



**Мышца как активный  
компонент опорно-  
двигательного  
аппарата**



## Цель

«Мышца – это есть животное.  
Мышца сделала животное животными,  
мышца сделала человека человеком»  
А.Ф. Самойлов

**Составить представление о  
мышце как органе**



## План:

1. Понятие о мышечной системе. Мышечная ткань. Онтогенез скелетной мускулатуры.
2. Мион - мышечное волокно как структурно-функциональная единица мышечной ткани. Мышца как орган. Классификация мышц.
3. Работа мышц. Элементы биомеханики.



# Миология



- **Мышцы** или **мускулы** (от лат, *musculus* -*i*, *m* - мышонок, маленькая мышь) — органы тела животных и человека, состоящие из упругой, эластичной мышечной ткани, способной сокращаться под влиянием нервных импульсов.



# Миология

- наука о мышцах,  
исследующая не  
только строение мышц  
и вспомогательный  
аппарат, но и функцию  
как отдельных мышц,  
так и целых групп



# Мышечными тканями (*textus muscularis*)

- называют ткани, различные по строению и происхождению, но сходные по способности к выраженным сокращениям.
- они обеспечивают перемещения в пространстве организма в целом, его частей и движение органов внутри организма и состоят из мышечных волокон.



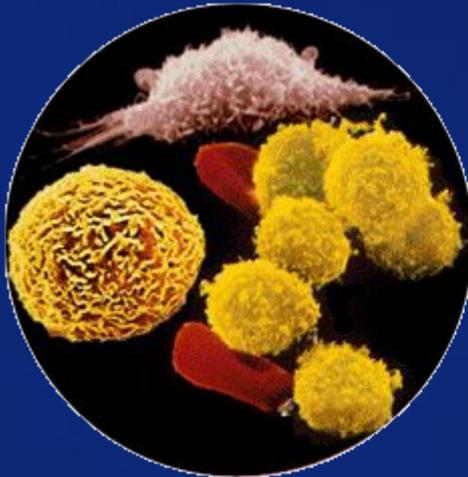
## Свойства мышечных тканей

- **Возбудимость** - свойство переходить в состояние возбуждения, которое проявляется в изменении ее напряжения, упругости, вязкости и др.
- **Проводимость** - способность мышечного волокна передавать возбуждение.
- **Сократимость** - способность при возбуждении сокращаться, т. е. при той же нагрузке и напряжении изменять длину, укорачиваться.

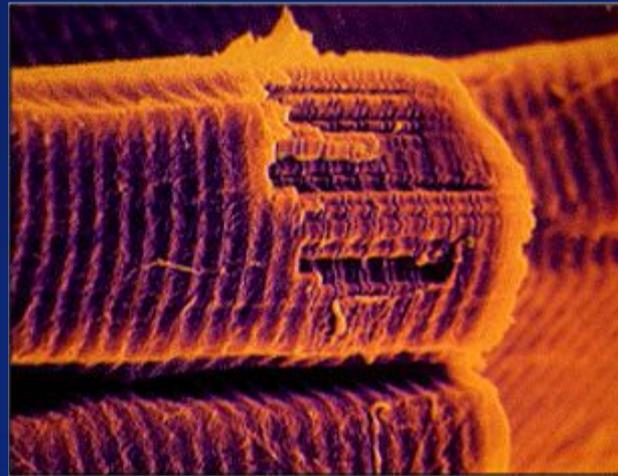


# 4 главных типа движений

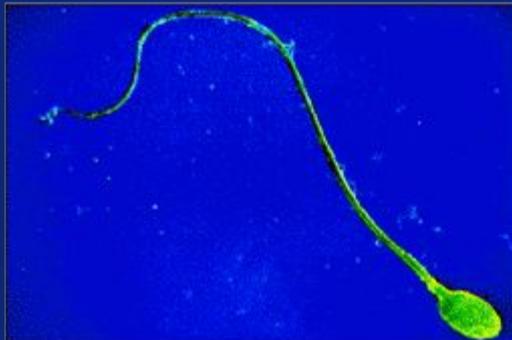
Сократимость – одно из основных свойств живой протоплазмы.



амебовидное



мышечное



ресничное

жгутиковое





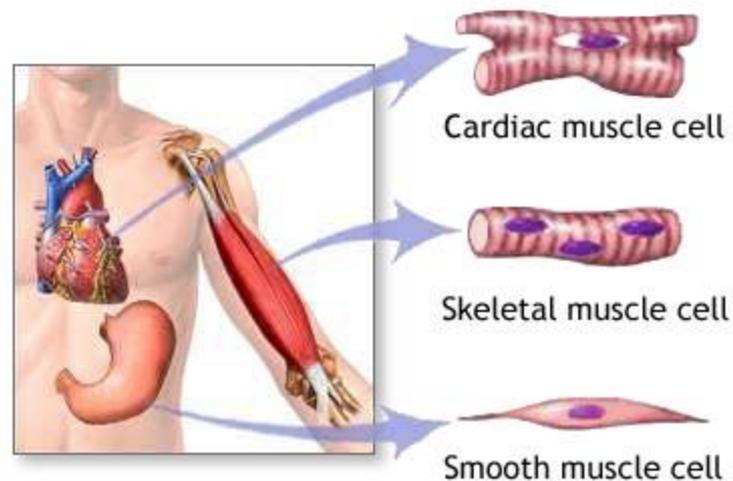
# Мышечные движения

характеризуются высокой  
степенью  
развития, особенной  
активностью,  
связаны с сократительными  
структурами: гладкими и  
поперечно-полосатыми  
мышечными фибриллами



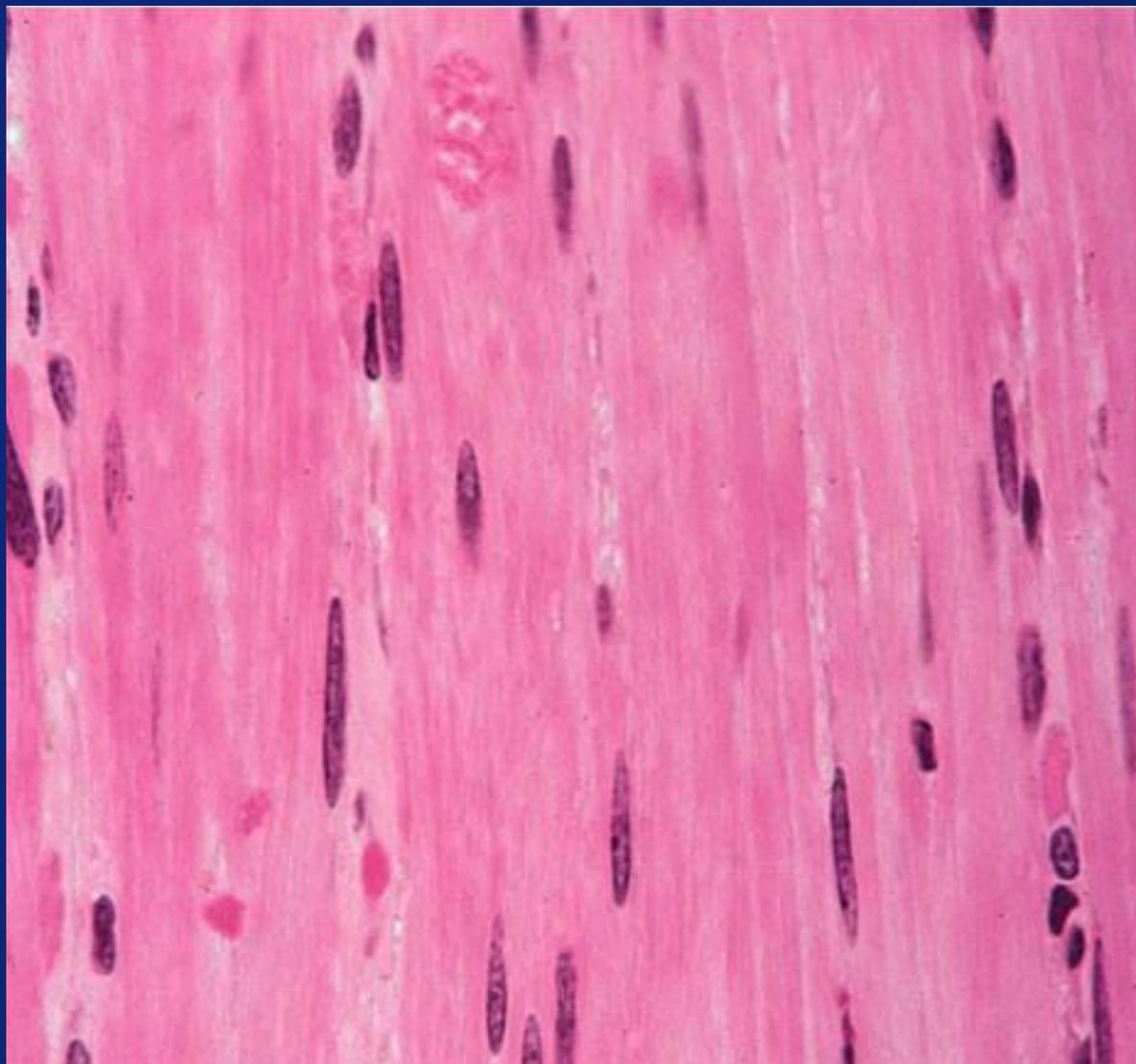
# Виды мышечной ткани

- Гладкая  
(мезенхимная, эпидермальская, нейральная),
- Поперечно-полосатая скелетная,
- Поперечно-полосатая  
висцеральная  
(сердечная и  
не сердечная)



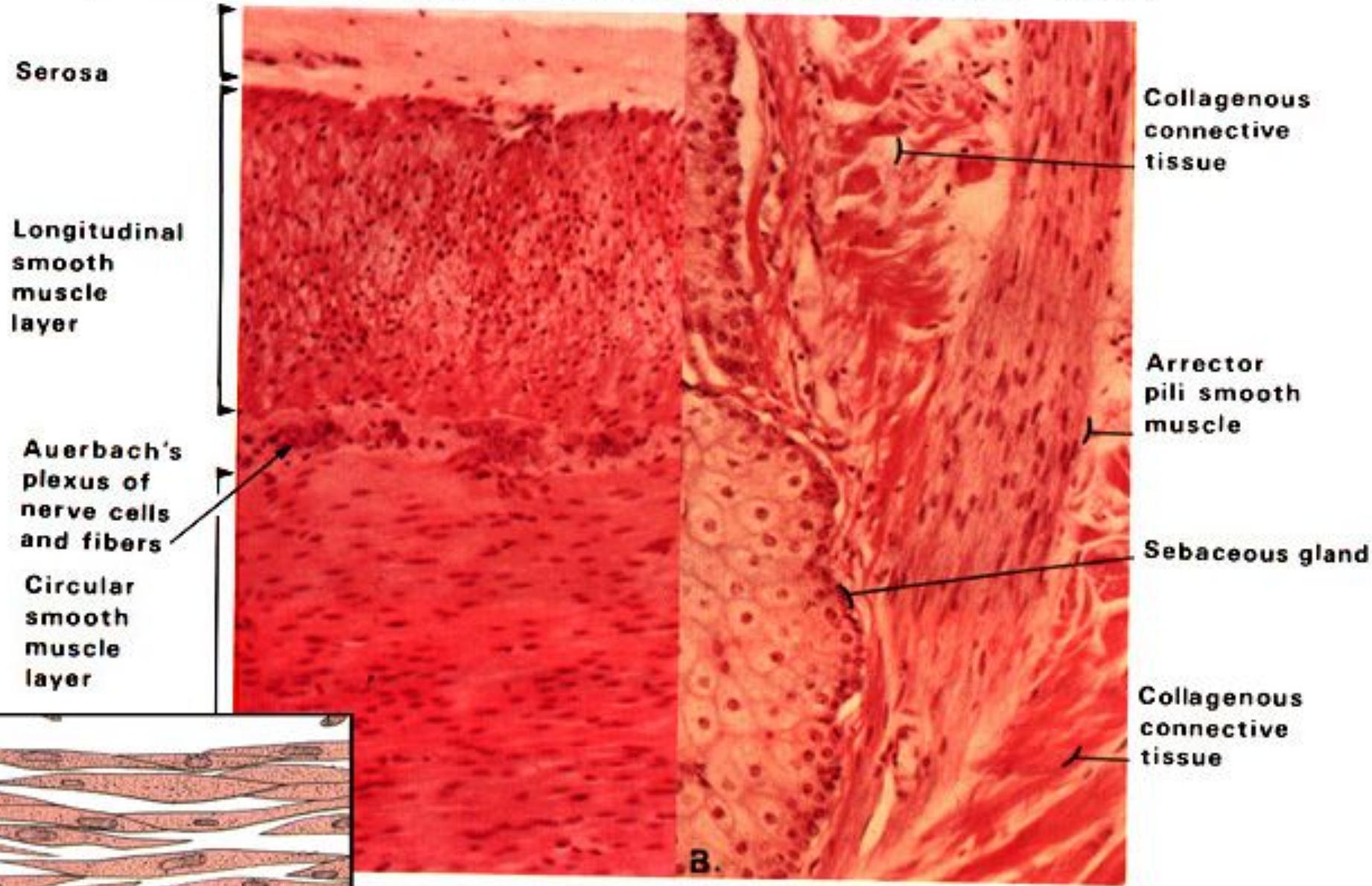


# Гладкая мышца



# SMOOTH MUSCLE

A. Longitudinal and circular (jejunum) B. Small fascicle (skin)



Human, 10% Formalin, H. & E., 162 x.

