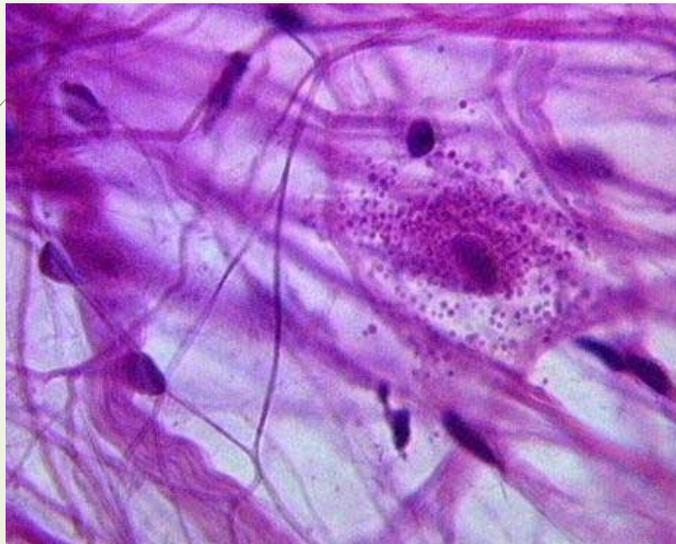


Будова сполучної тканини:

1 – опасиста клітина; 2 – ретикулінові волокна;  
3 – еластичне волокно; 4 – колагенові волокна;  
5 – фібробласт; 6 – паренхіматозні клітини;  
7 – сполучна тканина; 8 – капіляр з клітинами  
крові.

- Кожа
- Подкожная жировая ткань
- Кости
- Зубы
- Фасции
- Строма паренхиматозных внутренних органов
- Нейроглия
- Стенки сосудов

# Строение соединительной ткани



- Клетки
- Волокна
- Основное межклеточное вещество

# Клетки

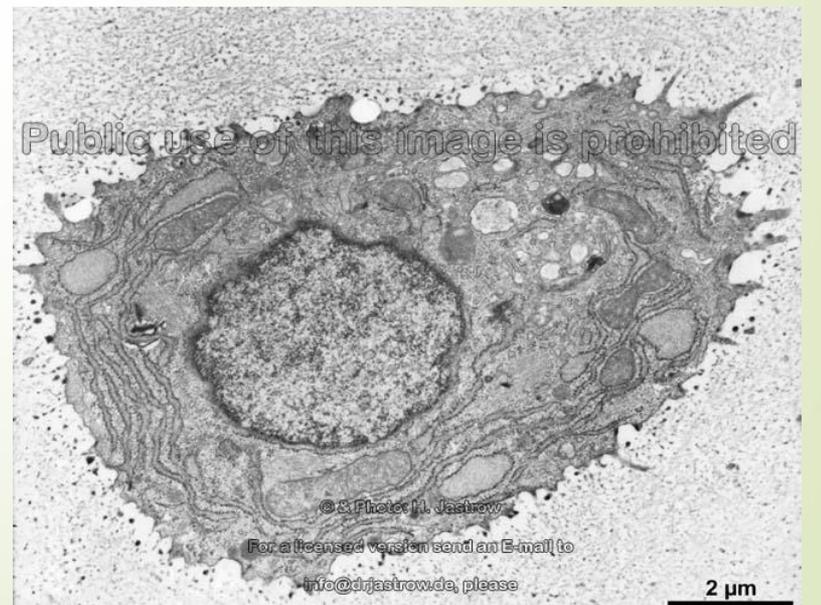
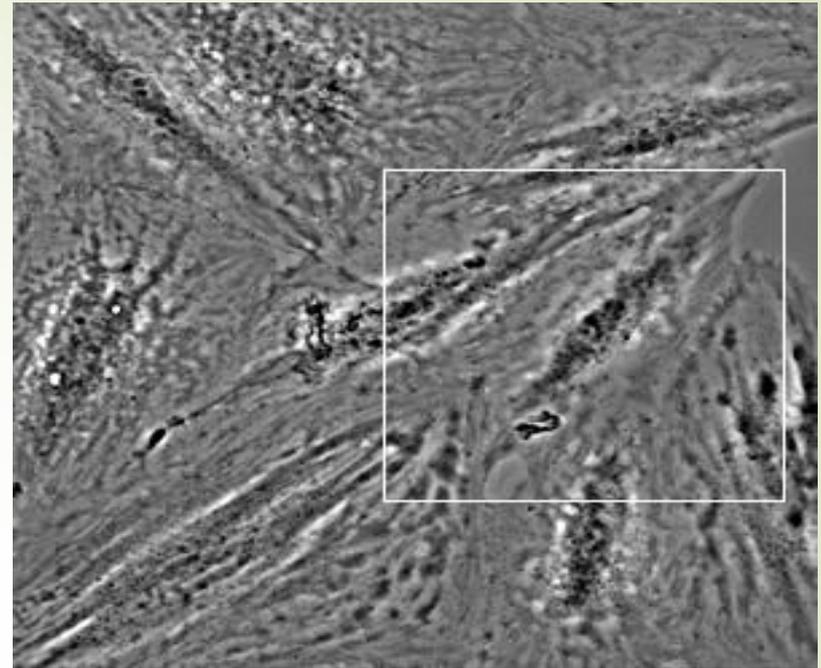
фибробласты  
хондробласты