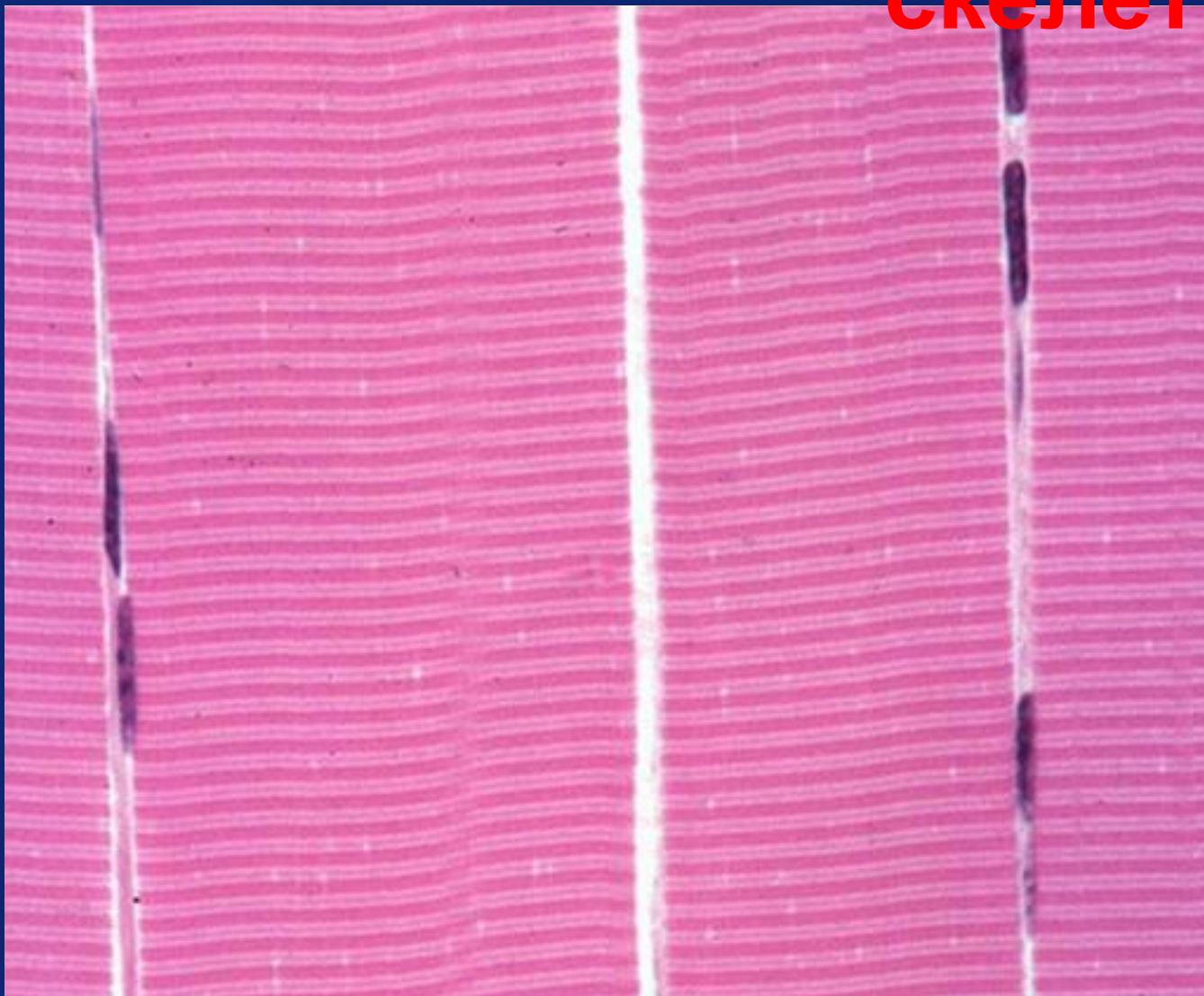
20-500 мкм

5-8 мкм



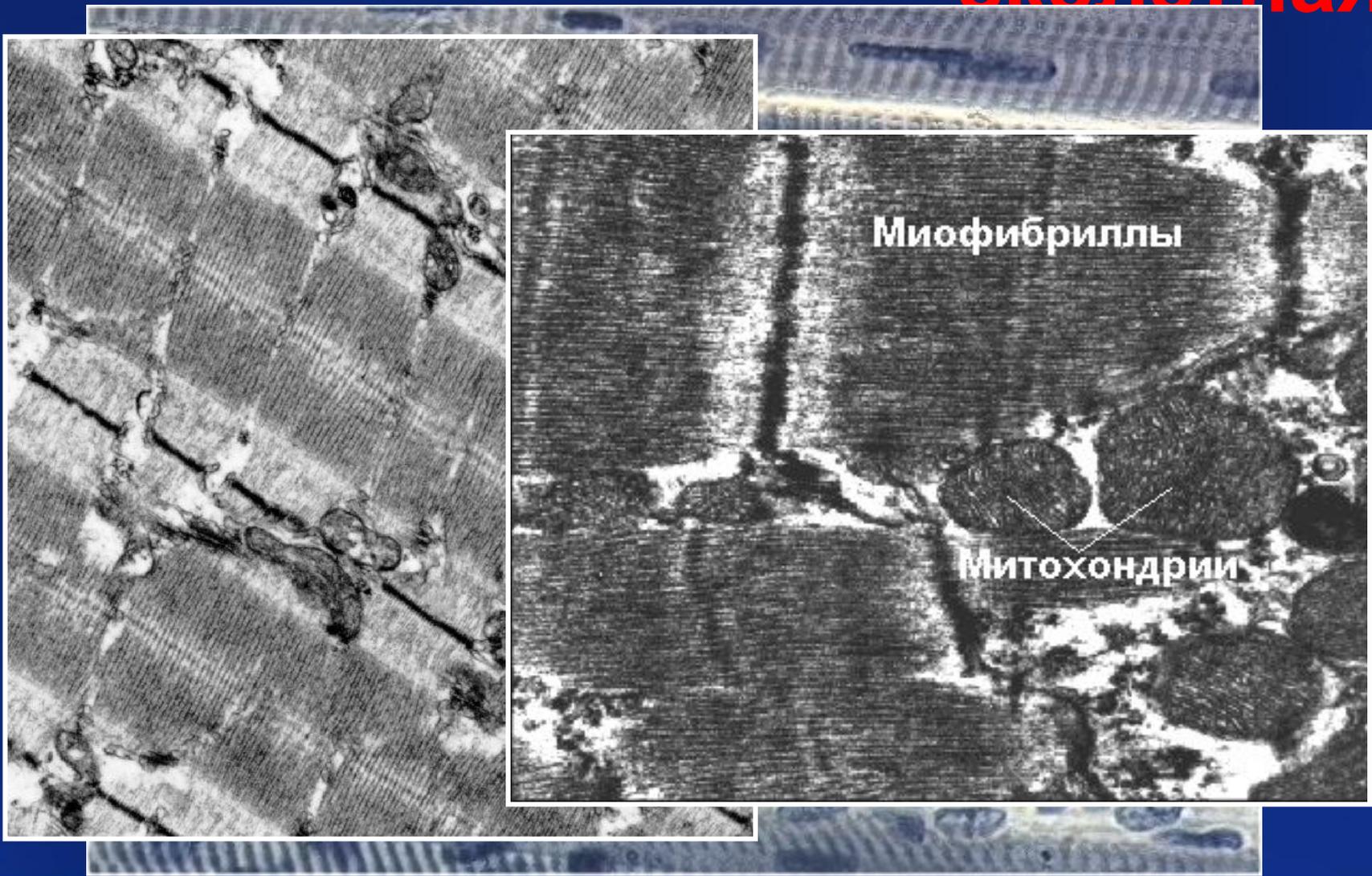


# Поперечно-полосатая скелетная



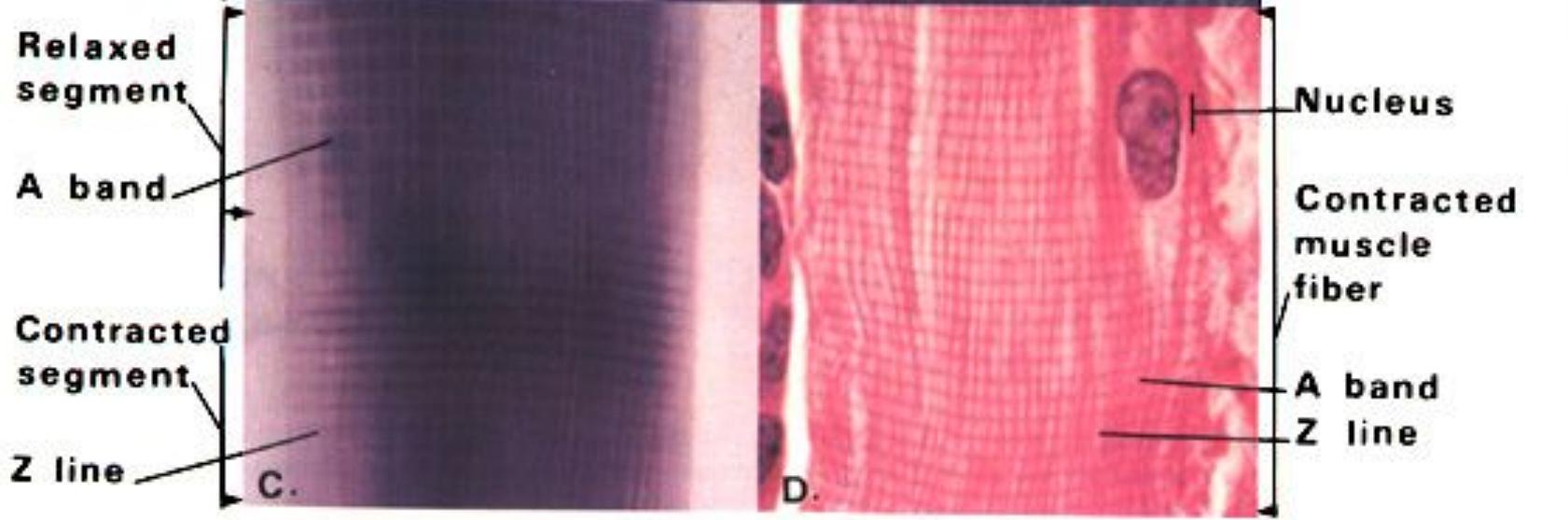
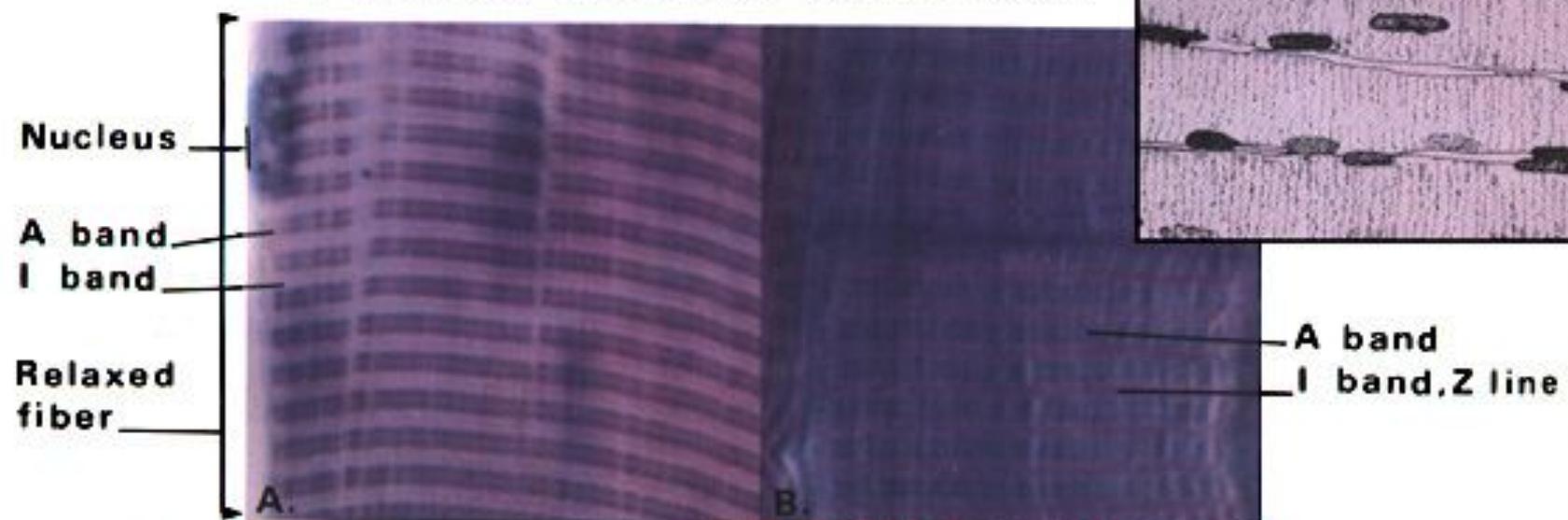
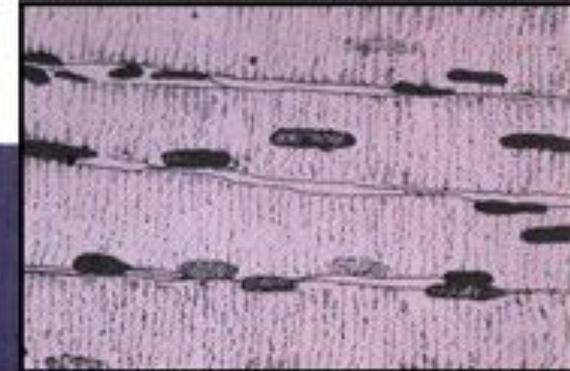


# Поперечно-полосатая скелетная



# STRIATED MUSCLE

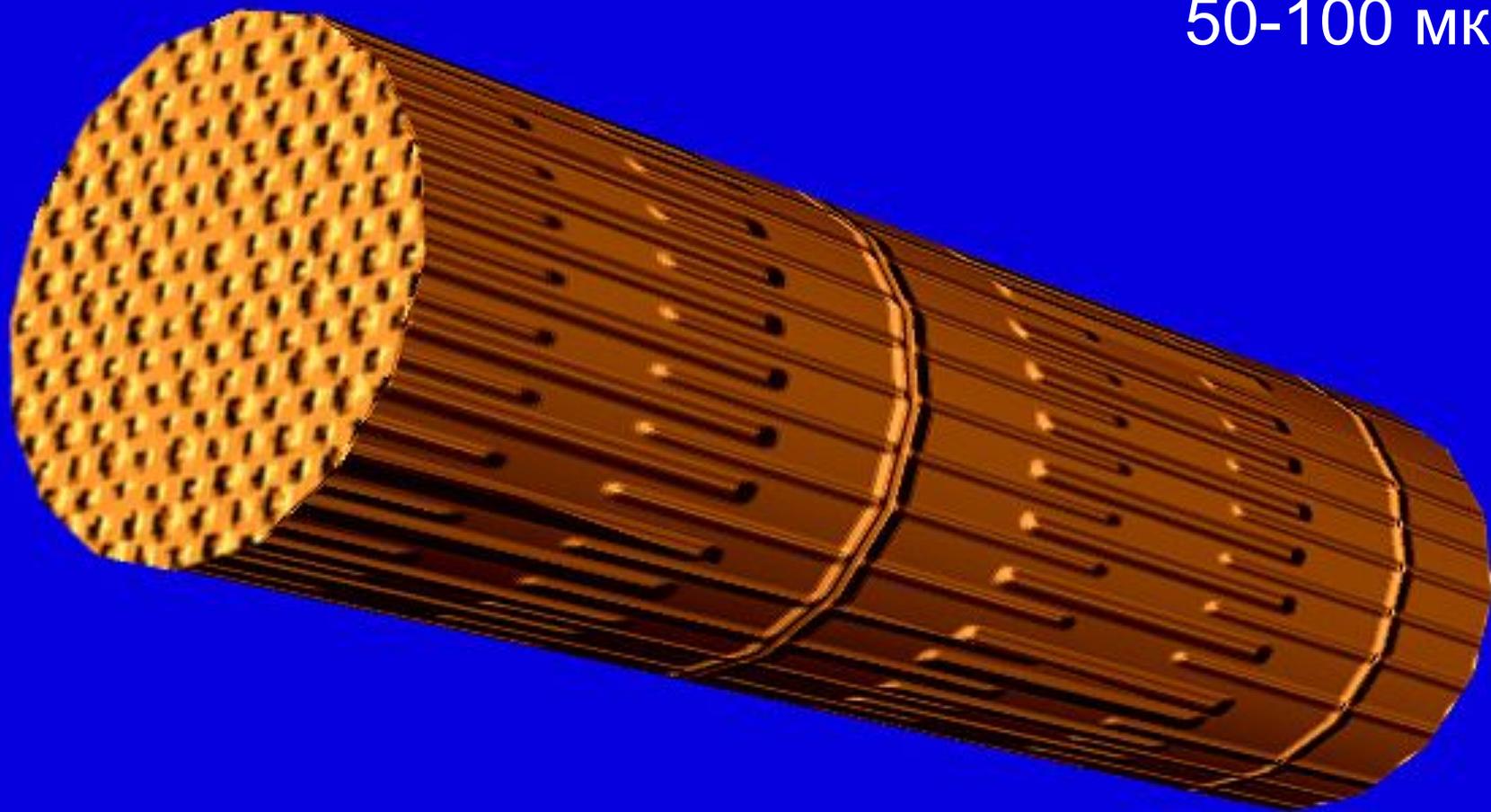
Relaxed and contracted muscle fibers



10  $\mu$

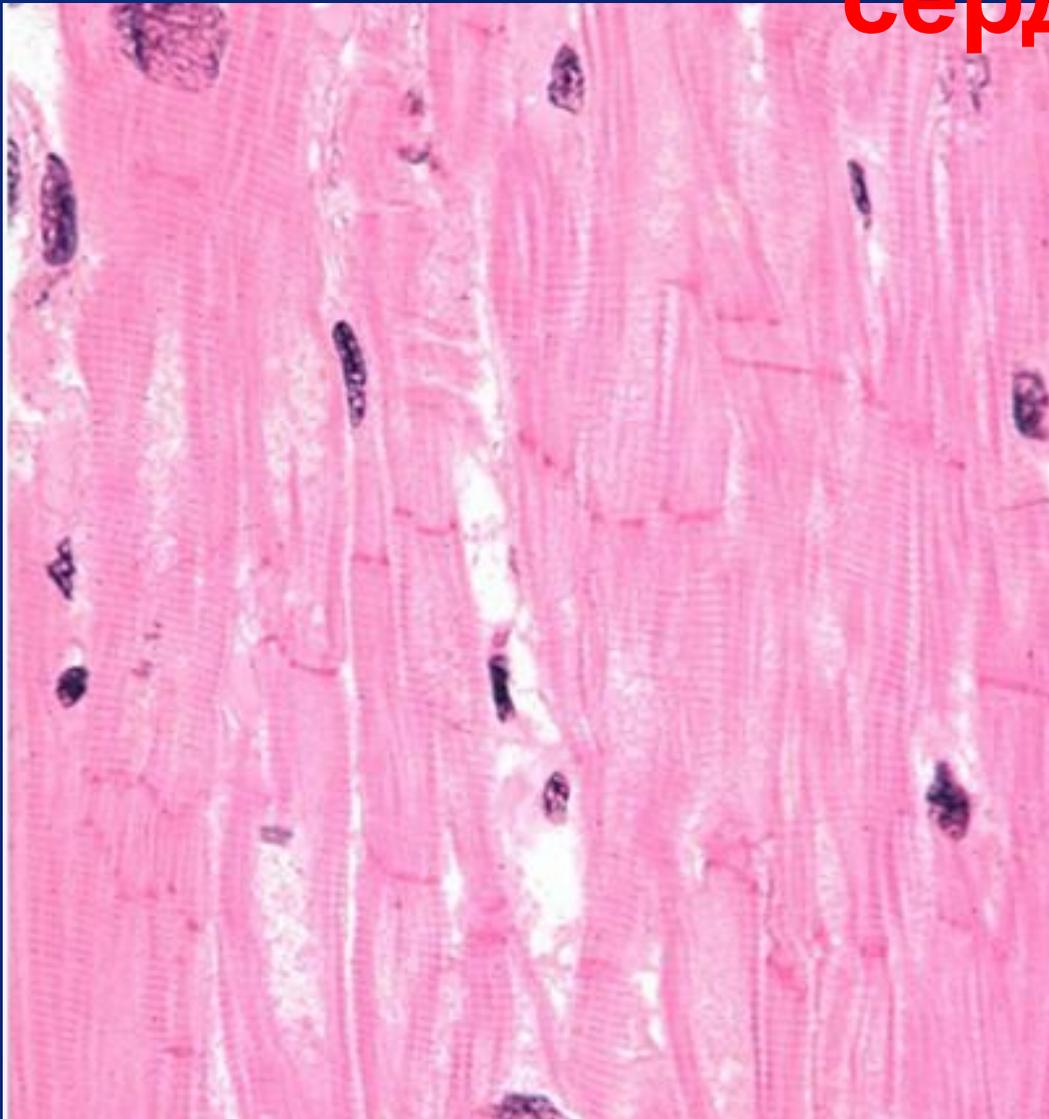
Human; Helly's fluid; A., C., Phosphotungstic acid hematoxylin, B. Mallory-azan, D. H. & E.; 1416x.

16 cm  
50-100 мкм

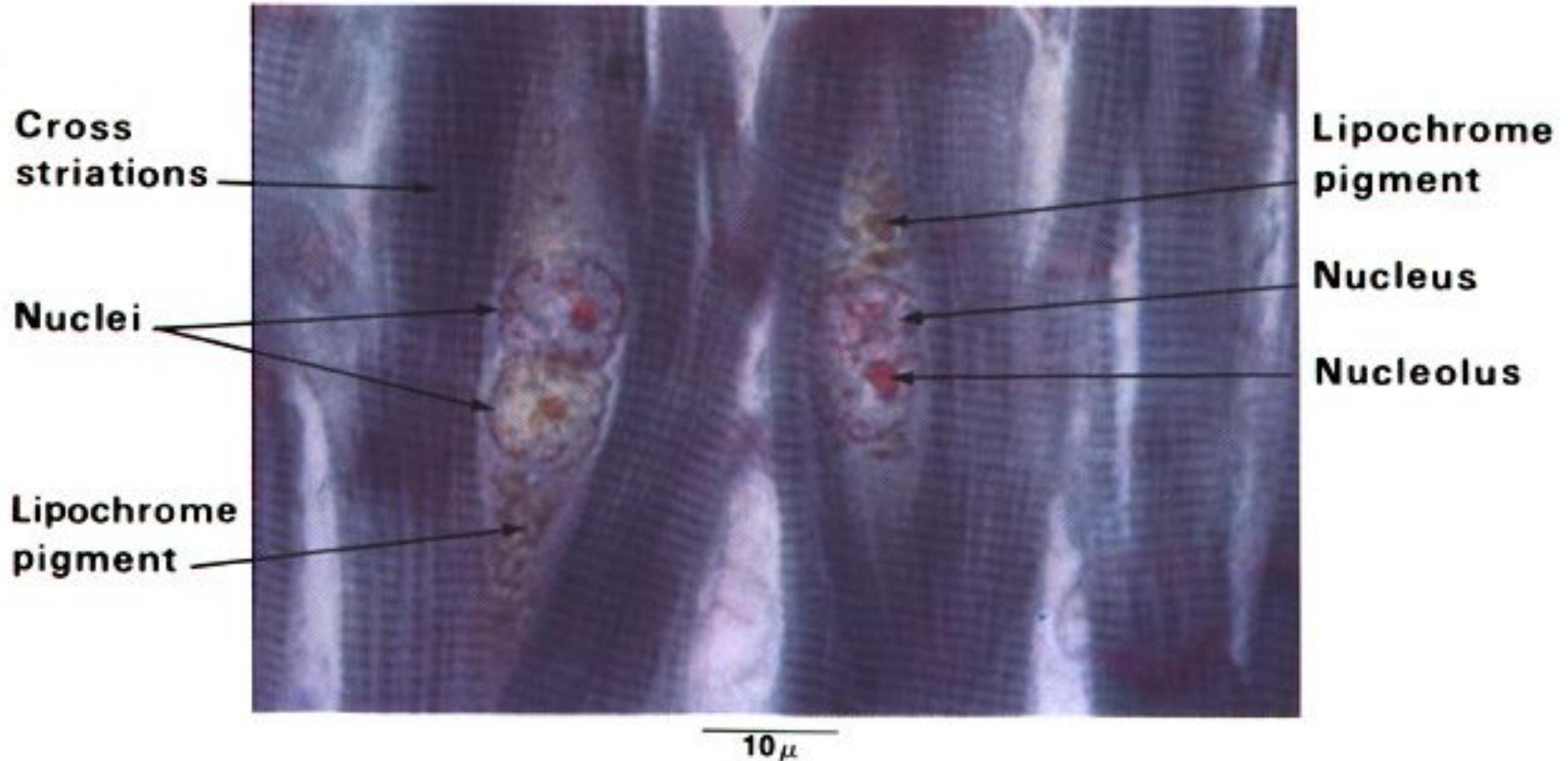




# Поперечно-полосатая сердечная

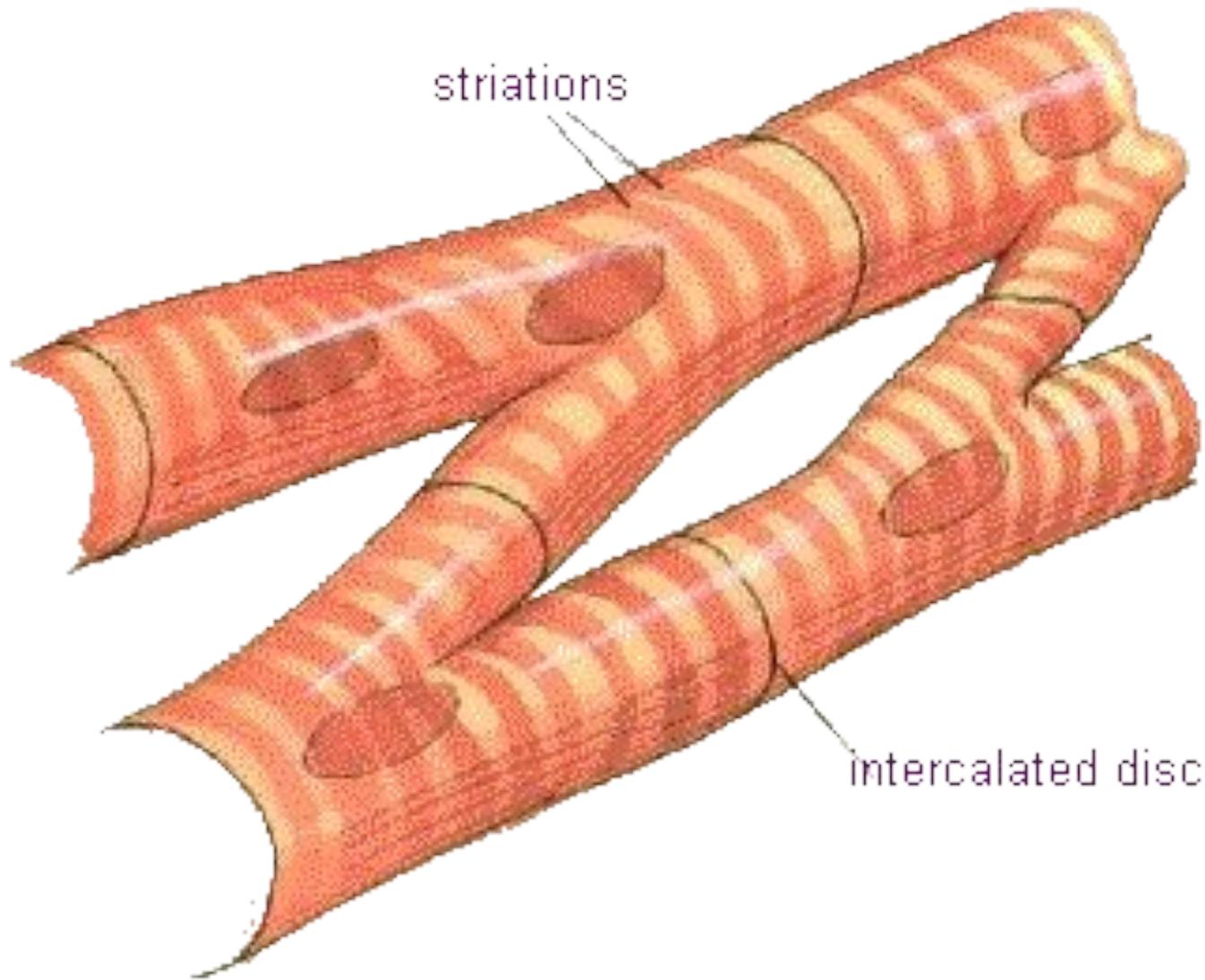


**CARDIAC MUSCLE**  
**Lipochrome pigment**



**Human, Helly's fluid, Mallory's stain, 1416 x.**

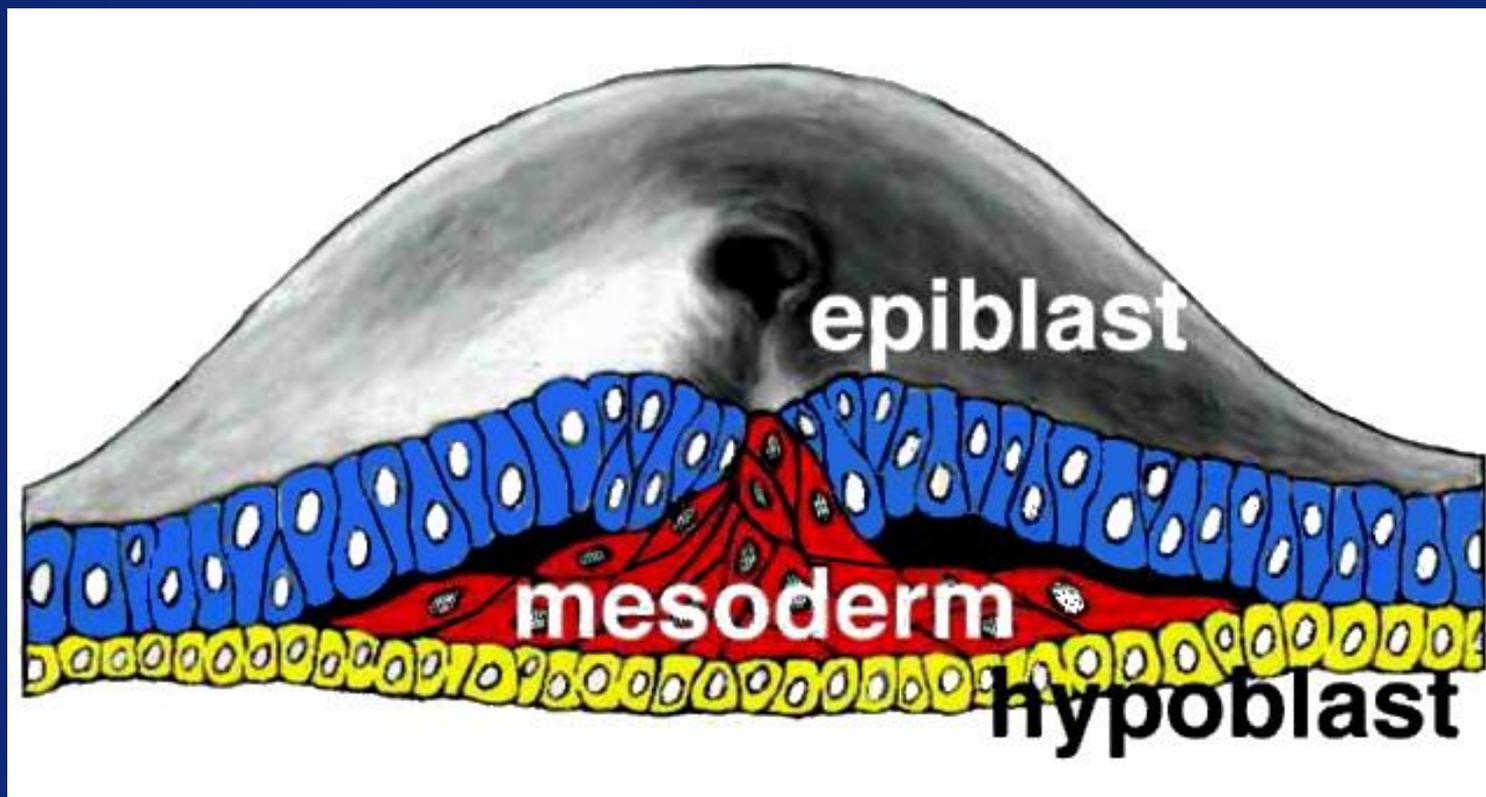
100-150 MKM  
20 MKM





# Онтогенез скелетной мускулатуры

Все мышцы развиваются из  
среднего зародышевого слоя -  
мезодермы





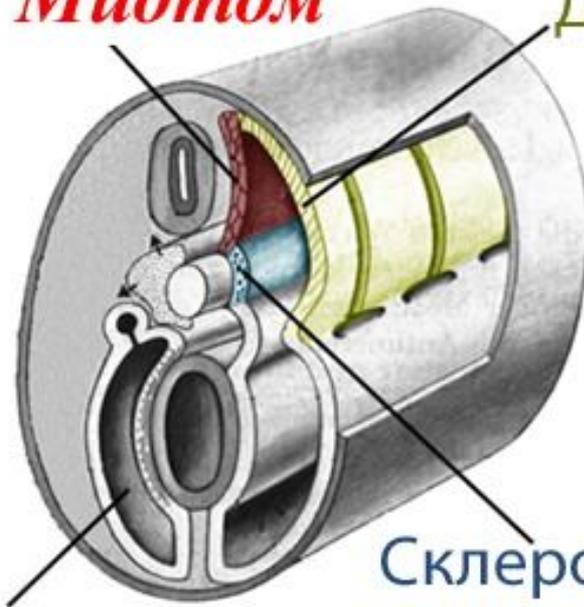
# Из мезодермы формируются СОМИТЫ

Каждый сомит делится на  
3 части:

- дорсолатеральная часть, **дерматом**
- медиовентральная область **склеротом**  
(*Gk scleros* твердый),

**Миотом**

Дерматом



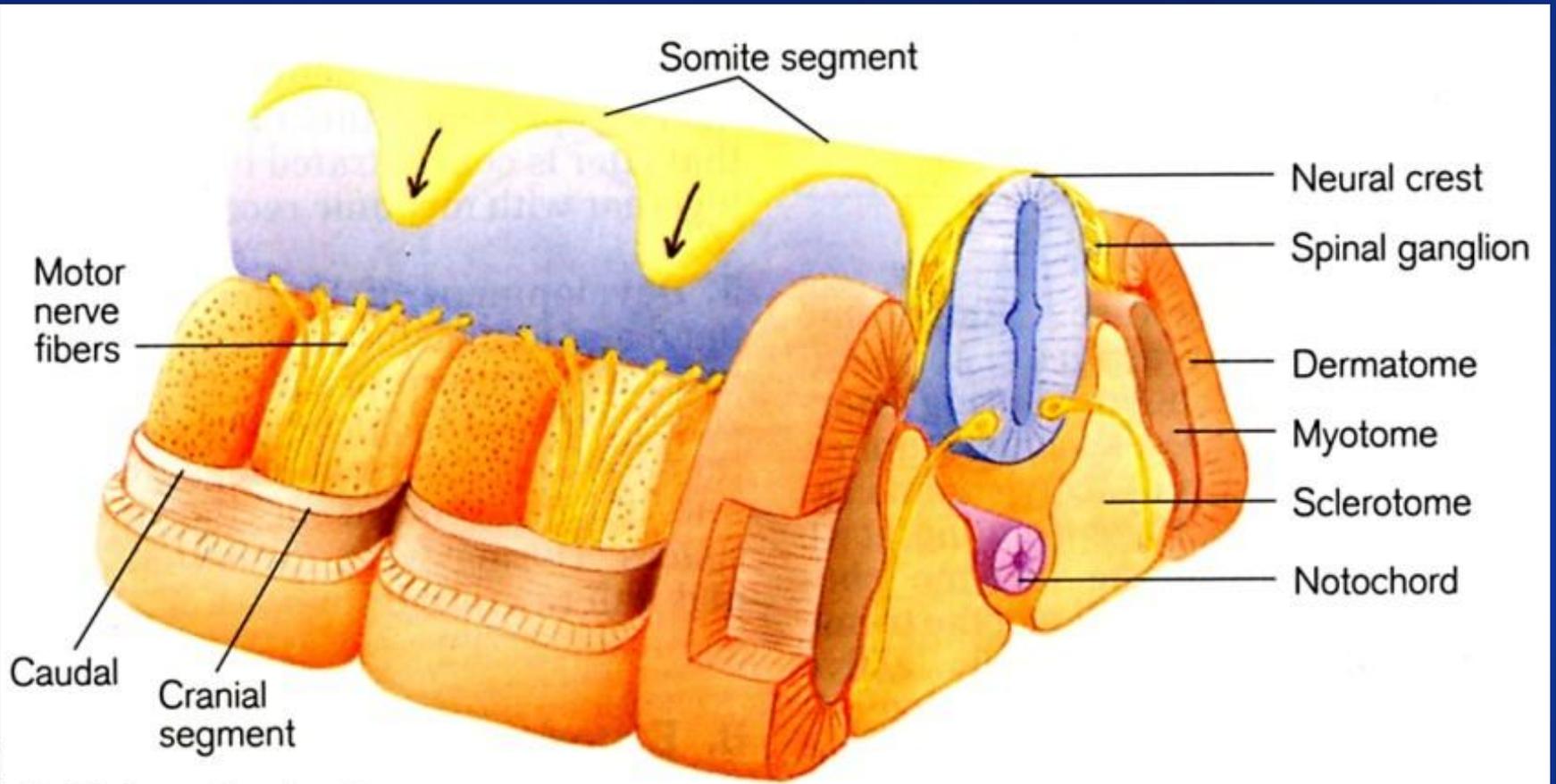
- часть между ними  
дает начало мышеч-  
ной ткани и называ-  
ется **МИОТОМ**  
(*Gk mys* мышца)

Склеротом

Спланхнотом



# Из мезодермы формируются СОМИТЫ





# Развитие невромера

38 пар **МИОТОМОВ**

разрастаются в дорсальном и  
вентральном направлении по  
обеим сторонам хорды.

Соответственно такому  
делению от невромера

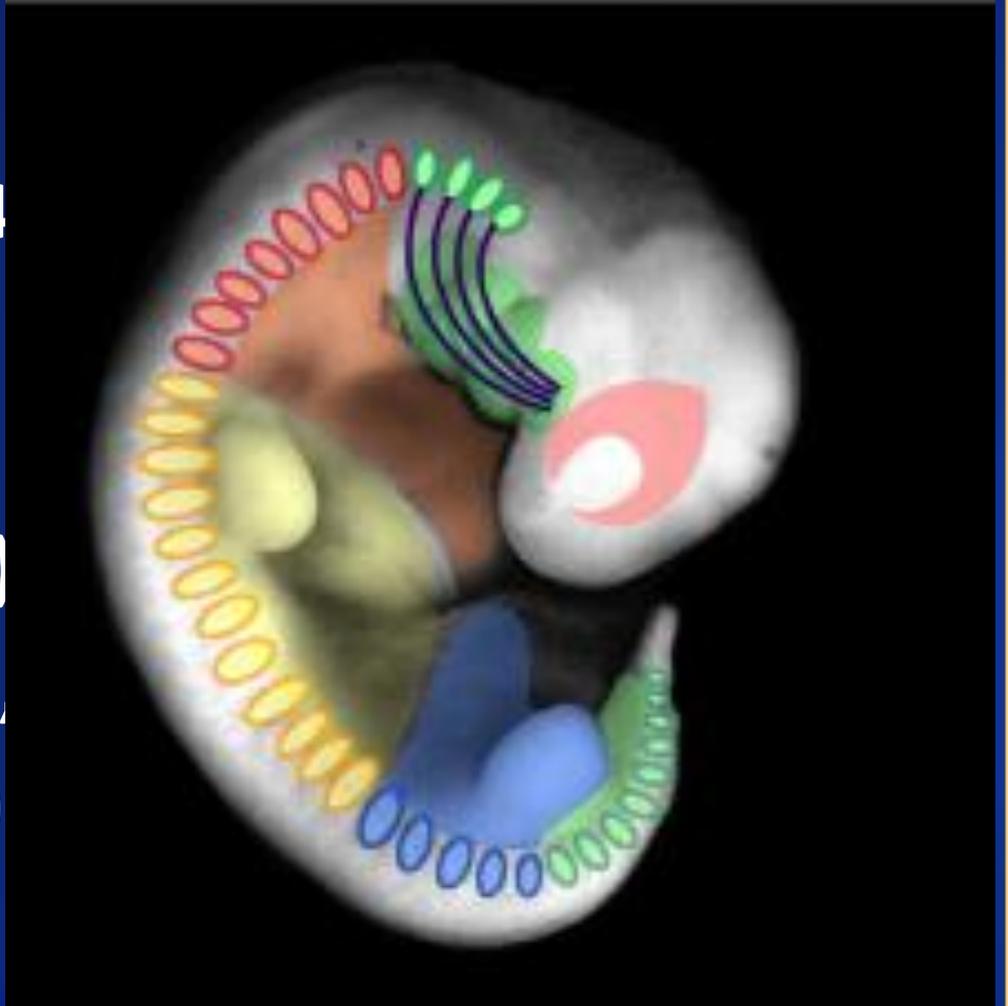
отходят **дорсальные** и  
**вентральные** ветви

**СПИЧНОМОЗГОВЫХ НАРВОВ**



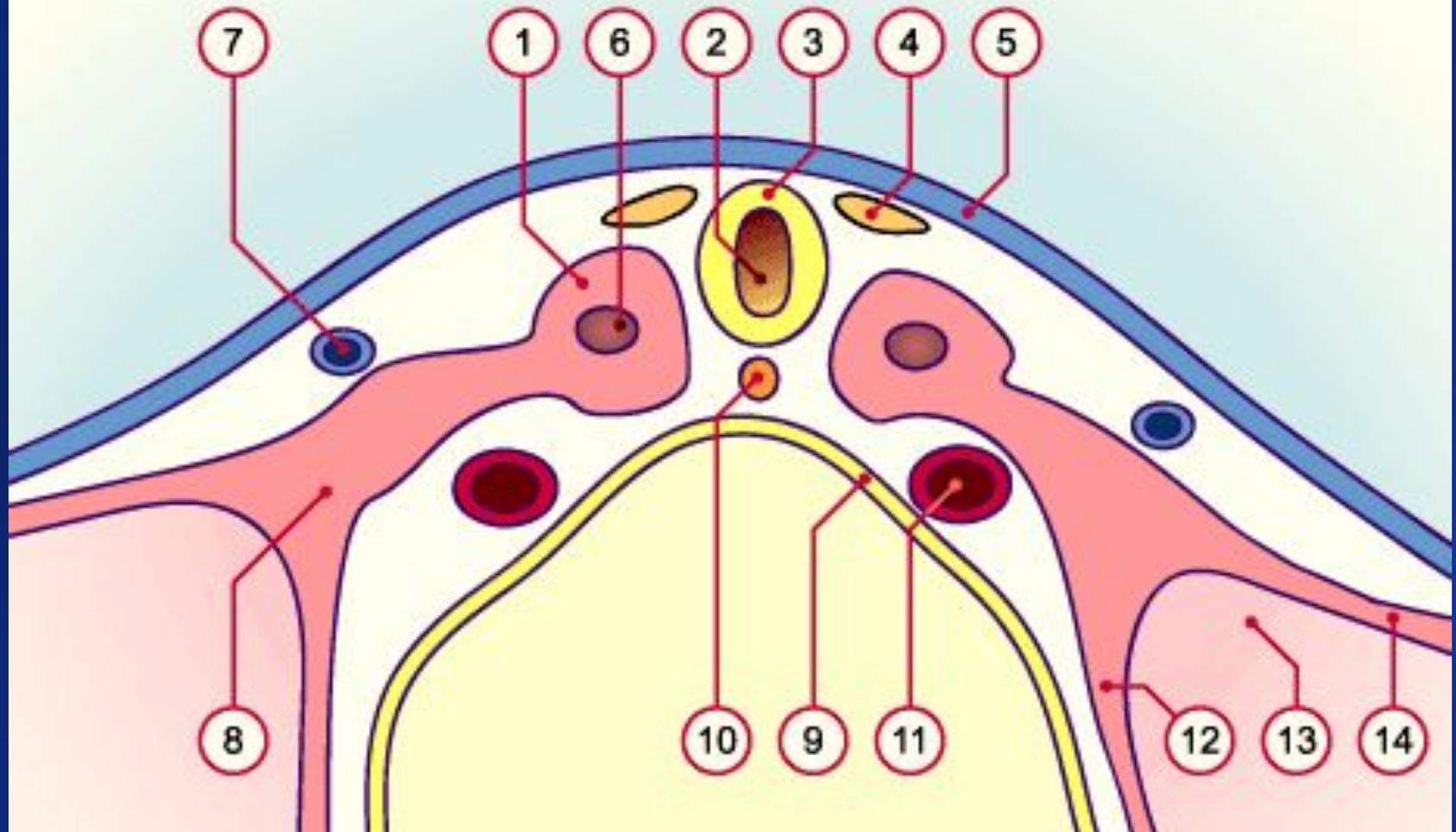
# Отделы миотомов

- предушные,
- затылочные (4)
- шейные (8),
- грудные (12),
- поясничные (5)
- крестцовые (5),
- копчиковые (4)





# 33 день развития



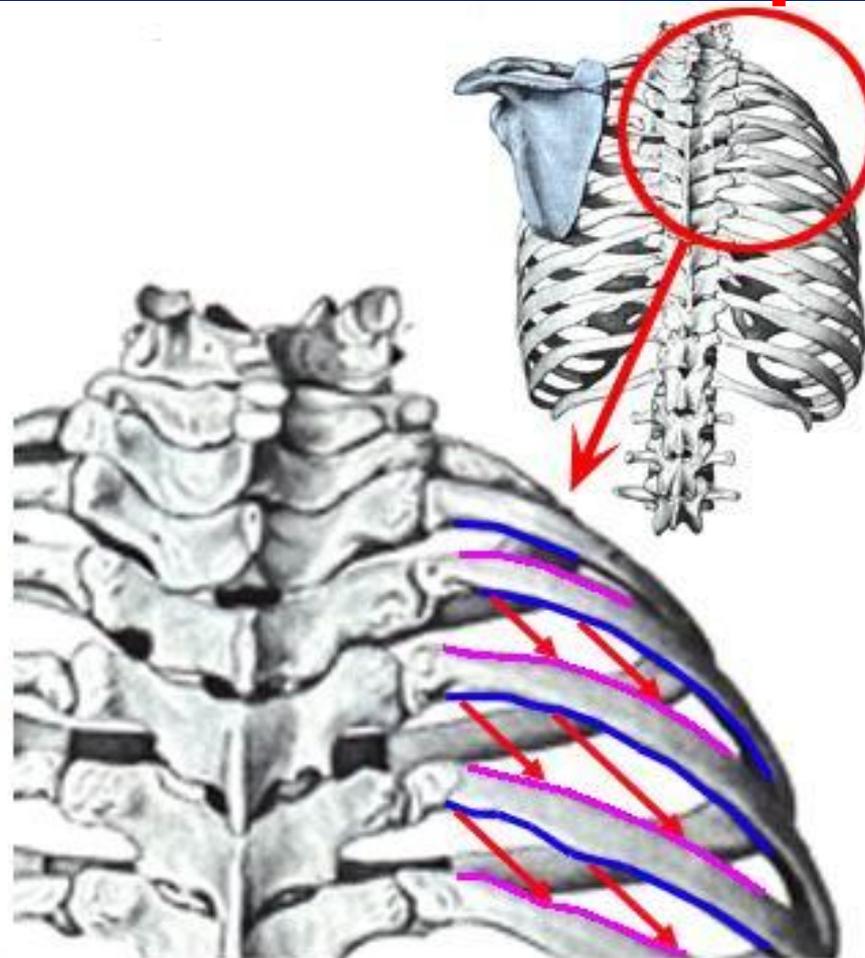
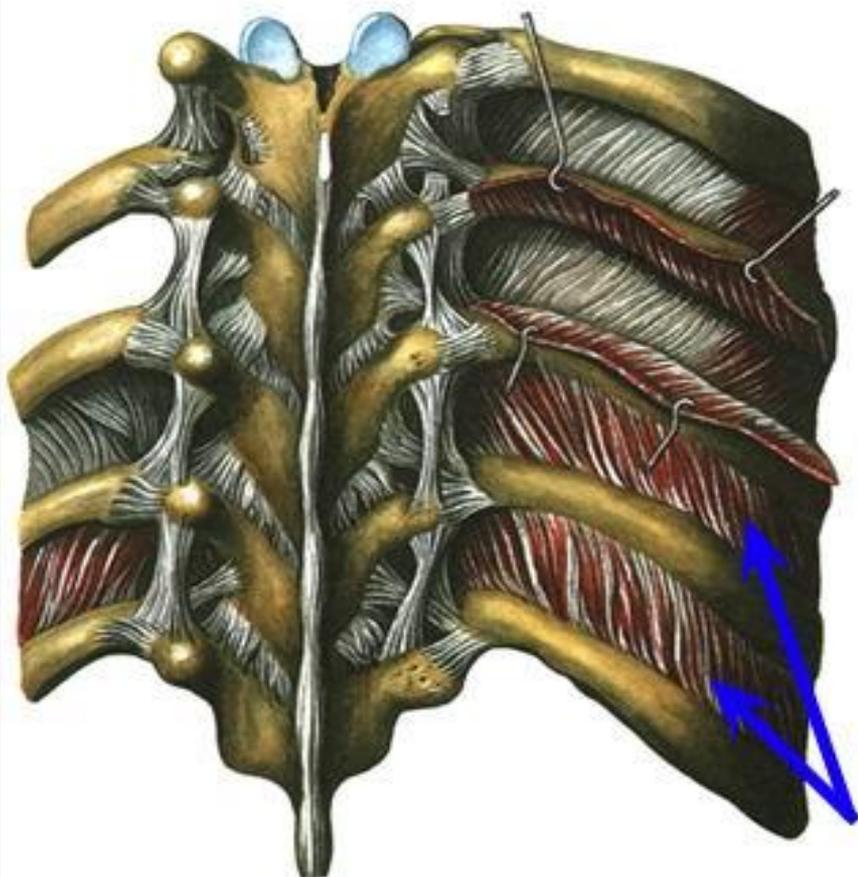


## Смещение МИОТОМОВ:

- часть мышц развивается на туловище и остается там же, так называемые **аутохтонные** **мышцы** (**mm. intercostales interni et externi, mm. splenii capitis et cervicis**)

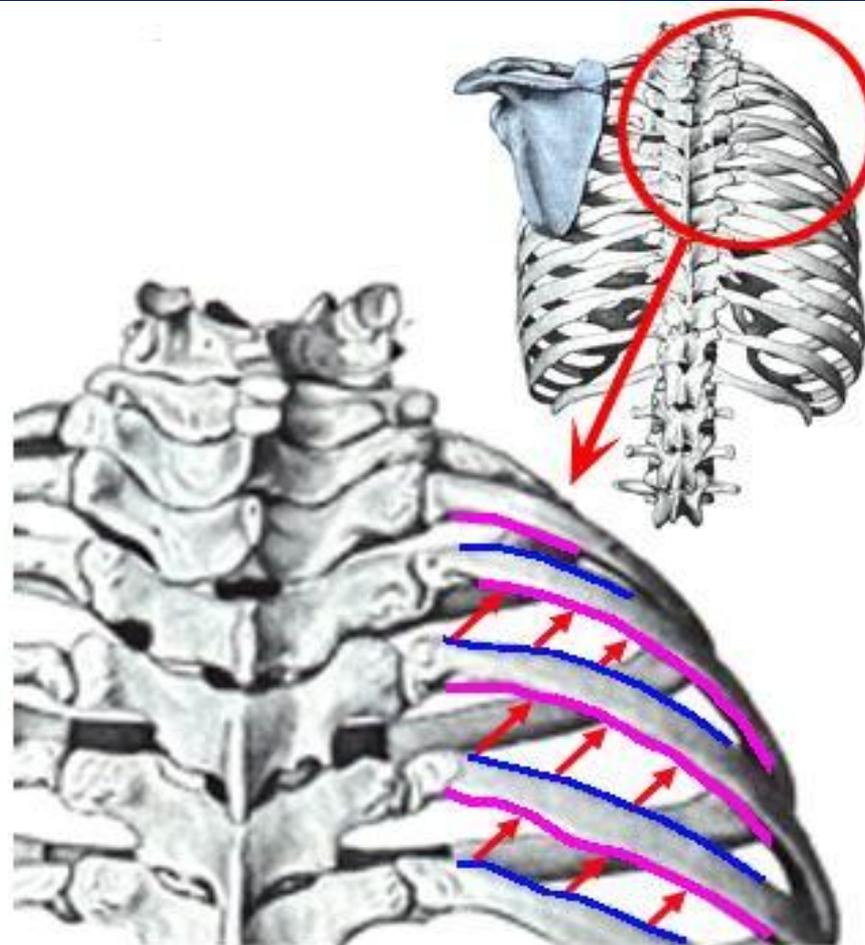
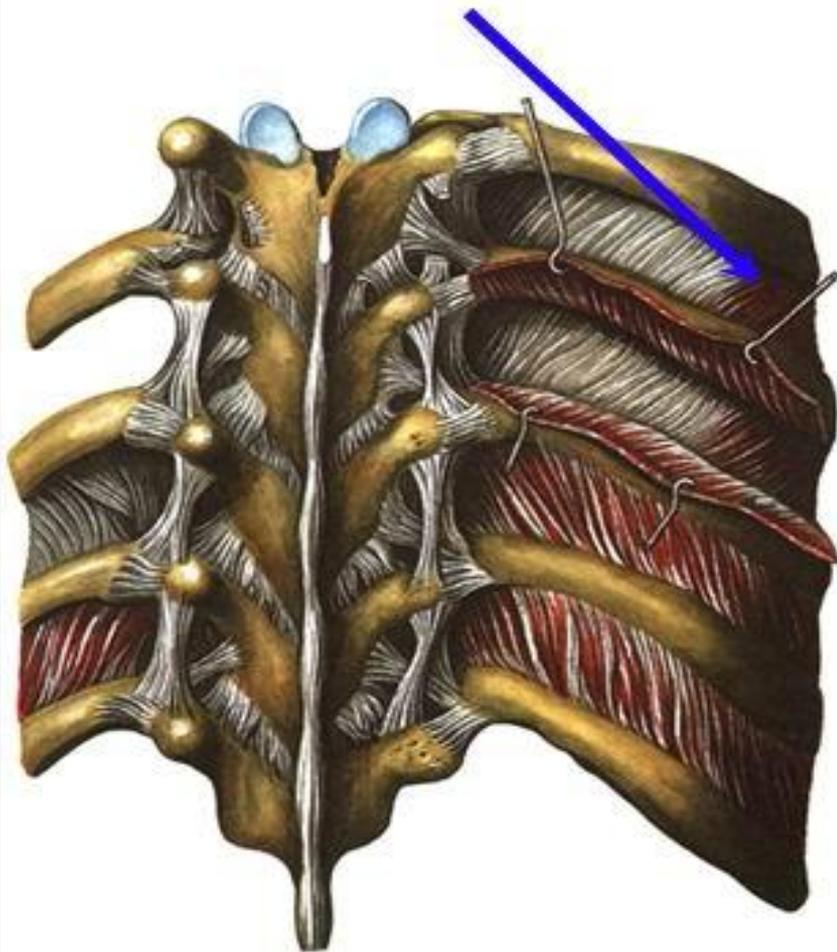