# Волокна

коллаген  
эластилин

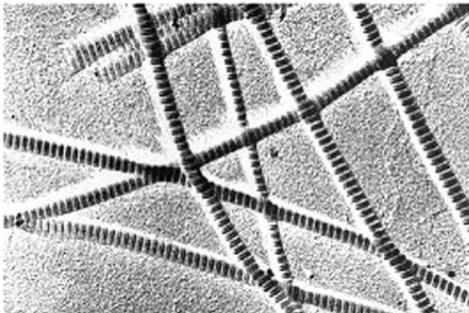
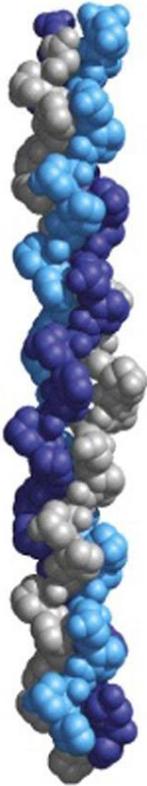
# Основное межклеточное вещество

углеводно-белковые комплексы  
протеогликаны  
Углеводные компоненты  
протеогликанов - гликопротеины

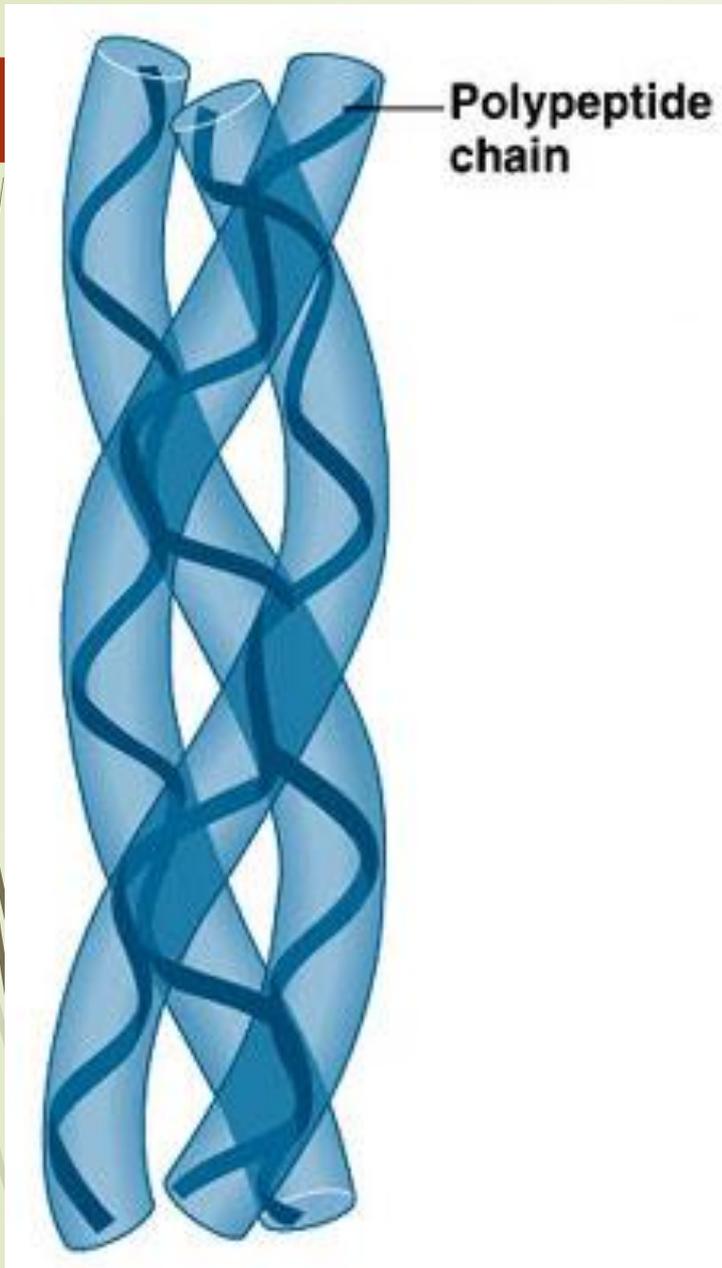


# Коллаген

Collagen



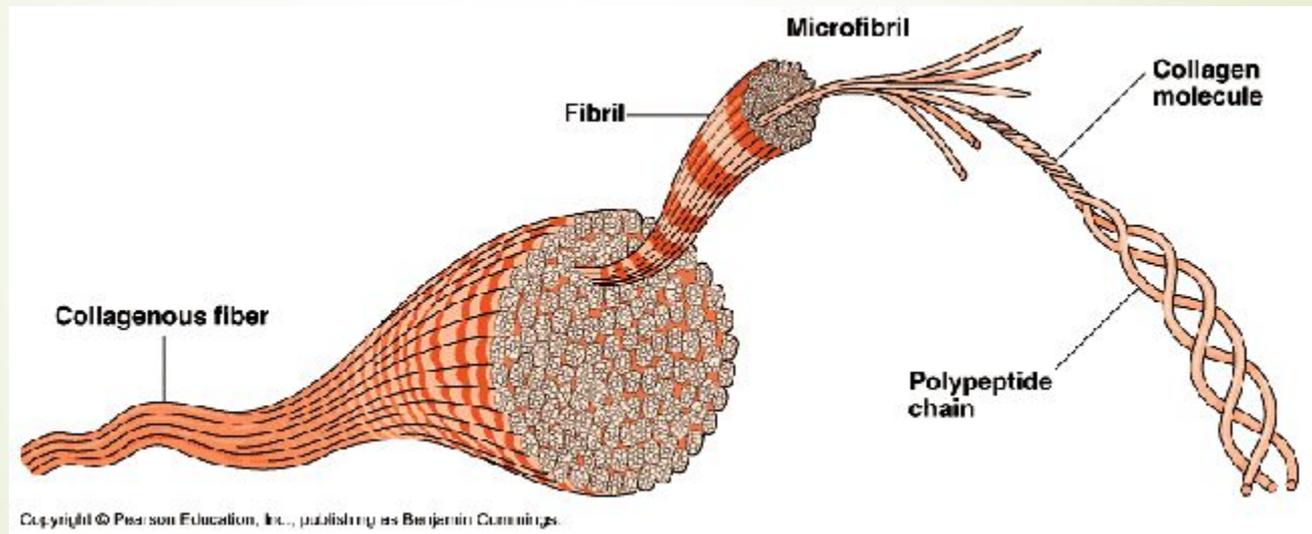
- Построен из 3 полипептидных цепей, которые имеют форму левовращающейся спирали
- Три левоспиральные цепи вместе закручиваются в правую спираль



- **Коллаген** - сложный белок, гликопротеин
- К остатку оксипролина полипептидной цепи гликозидной связью присоединяются углеводы - моносахарид **галактоза** или дисахарид - **галактозилглюкоза**

Белки стабилизируются **ВОДНЫМИ СВЯЗЯМИ** между СО- и NH-группами пептидных связей, OH-группами оксипролина

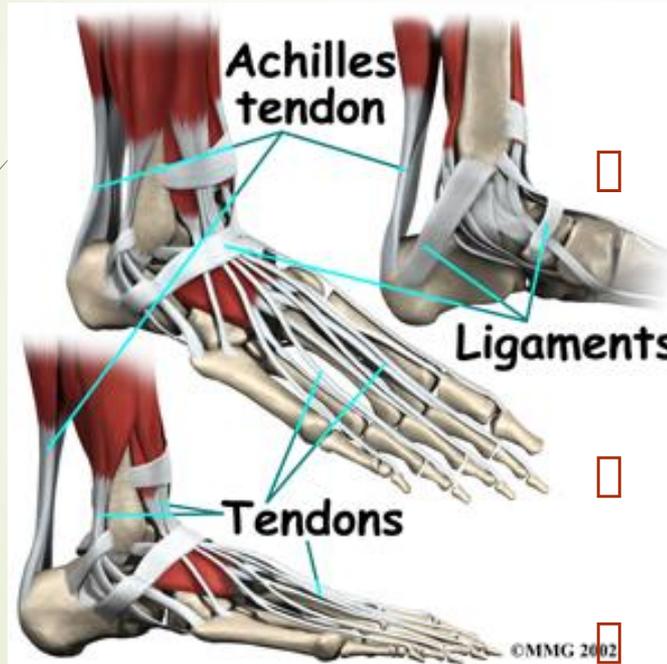
Молекулы коллагена образуют фибриллы из которых формируются пучки **фибрилл, волокон и пучки волокон**



# Поперечные ковалентные сшивки в молекуле коллагена



# Эластин



- Основное составное вещество эластических волокон в связках, стенках больших артерий, лёгких
- Молекула содержит приблизительно 800 аминокислотных остатков
- Имеет глобулярную форму
- Объединяется в волокнистые тяжи



# Протеогликаны

- Протеогликаны - основное межклеточное вещество соединительной ткани **белковая часть + полисахаридные цепи**
- Молекулярная масса - десятки миллионов
- Полисахариды - **гликозамингликаны** - построены из большого количества одинаковых дисахаридных единиц



# Строение гиалуроновой кислоты

- Содержится в синовиальной жидкости и стекловидном теле глаза
- При ревматизме и артрите гиалуроновая кислота деполимеризуется и вязкость синовиальной жидкости снижается
- Образует вязкие растворы
- Удерживает воду

**Гепарин** - синтезируется тканевыми **базофилами**, во время **дегрануляции** выбрасывается в межклеточное пространство, принимает участие в регулировании **коагуляции крови**, увеличивает высвобождение в плазму **липопротеинлипазы**