# Аутохтонные мышцы





# Аутохтонные мышцы



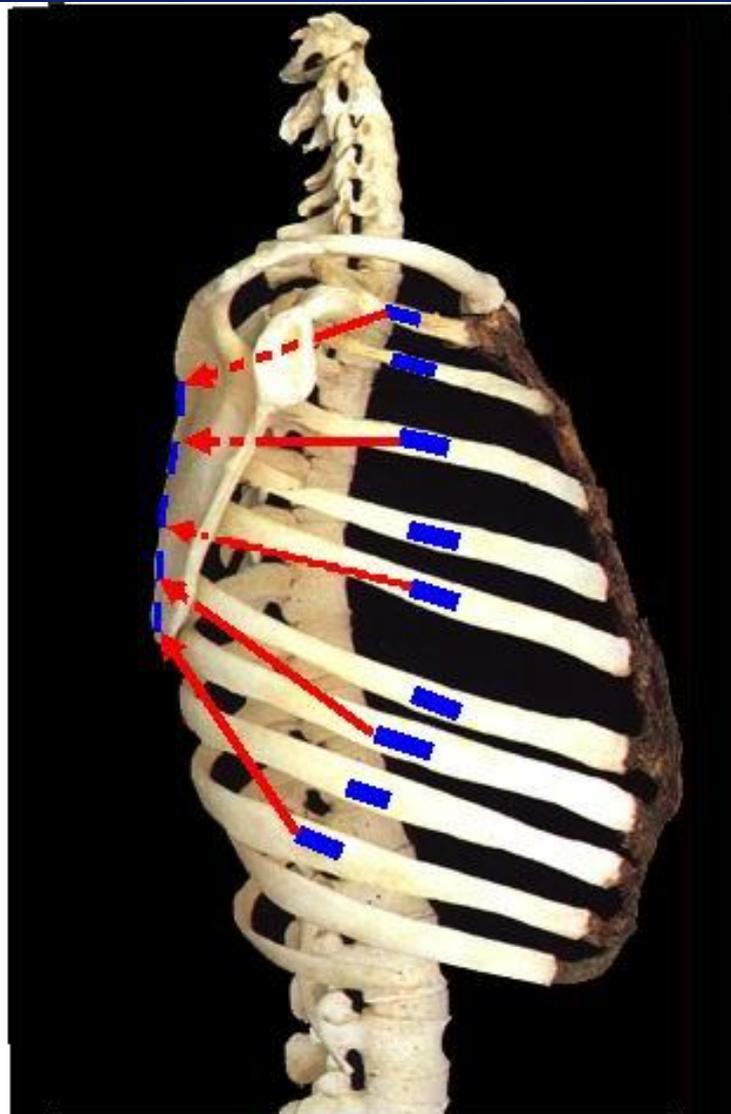
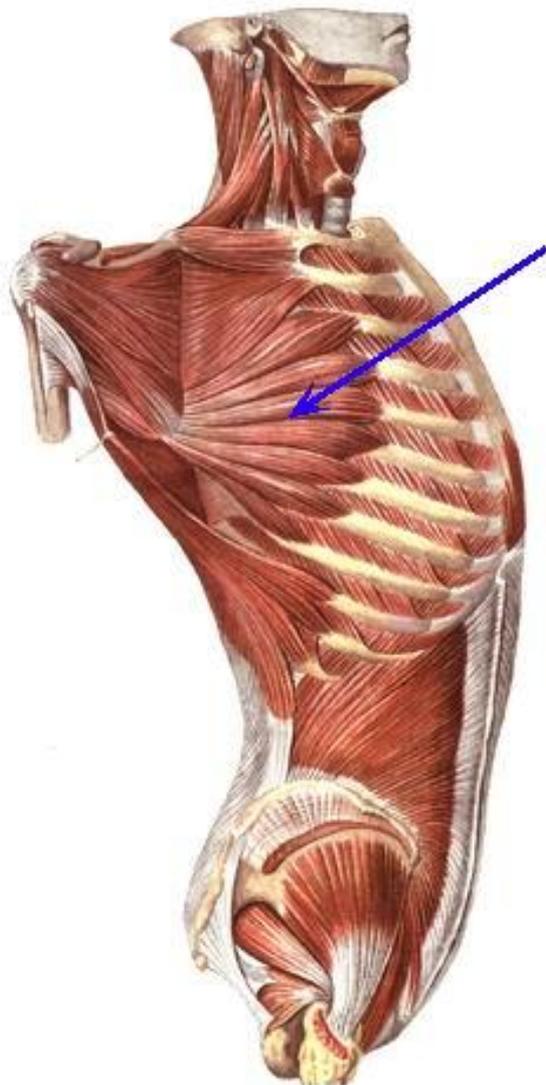


## Смещение МИОТОМОВ:

- часть мышц перемещается с туловища на конечности, так называемые **трункофугальные** (**m. serratus anterior, m. subclavius**)

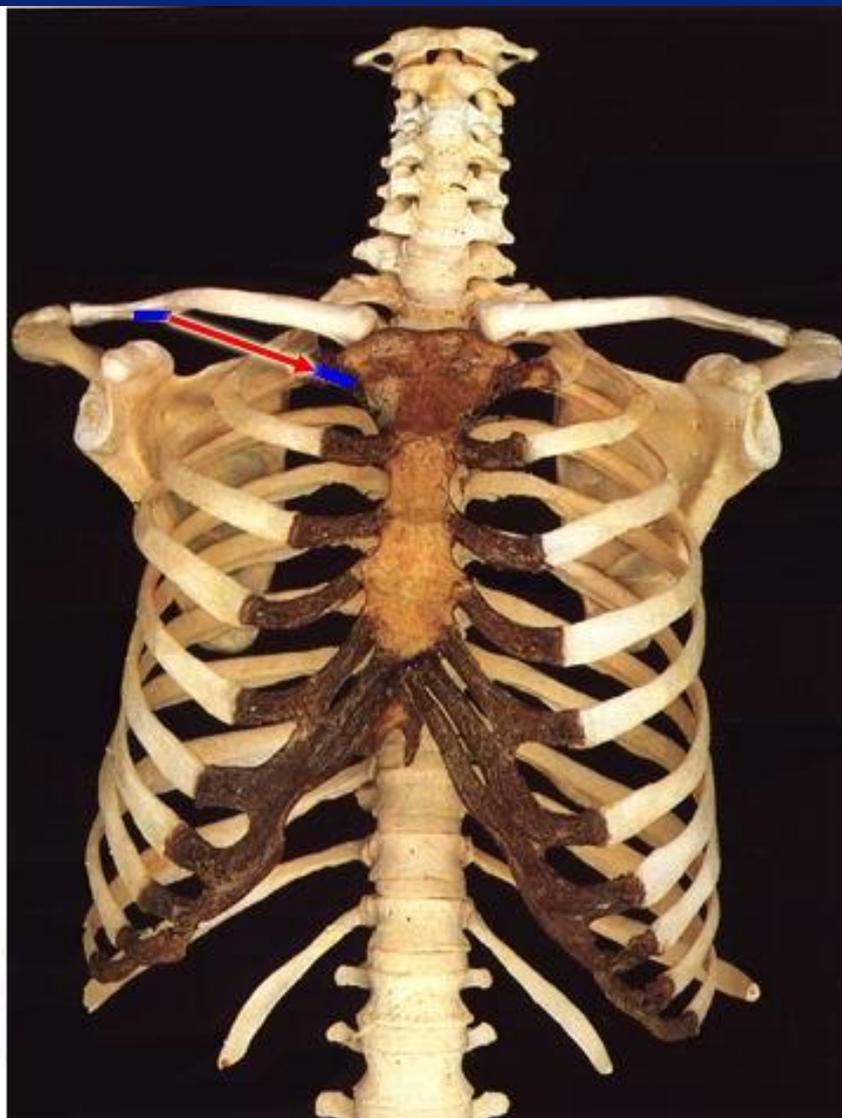
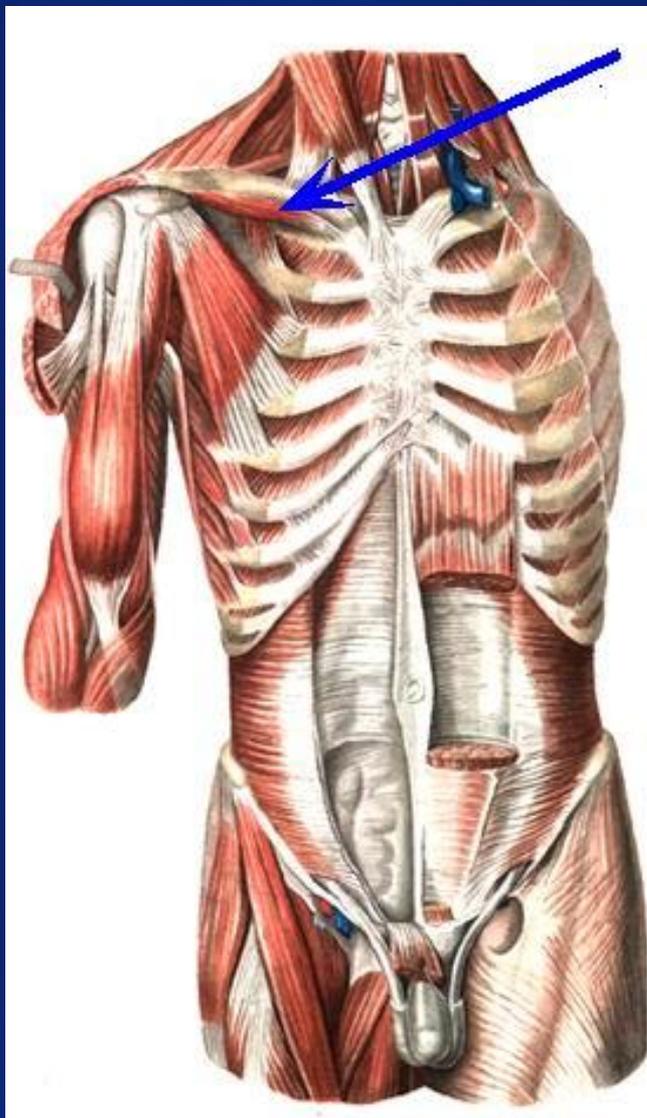


# Трункофугальные МЫШЦЫ





# Трункофугальные МЫШЦЫ





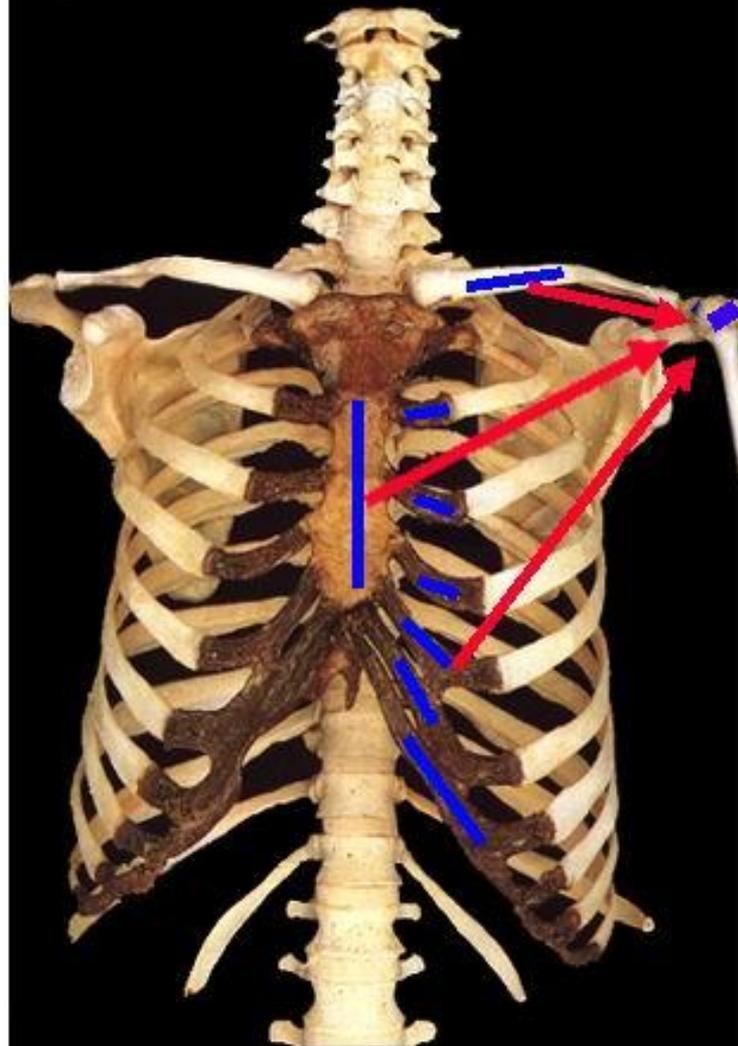
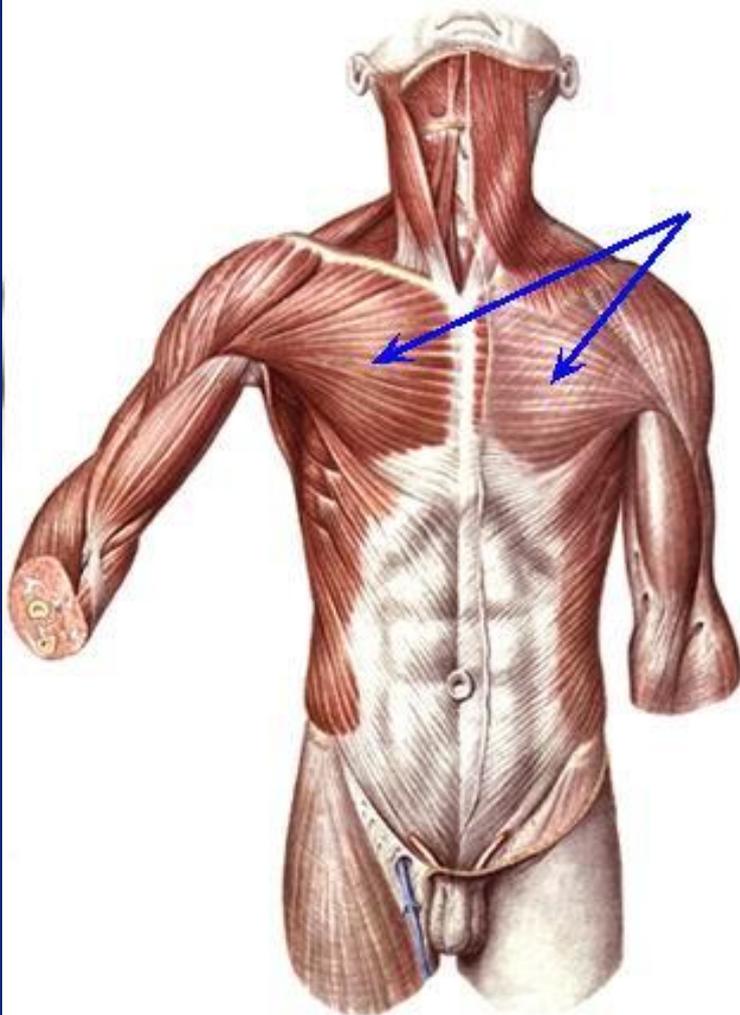
## Смещение МИОТОМОВ:

- часть мышц, возникнув на конечностях, перемещается на туловище, т. н.

трункопетальные (mm.  
*pectorales major et minor*)

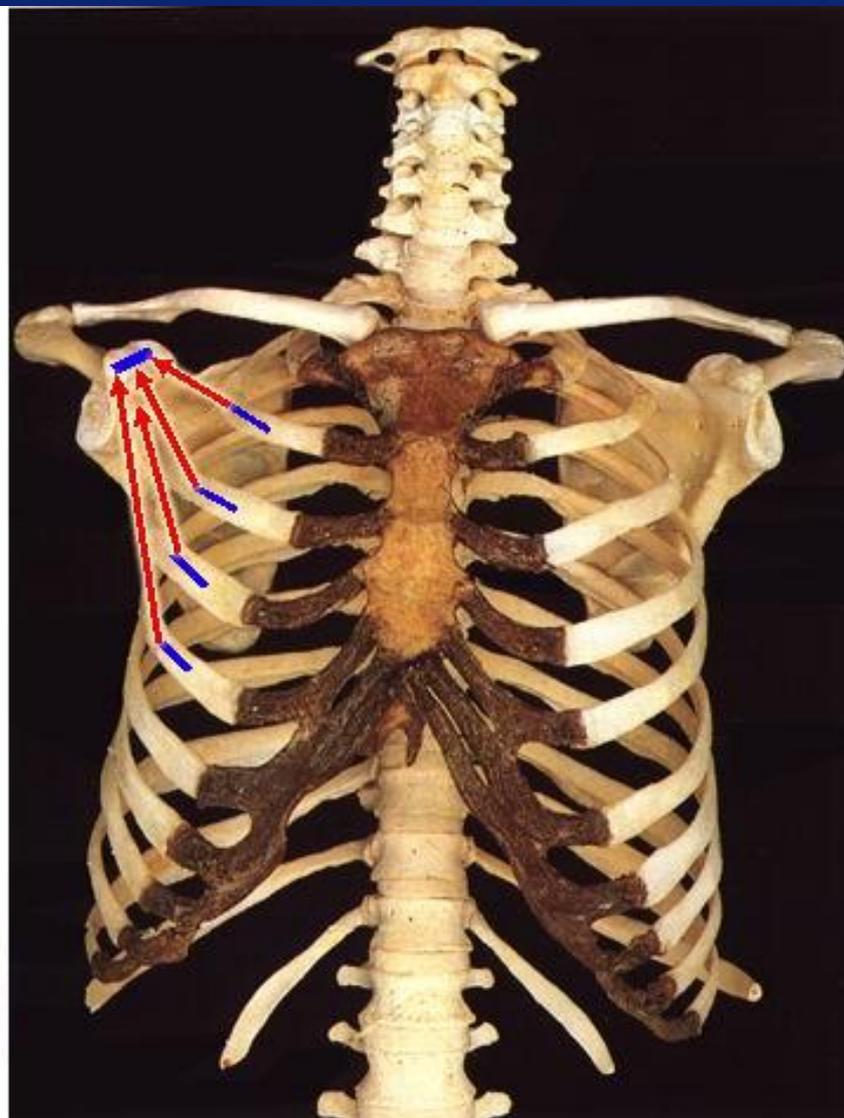
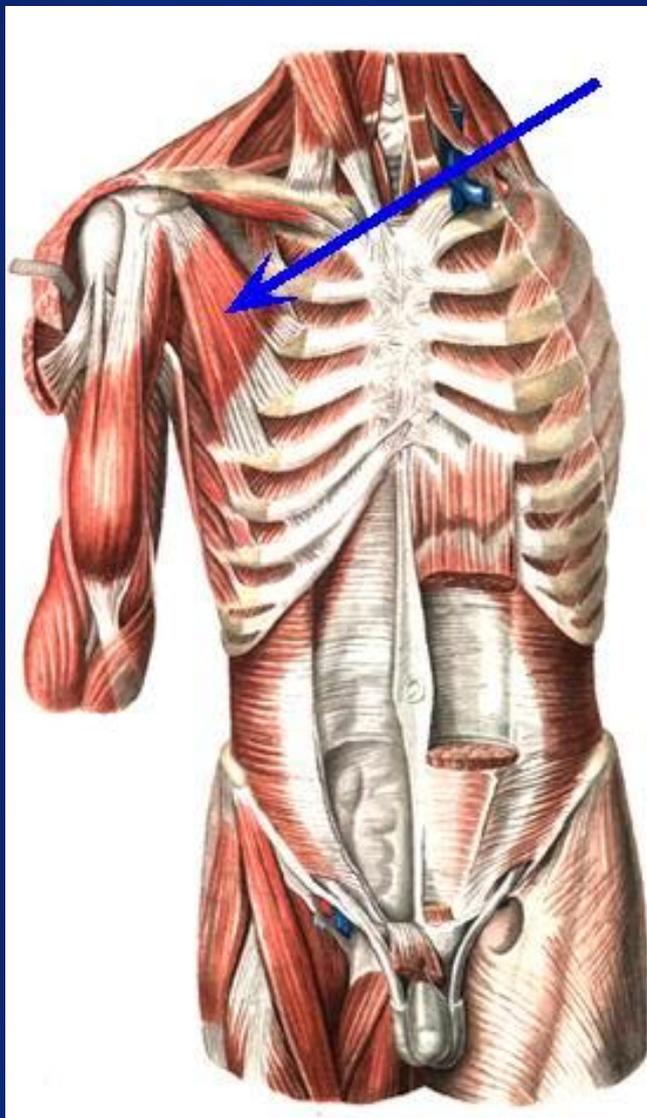


# Трункопетаальные МЫШЦЫ





# Трункопетаальные МЫШЦЫ



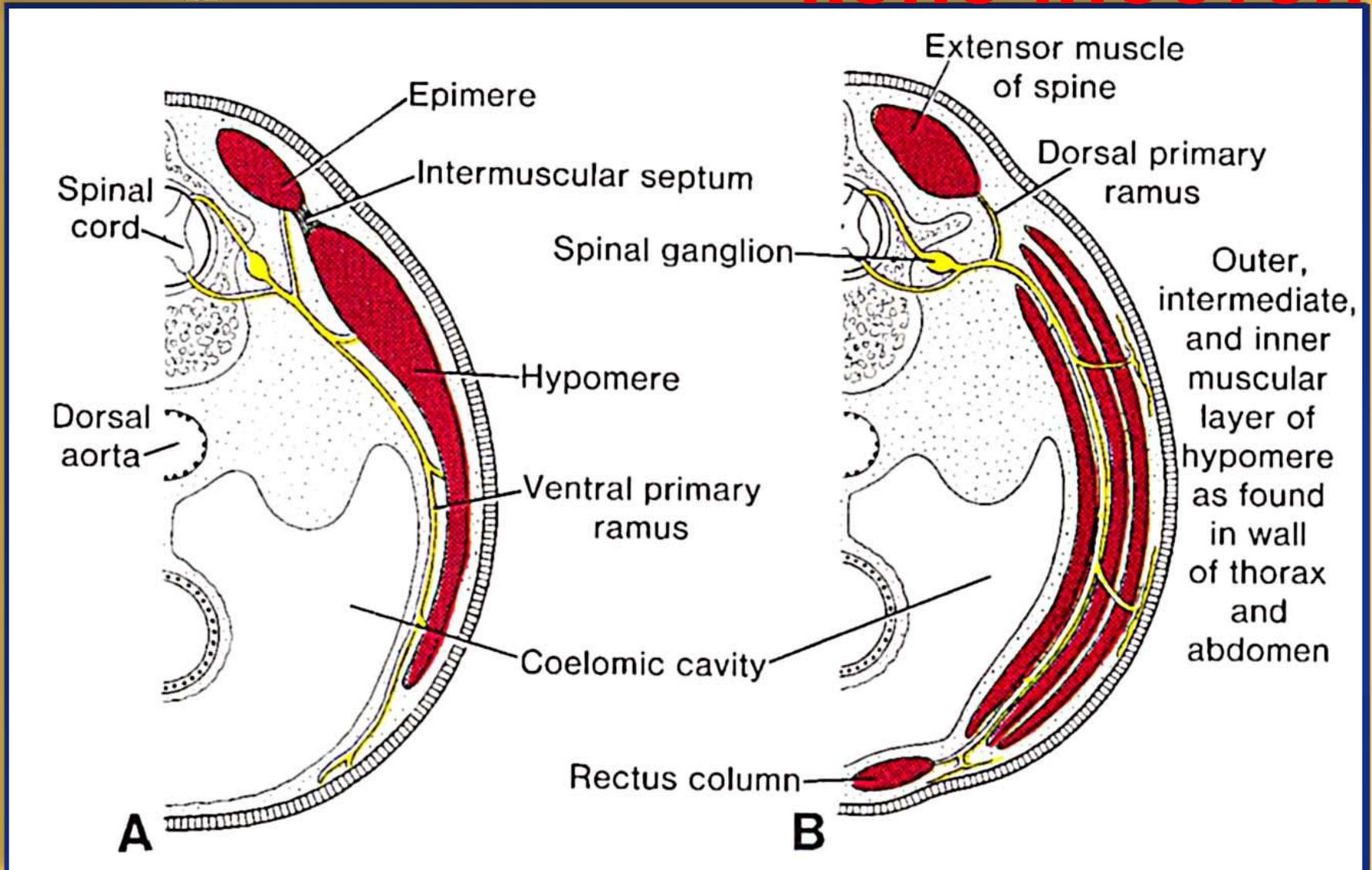


# Развитие мышц конечностей

- Эти мышцы *развиваются из* вентральной мускулатуры туловища, иннервируются передними ветвями спинномозговых нервов



# Развитие мышц конечностей



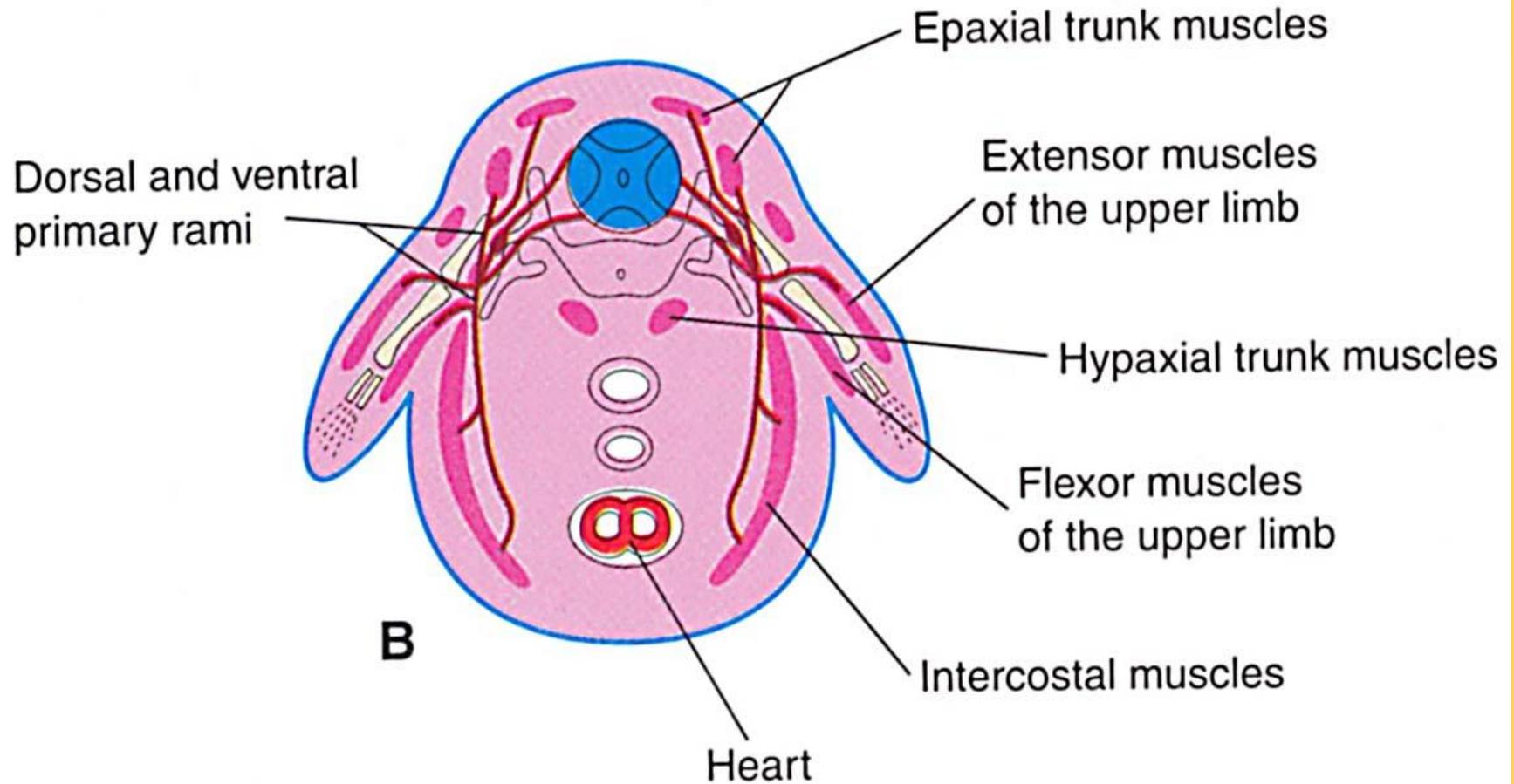


# Развитие мышц конечностей

- Миотомы дают начало мышечным почкам, растущим в **дистальном** направлении, которые делятся на два слоя:  
**передние** → сгибатели  
задние → разгибатели



# Развитие мышц конечностей



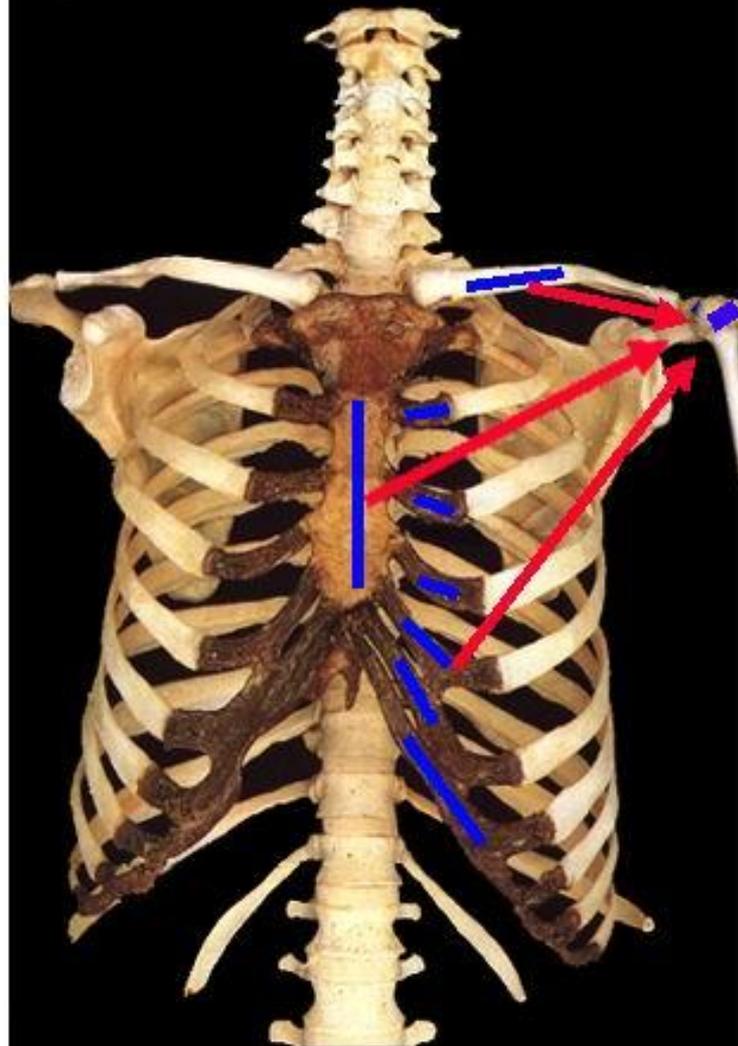
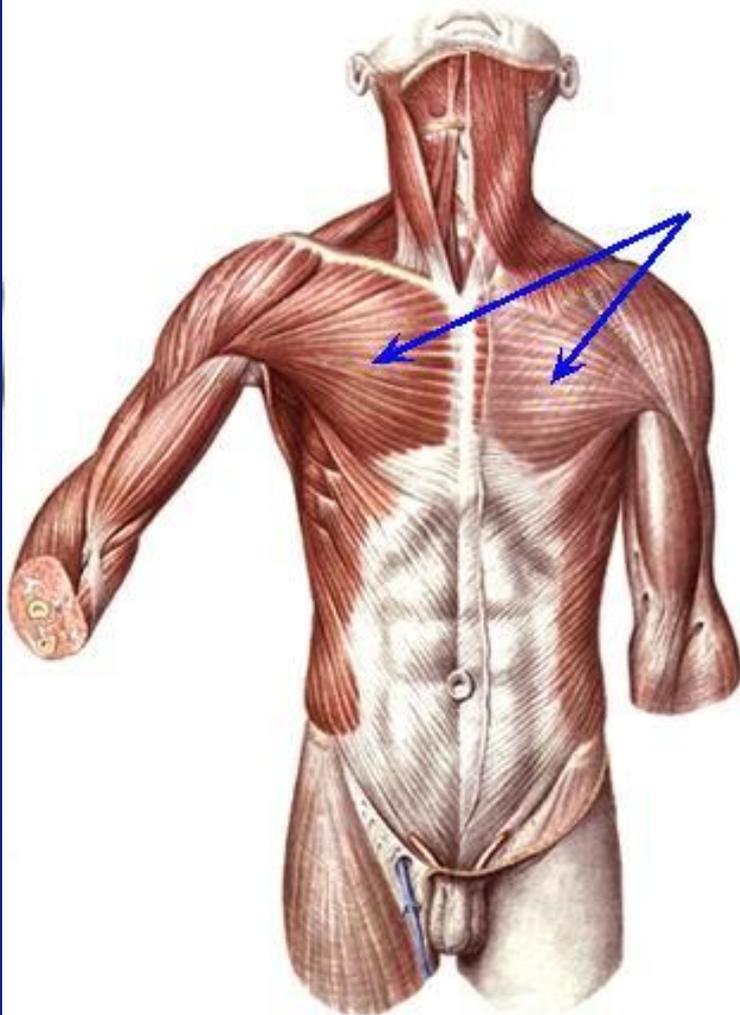


# Развитие мышц конечностей

- Зачатки мышц развиваются так, что покрывают аутохтонную мускулатуру туловища  
(**mm. pectorales major et minor** покрывают **mm. intercostales interni et externi**)



# Трункопетаальные МЫШЦЫ



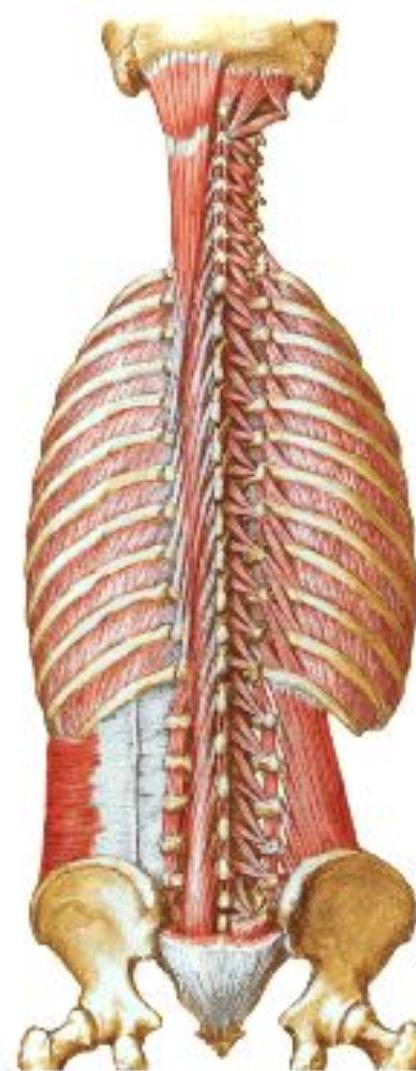
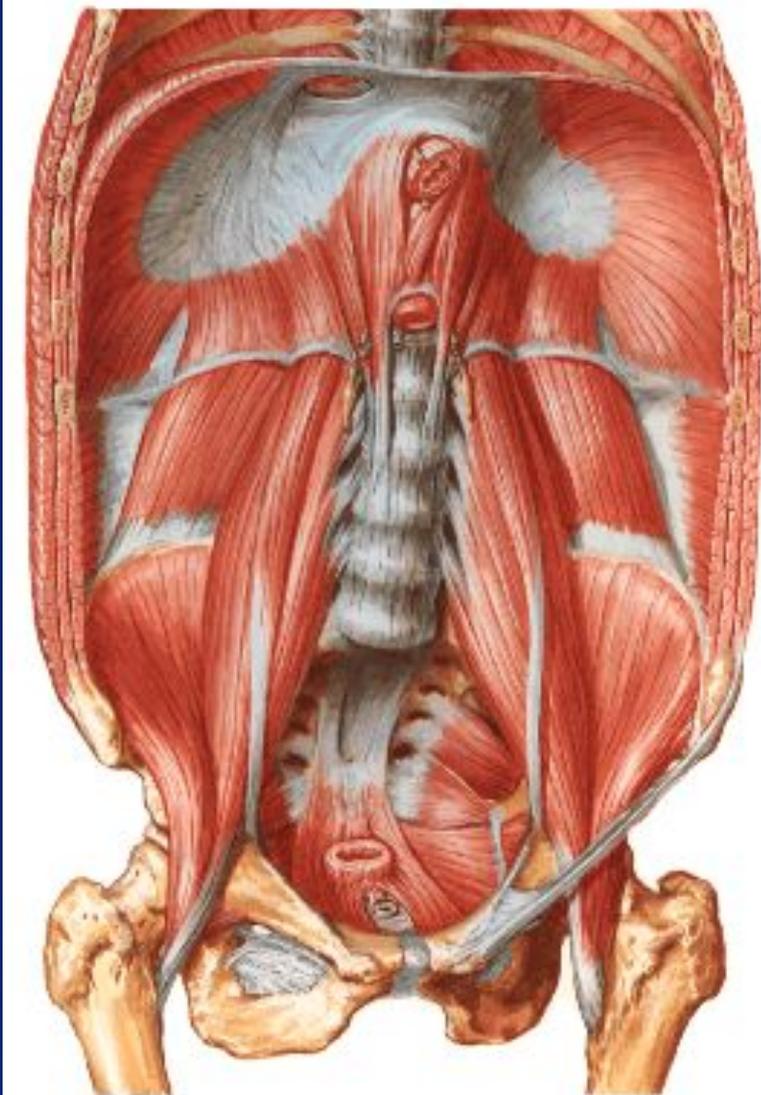


# Развитие мышц конечностей

- Мускулатура нижних конечностей преимущественно **аутохтонная**, связь пояса нижних конечностей и туловища осуществляется с помощью **двух** **трункопетальных мышц** (**m. quadratus lumborum et mm. psoatis major et minor**)



# Трункофугальные МЫШЦЫ



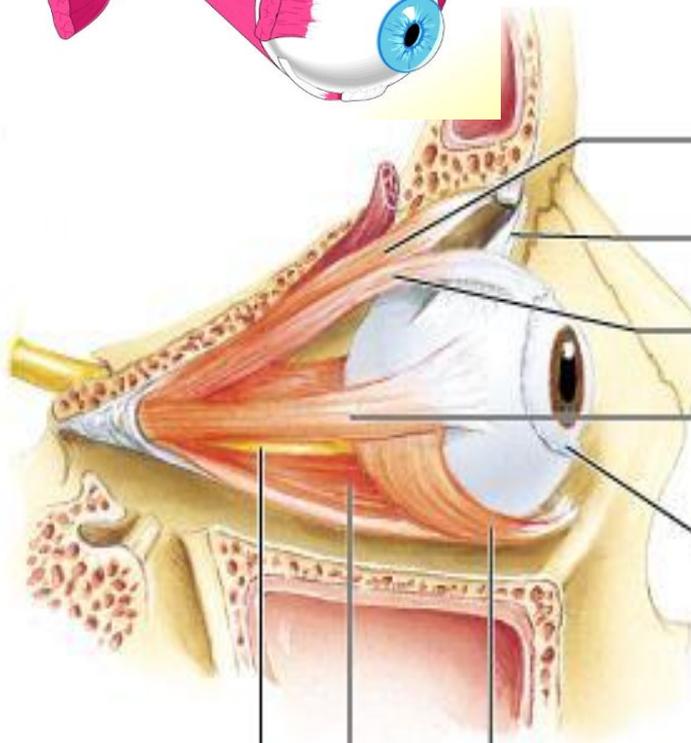
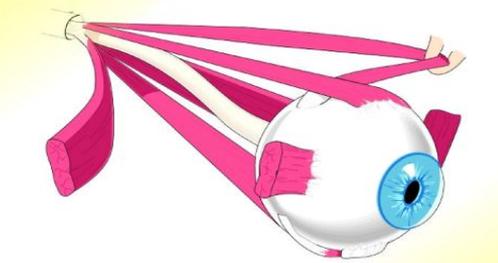


# Развитие мышц ГОЛОВЫ

- Мышцы, развивающиеся из **МИОТОМОВ ГОЛОВЫ**, сохраняются лишь в виде **мышц глазного яблока**
- Остальные производные **ГОЛОВНЫХ МИОТОМОВ** подвергаются **обратному развитию**



# Mm. extreni bulbi oculi

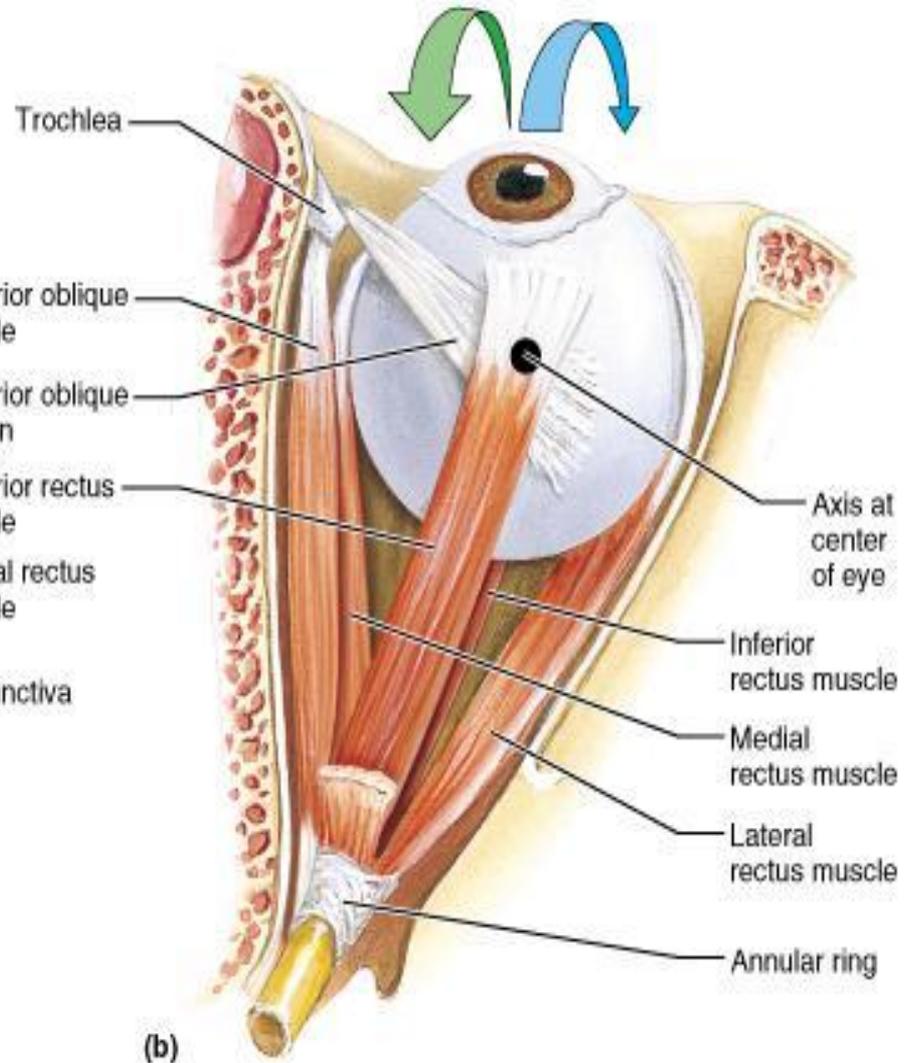


Optic nerve

Inferior rectus muscle

Inferior oblique muscle

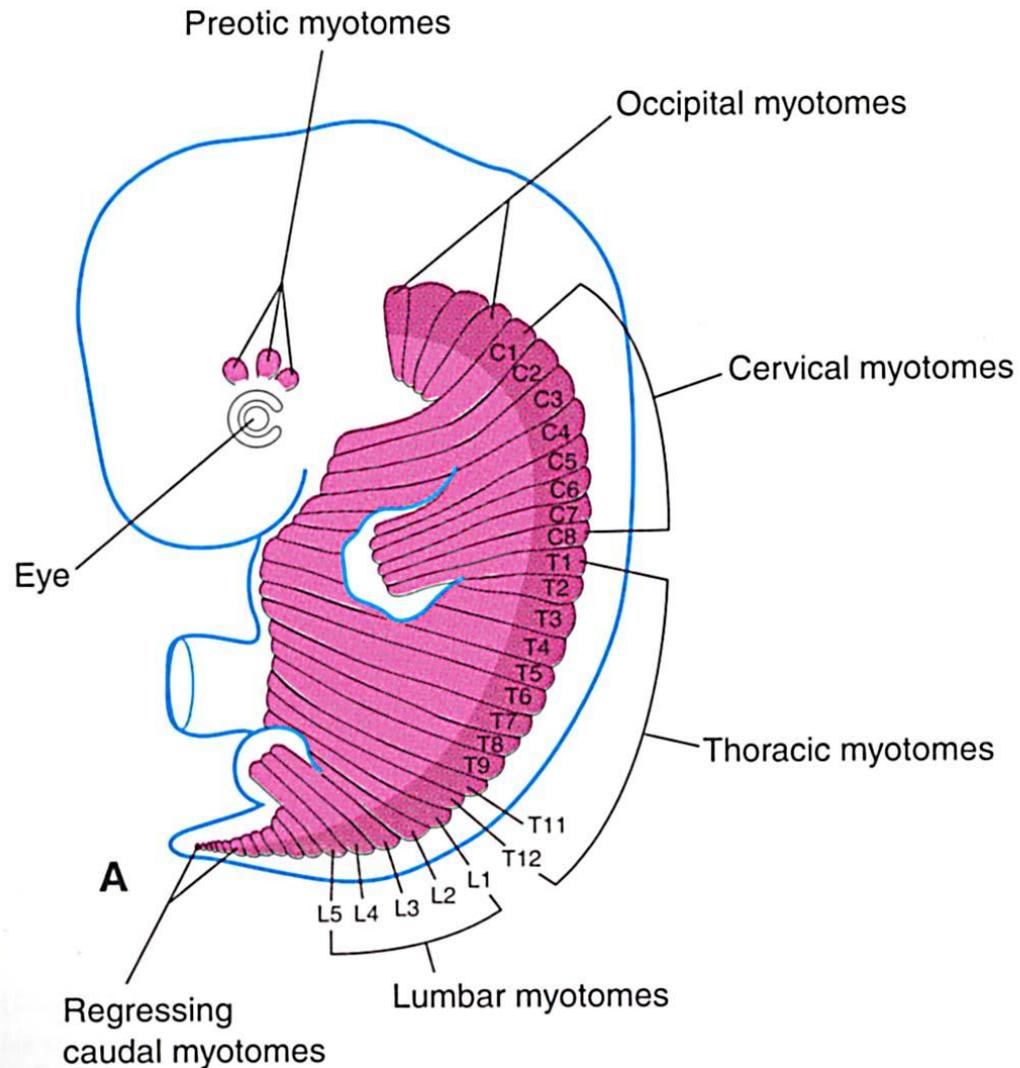
(a)



(b)



# Развитие мышц ГОЛОВЫ





# Развитие мышц ГОЛОВЫ

- Мезодерма в области головы и головной кишки подвергается расчленению в связи с развитием **жаберных карманов**, которые формируют **жаберные дуги**



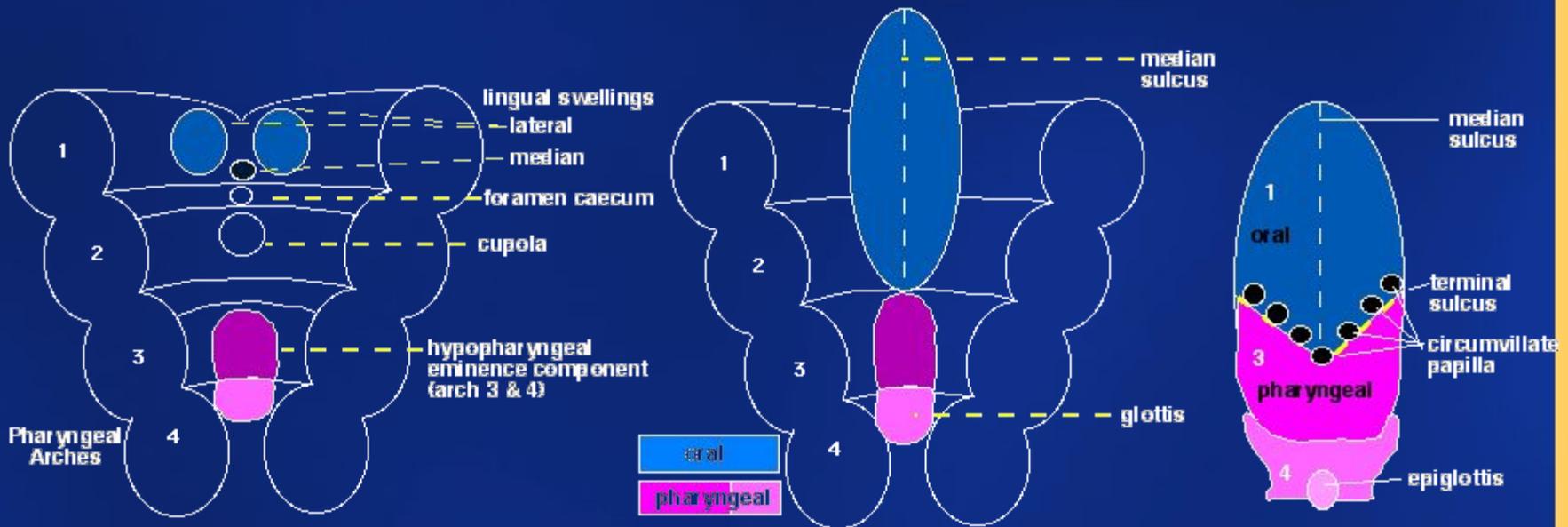
# Жаберные дуги и их производные

ARCH/NERVE/ARTERY	MUSCLES
<p>Первая (<b>V</b>)  <u>(mandibularis)</u>            a. maxillary</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Жевательные мышцы (височная, жевательная, крыловидные)</li> <li>2) M. tensor tympani</li> <li>3) M. tensor velli palati</li> <li>4) M. mylohyoideus</li> <li>5) Venter anterior m. digastricus</li> </ol>
<p>Вторая (<b>VII</b>)  <u>(hyoideus)</u>            a.stapedial (embryonal)            a.corticotypanici</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Мимические мышцы (включая platisma)</li> <li>2) M. stapedius</li> <li>3) M. stylohyoid</li> <li>4) Venter posterior m. digastricus</li> </ol>
<p>Третья (<b>IX</b>)            a. carotis communis,            a.icarotis iternal</p>	<p>M. stylopharyngeus</p>
<p>Четвертая (<b>X</b>)            arcus aortae,            a.subclavia dextra</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Все мышцы гортани</li> <li>2) Все мышцы глотки (кроме stylopharyngeus)</li> <li>3) Все мышцы мягкого неба (кроме tensor velli palati)</li> </ol>
<p>Шестая (<b>XI</b>)            ductus arteriosus,            aa.pulmonary</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) M. sternocleidomastoideus</li> <li>2) M. trapezius</li> </ol>



# Развитие мышц ГОЛОВЫ

- Из особых закладок жаберных дуг развиваются **мышцы языка**





# Развитие диафрагмы

Пять источников формирования диафрагмы:

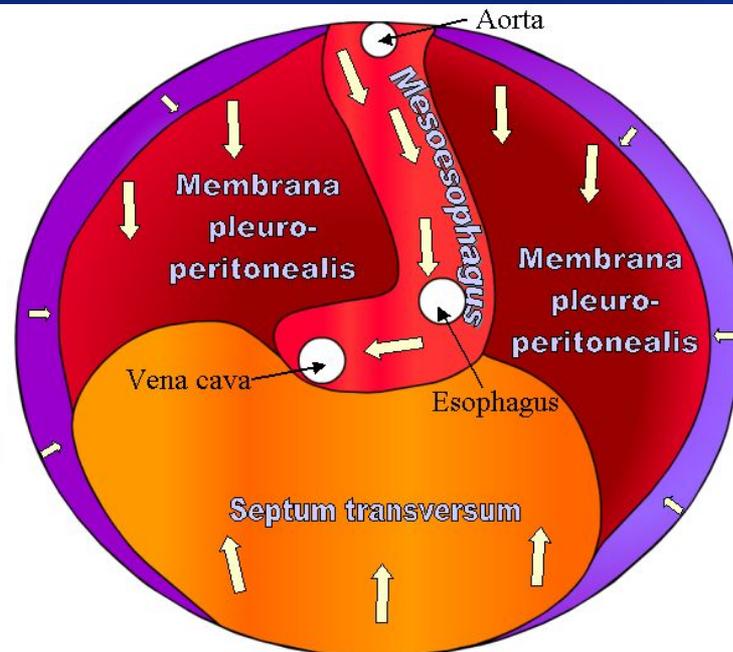
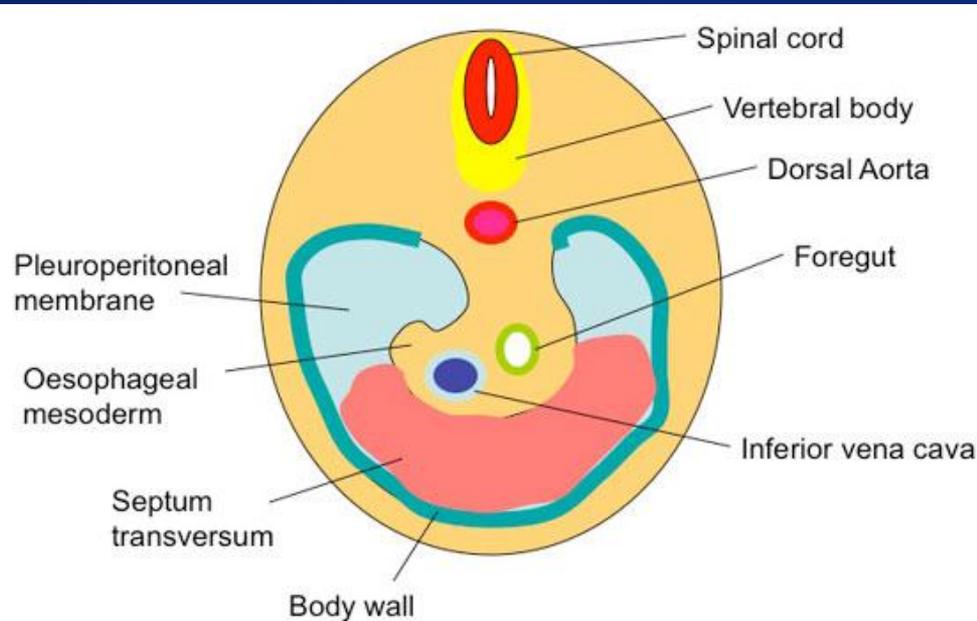
**septum transversum** – centrum tendineum

**3rd to 5th somite** – (pars sternalis, costalis, lumbalis) мышечная часть

**ventral pleural sac** - connective tissue

**mesentery of oesophagus** - connective tissue around oesophagus and IVC

**pleuroperitoneal membranes** - connective tissue around central tendon





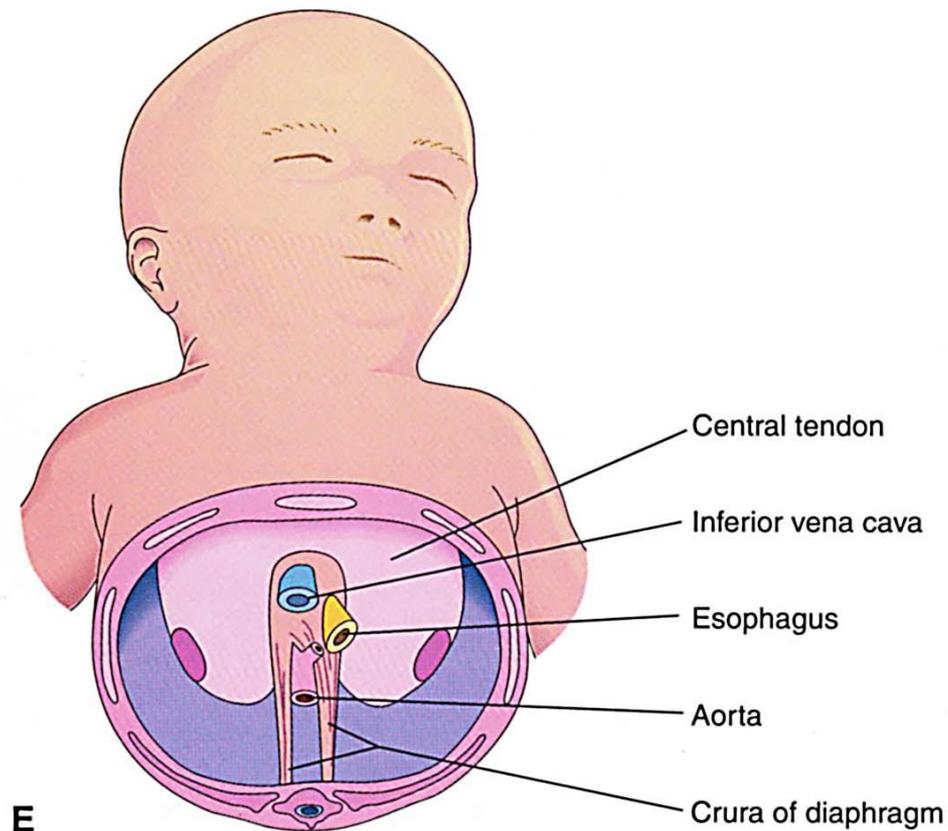
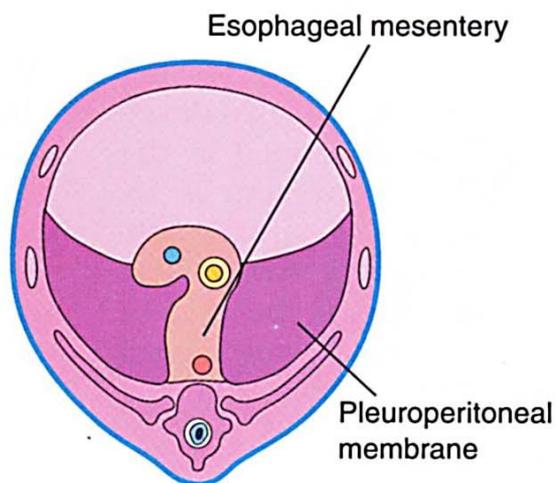
# Развитие диафрагмы

- Мышца развивается в передней части туловища из III до V шейных сегментов, лежащих симметрично слева и справа, т. н. диафрагмальные почки

(одна грудинная,  
две реберные,  
одна поясничная)



# Развитие диафрагмы



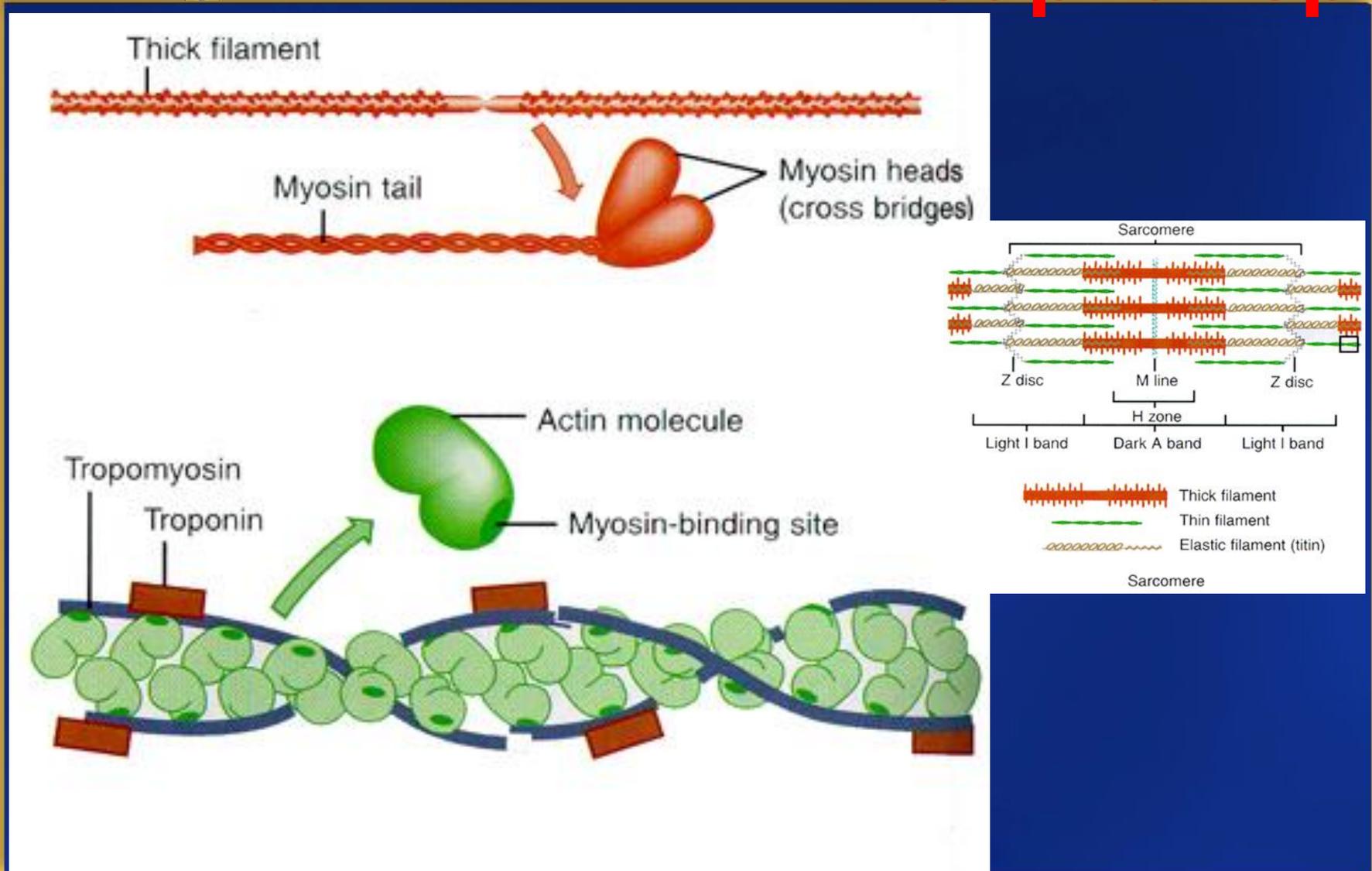


# Мышечная ткань

состоит из различных  
**мышечных волокон,**  
обязательными элементами  
которых являются  
**сократительные структуры** и  
**опорные структуры,**  
передающие механическую  
силу подвижным частям  
организма

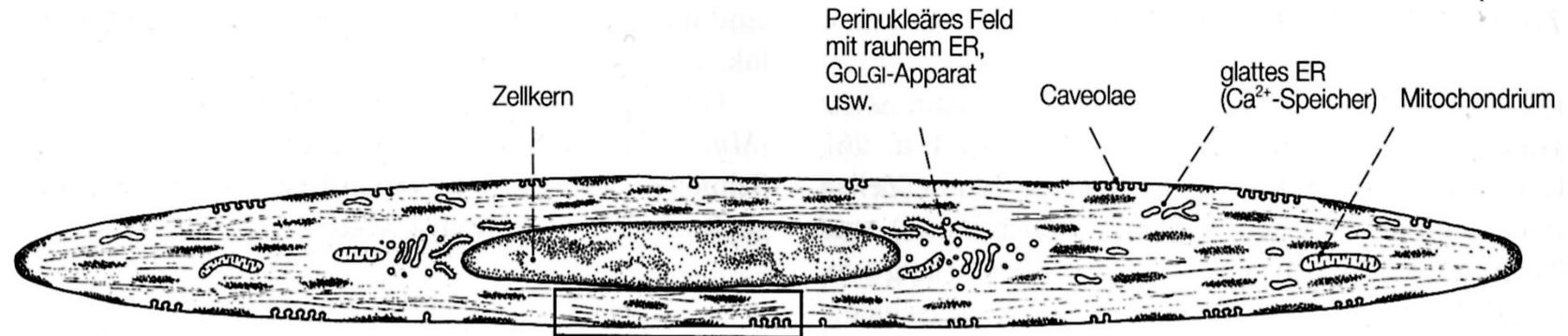


# Миофибриллы и Саркомер

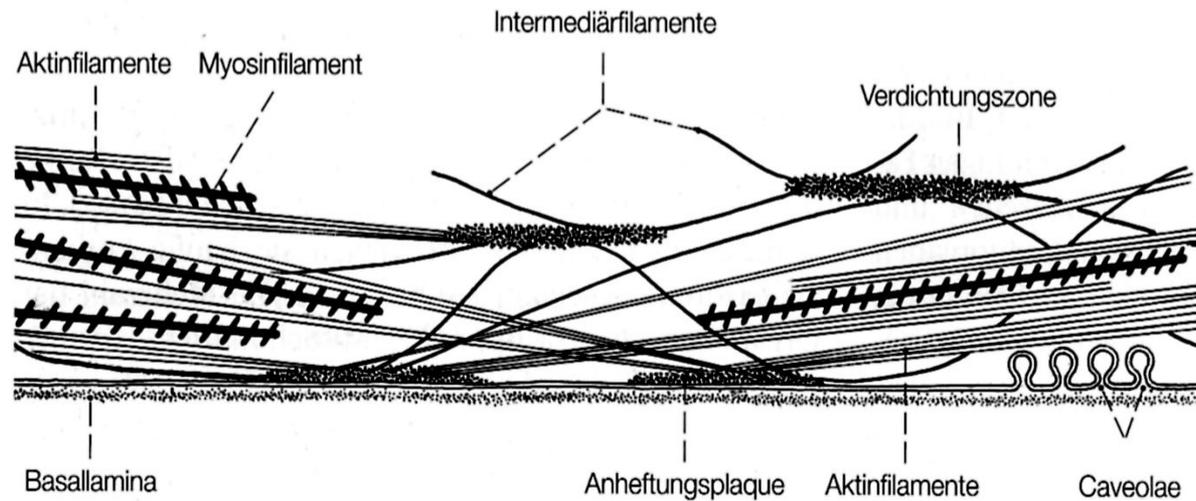




# Протофибриллы



a

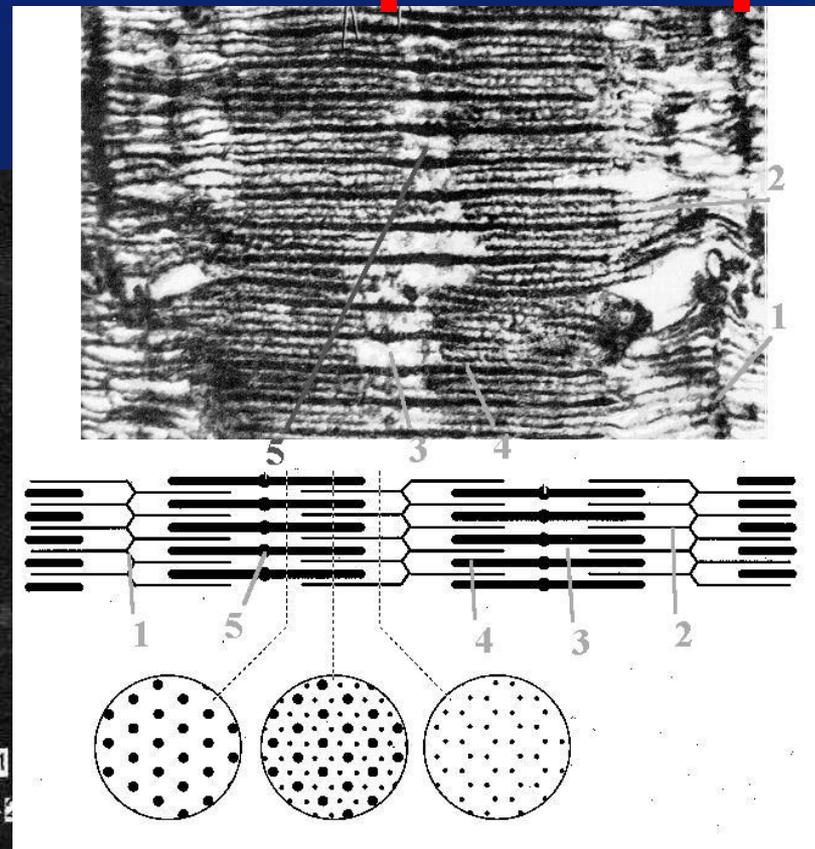
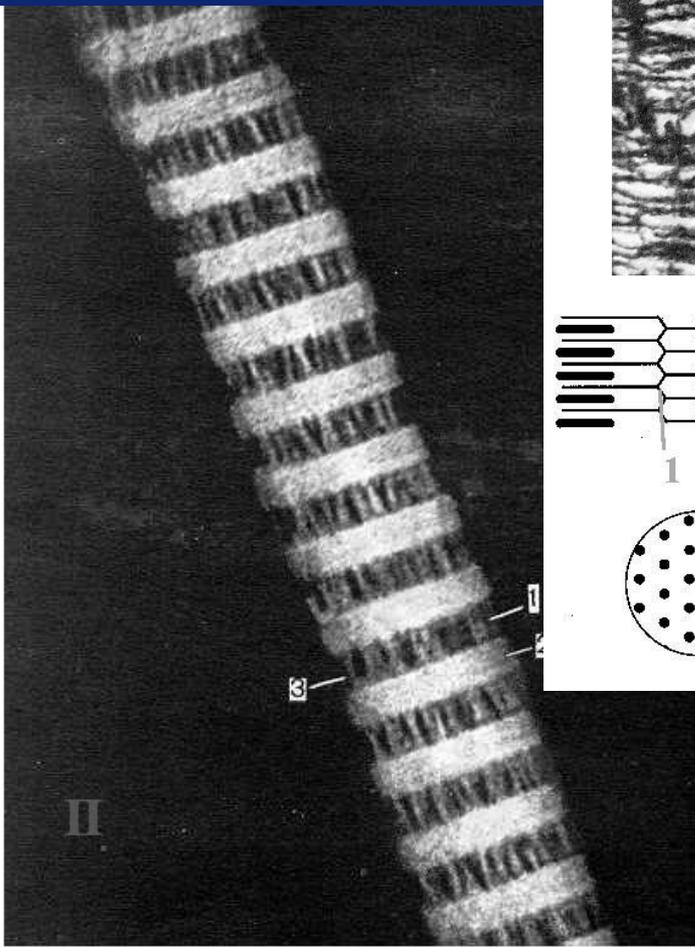
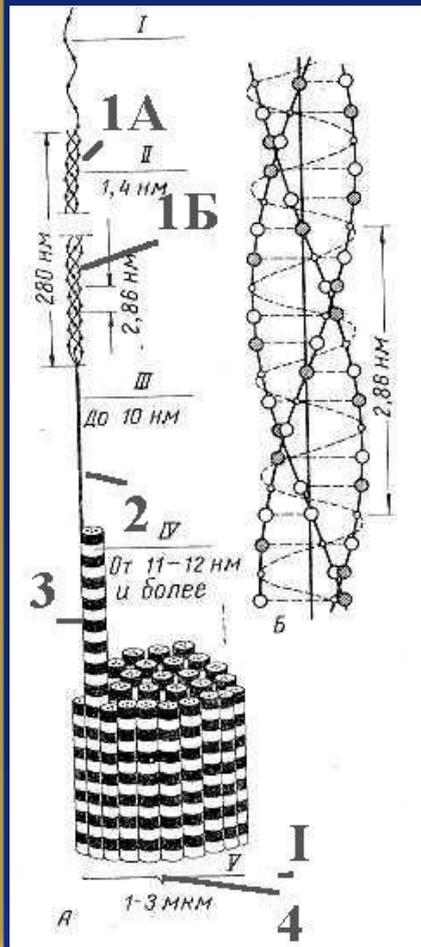


b

**Abb. 4.7-28** Schematischer Längsschnitt durch eine glatte Muskelzelle (a) mit ihren wichtigsten Zellkompartimenten und Organellen. Der Ausschnitt (b) zeigt die strukturelle Organisation des kontraktiven Filamentsystems.

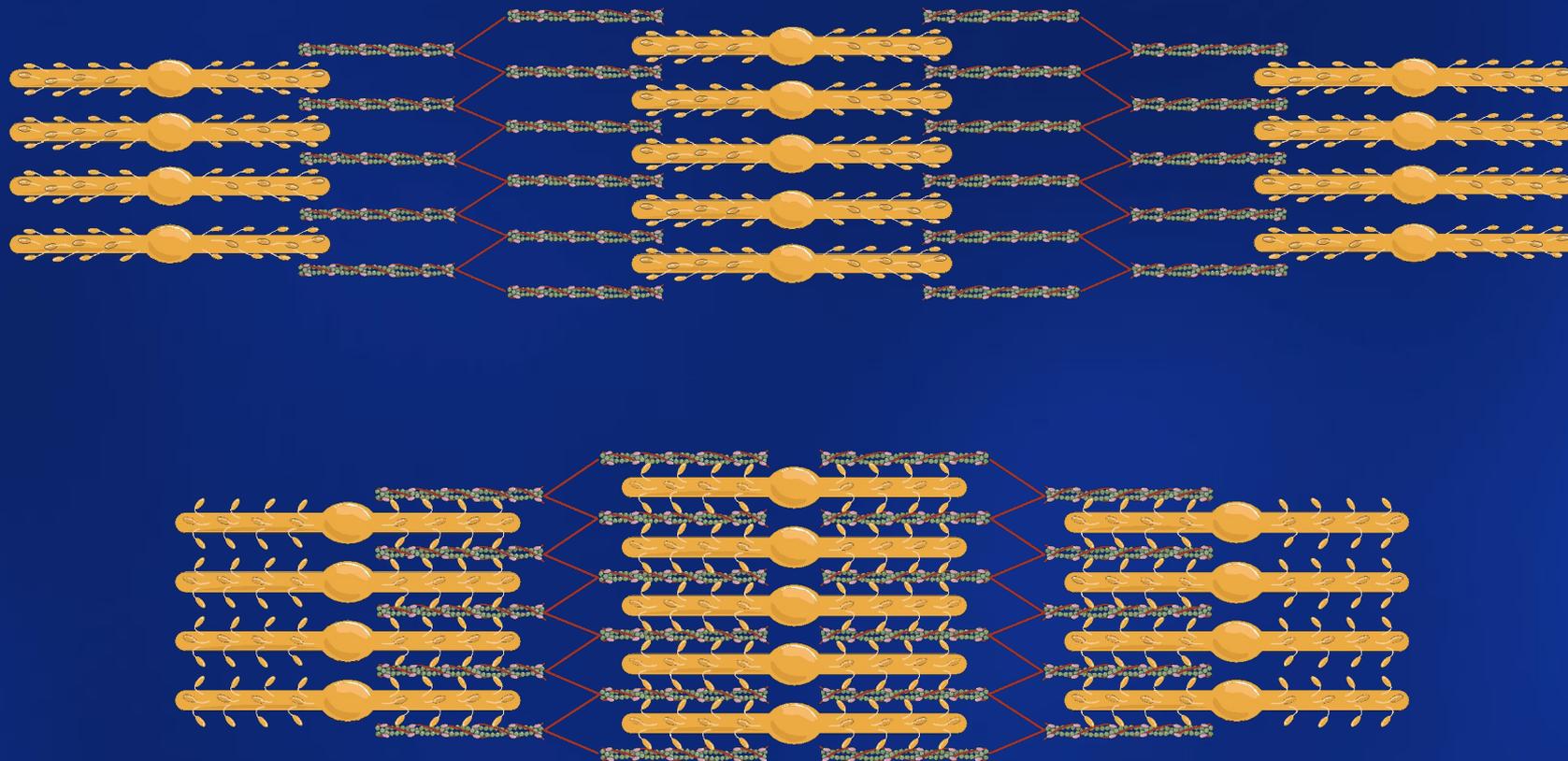


# Миофибриллы и Саркомер



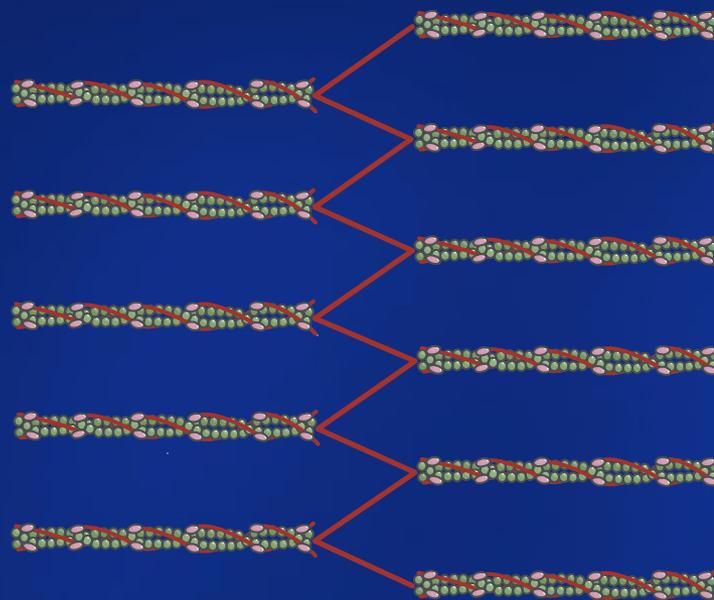
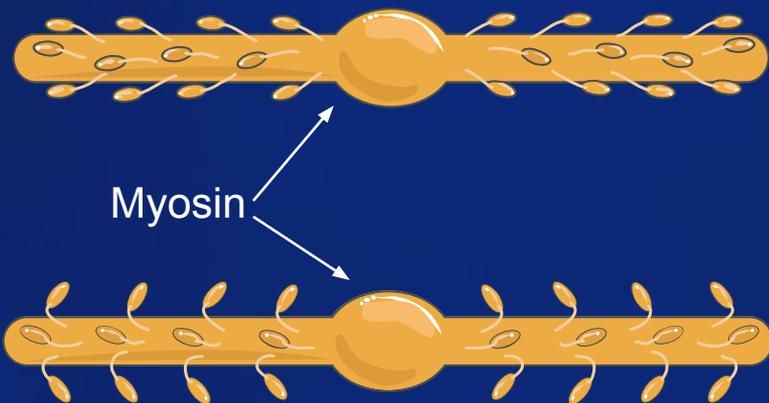
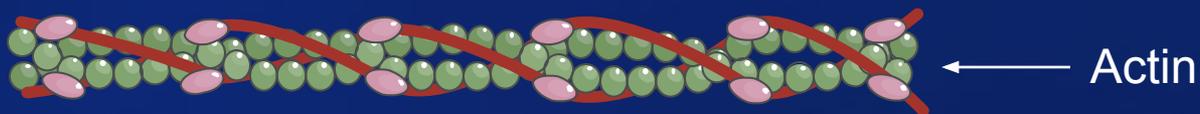


# Мышечное сокращение



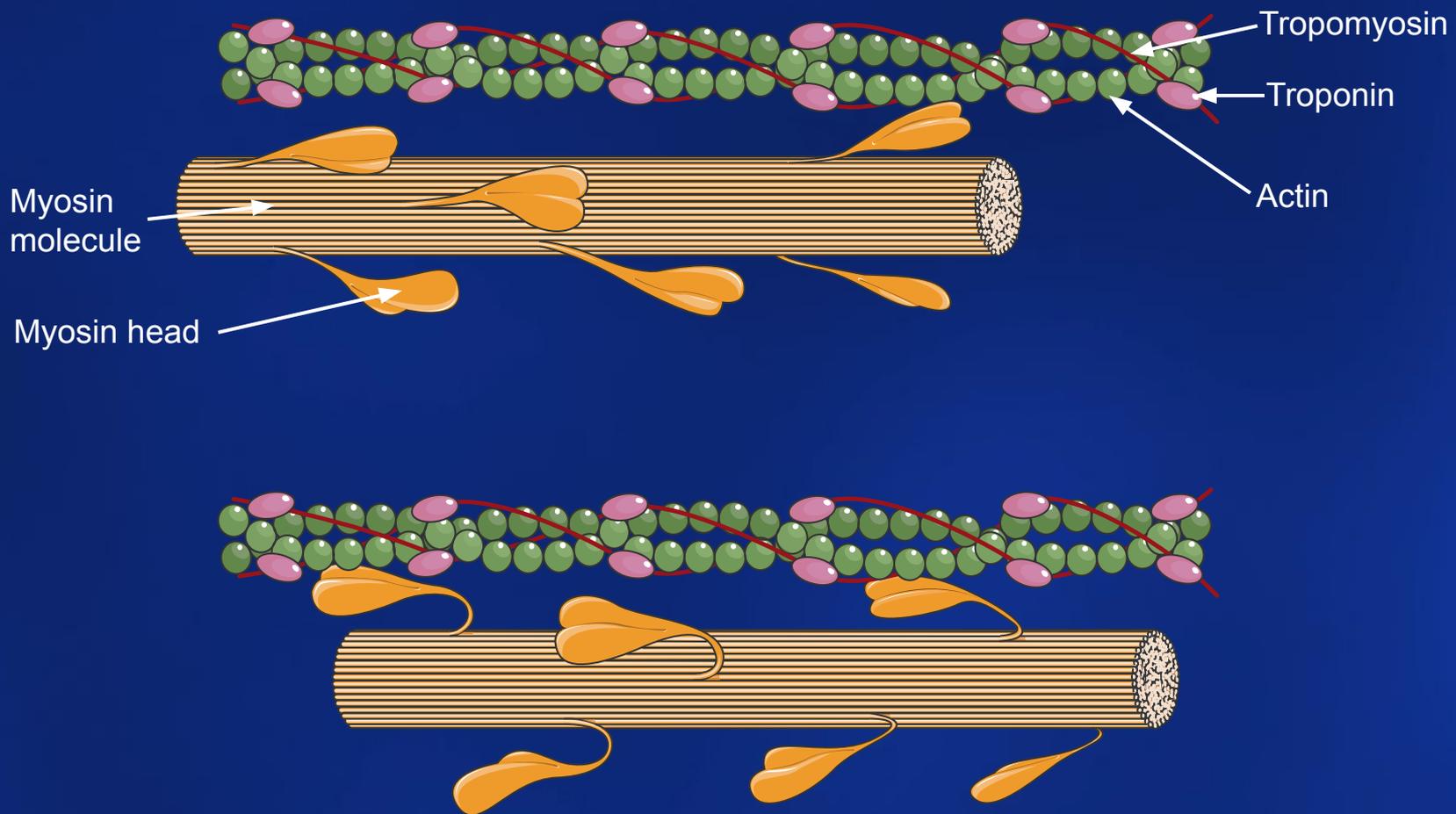


# Мышечное сокращение





# Мышечное сокращение





# Опорный аппарат

**Поперечно-полосатые  
мышечные ткани:**

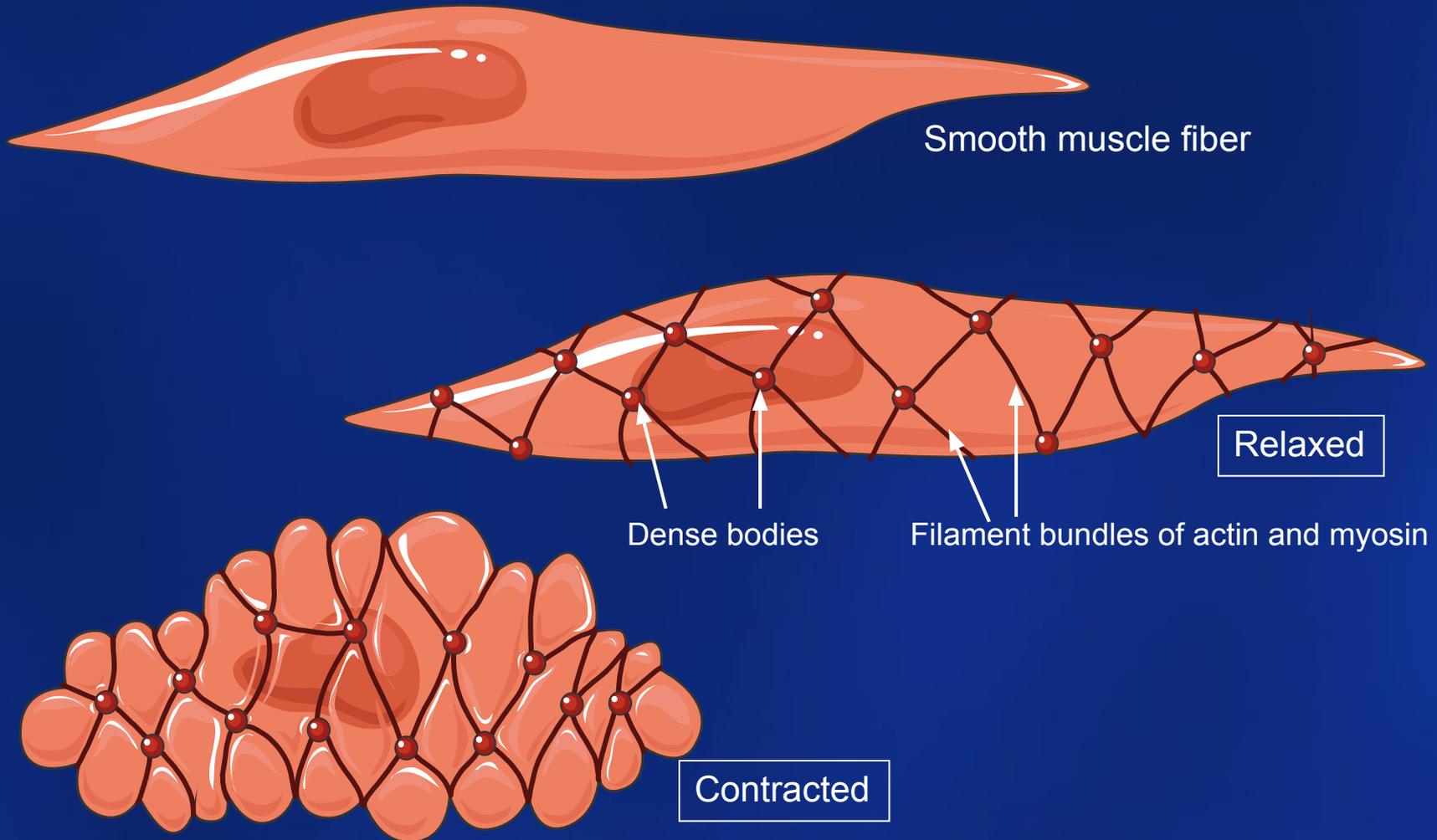
**собственная оболочка  
мышечного волокна,  
сеть коллагеновых  
волокон, оплетающих  
мышечные волокна и  
связанных с  
волоконнами  
сухожилий**

**Гладкие  
мышечные ткани:**

**каркас  
коллагеновых и  
эластических  
волокон вокруг  
каждой клетки**

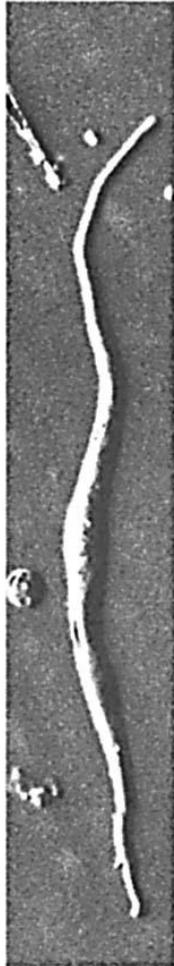


# Гладкая мышца

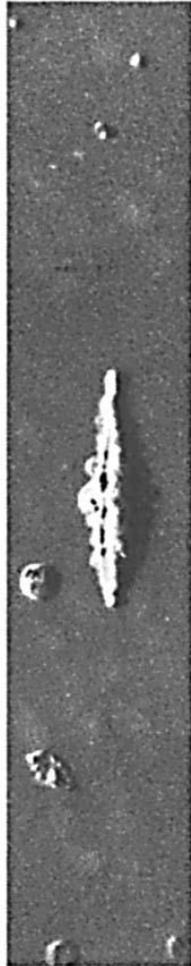




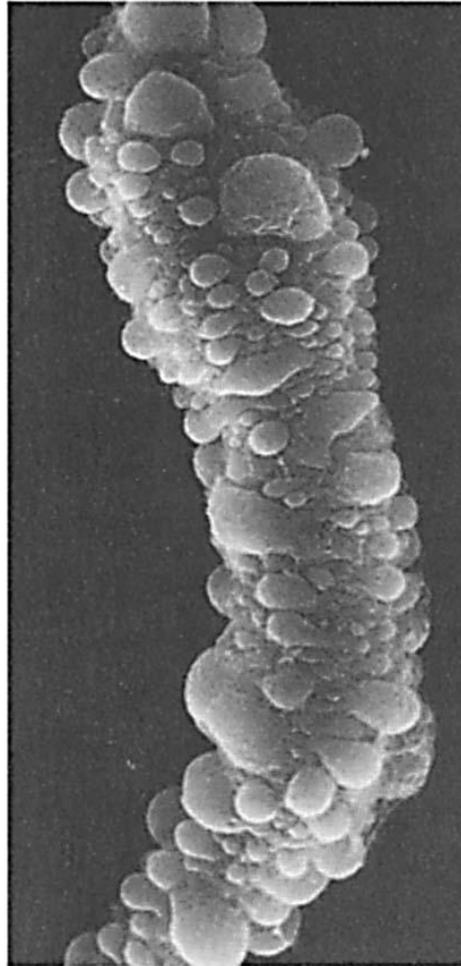
# Гладкая мышца



A

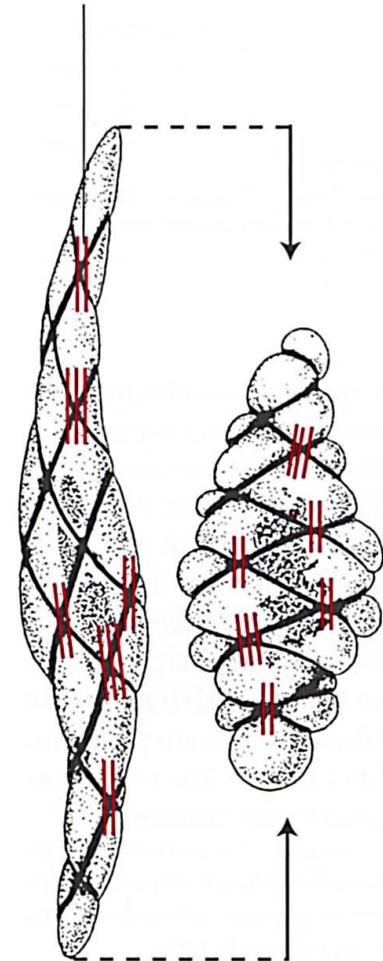


B



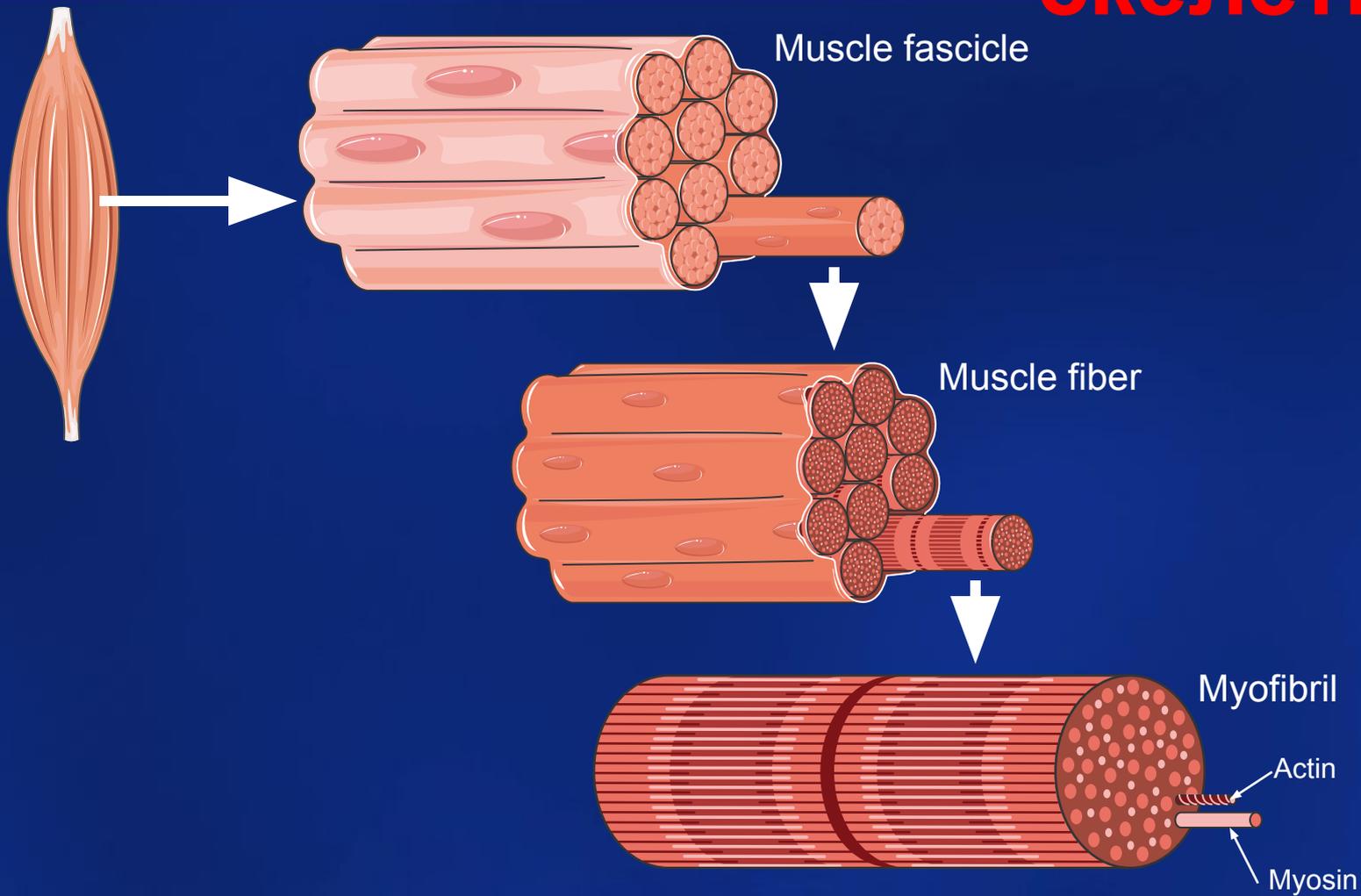
C

Intermediate filament bundles  
attached to dense bodies



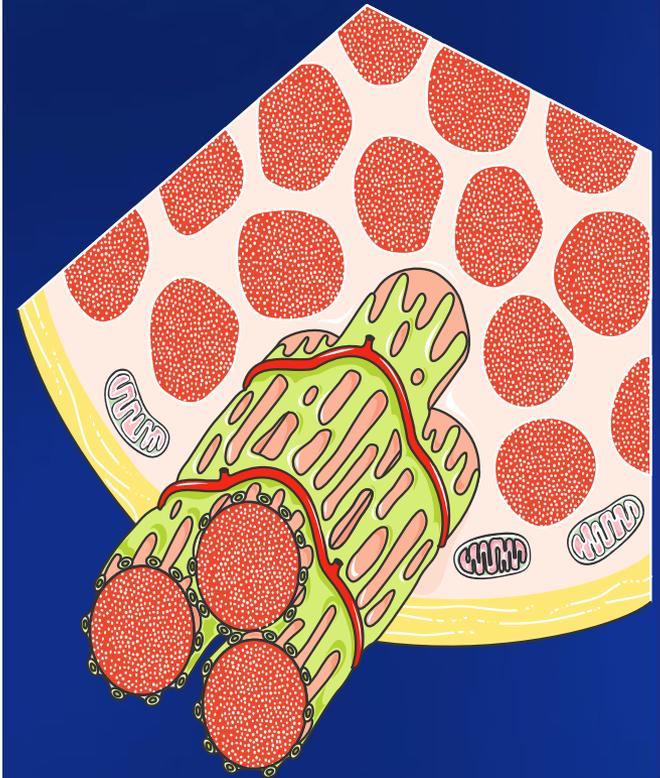
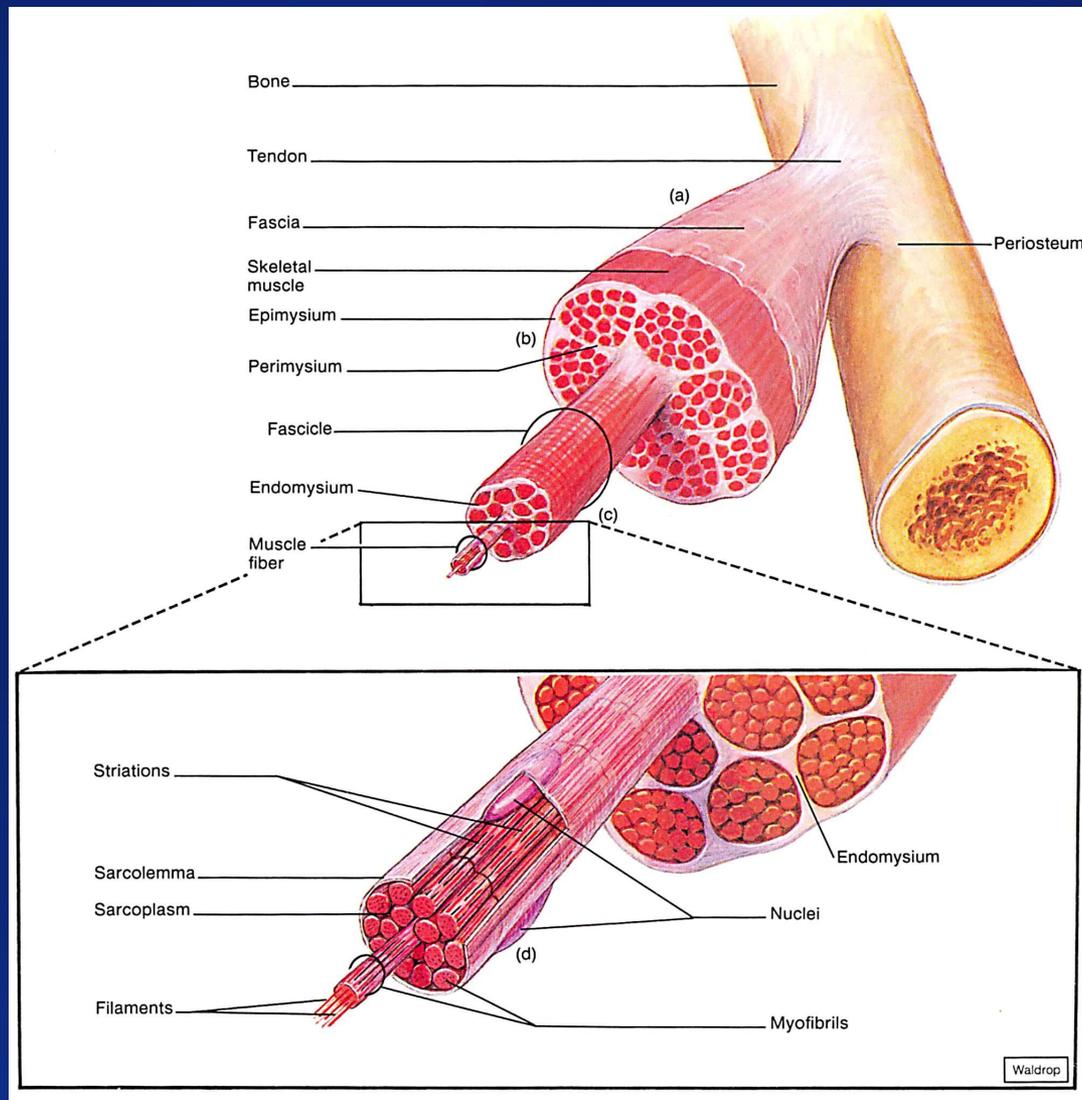


# Поперечно-полосатая скелетная



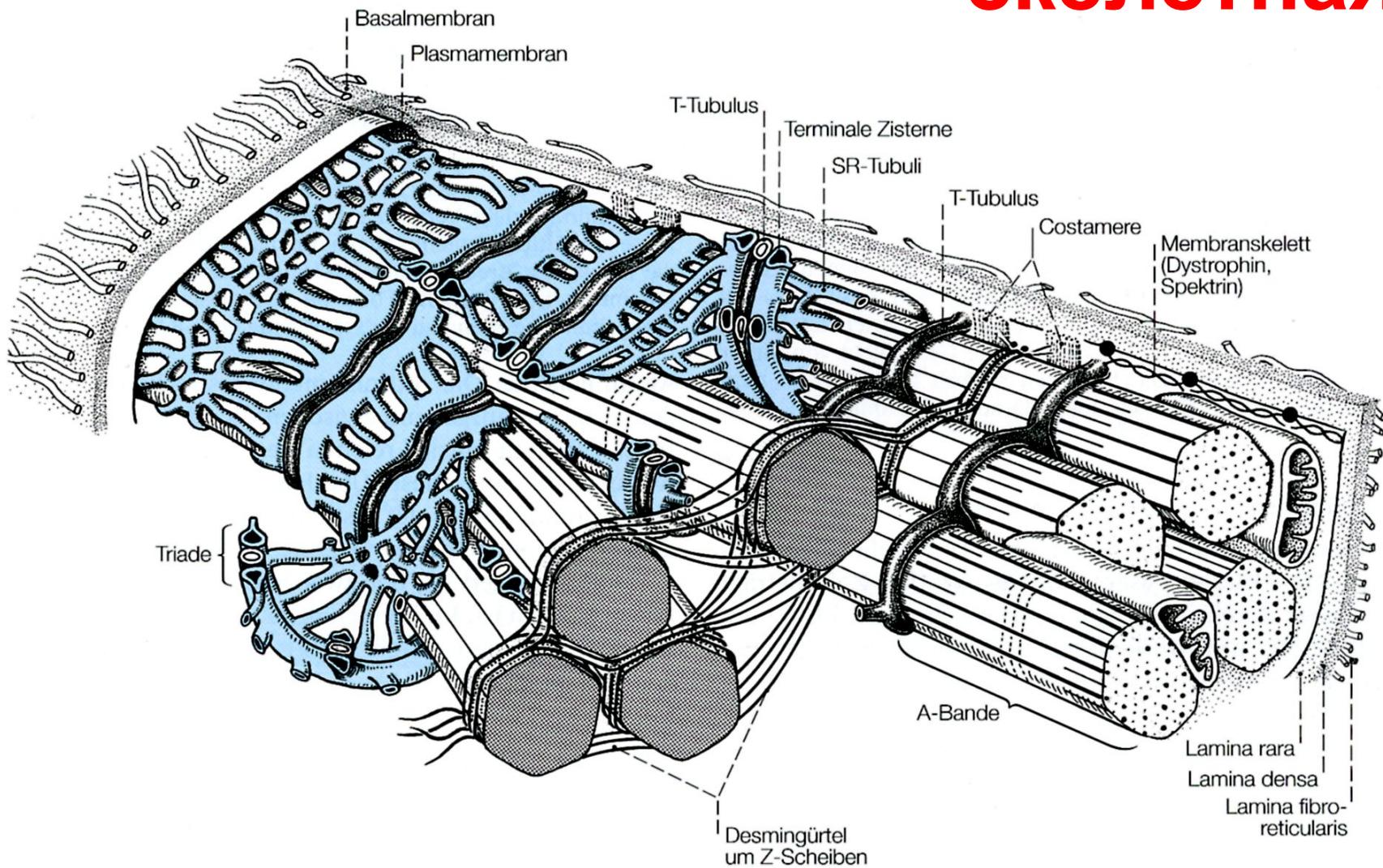


# Поперечно-полосатая скелетная





# Поперечно-полосатая скелетная





# Опорный комплекс

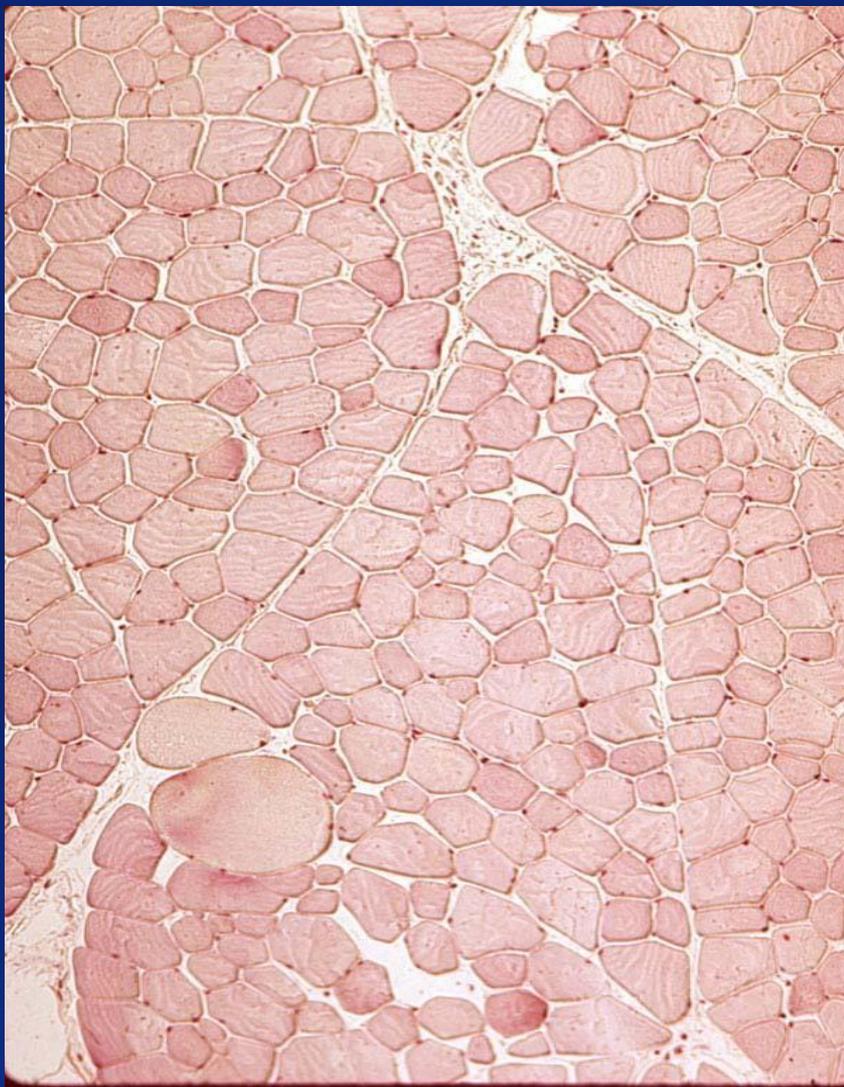
Поперечнополосатые мышечные волокна окружены соединительной тканью эндомизием (пучки 1 порядка).

Пучки параллельно идущих мышечных волокон окружены перимизием (это пучки 2 порядка).

Группы пучков 2 порядка (мышца в целом) окружена эпимизием.



# Опорный комплекс





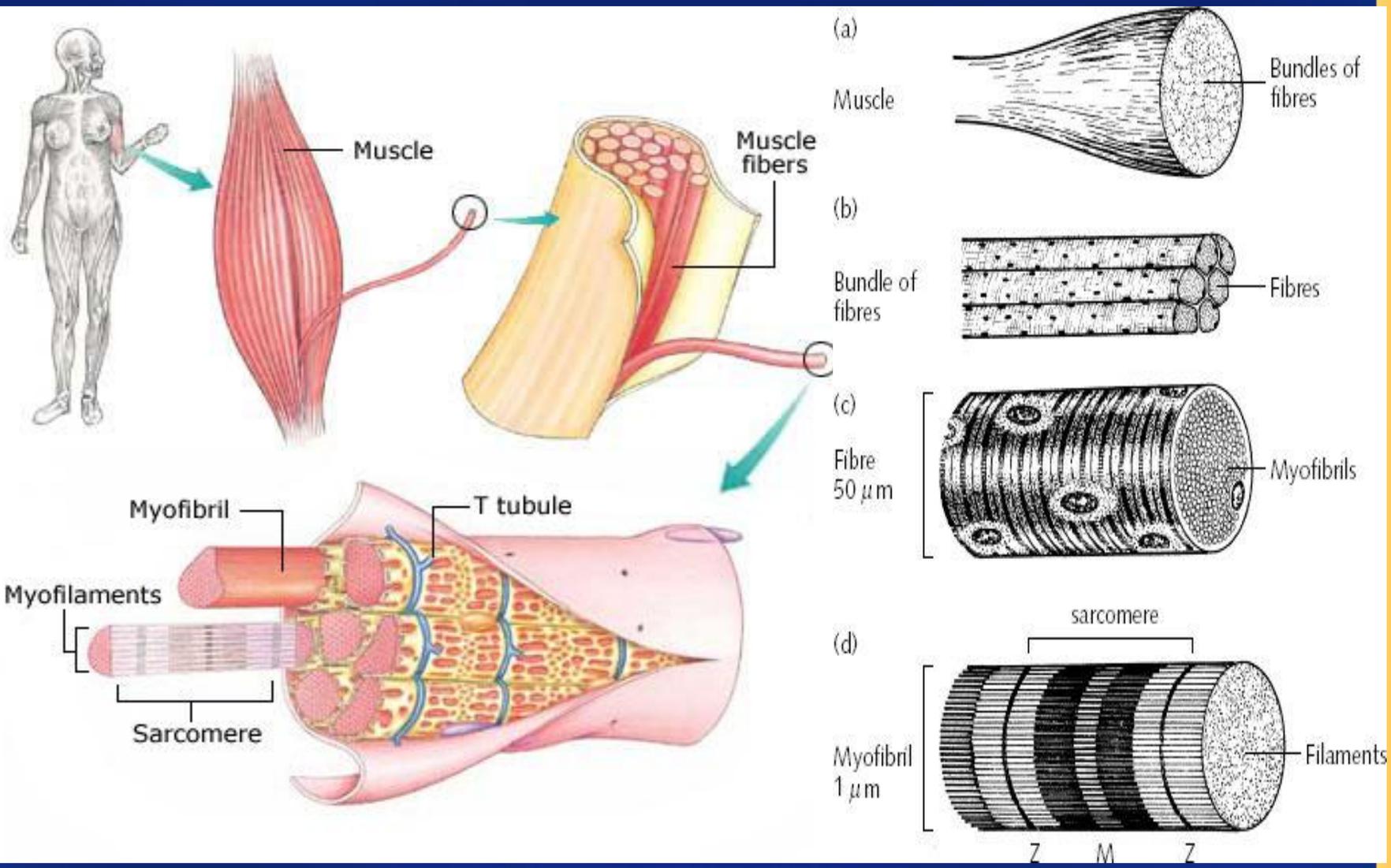
# Мион – СФЕ

## МЫШЦЫ

- включает в себя мышечное волокно с его соединительнотканными, сосудистыми и нервными компонентами;
- мышцы могут сокращаться отдельными мионами
- В мышцах, отличающихся динамичностью и тонкостью дифференцировки функции, мионы состоят из сравнительно небольшого количества мышечных волокон.
- В тех мышцах, которые функционируют более или менее стандартно, главное значение которых заключается не в динамической функции движения, а в статической функции удерживания, в мышцах позиционной функции, больше мышечных волокон входит в состав миона.
- Волокна, относящиеся к одному миону, не всегда располагаются рядом, обычно они чередуются с волокнами других мионов.

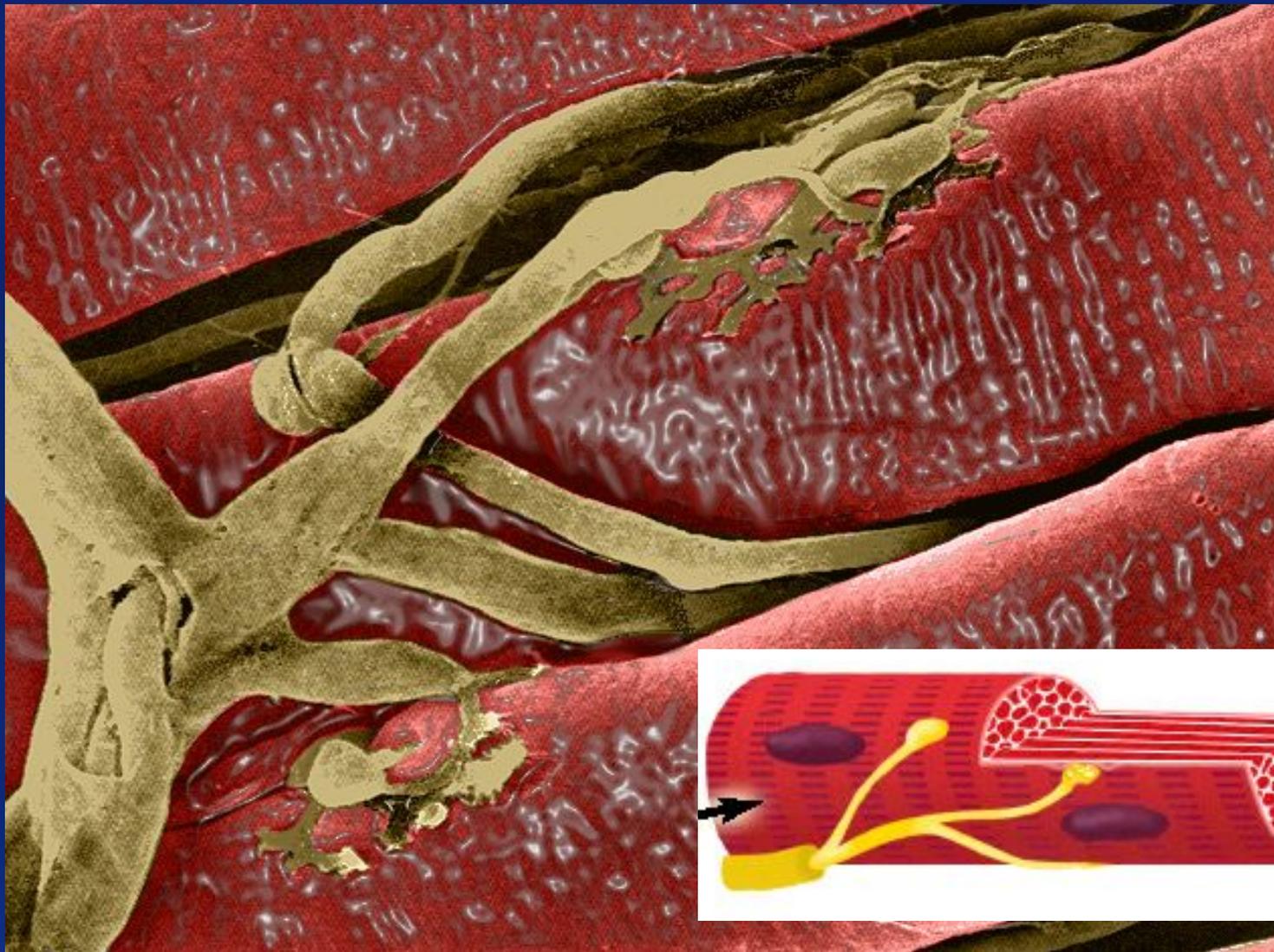


# Мион – СФЕ МЫШЦЫ





# Мион – СФЕ МЫШЦЫ





# Мышца как орган

В мышце различают:

**тело**, или брюшко и

**сухожилие**, покрытое снаружи

*перитенонием*, внутри

имеется *эндотеноний*

- Проксимальные сухожилия целой мышцы (**внемышечные**),
- дистальные части мышечных пучков (**внутримышечные**),
- апоневрозы.

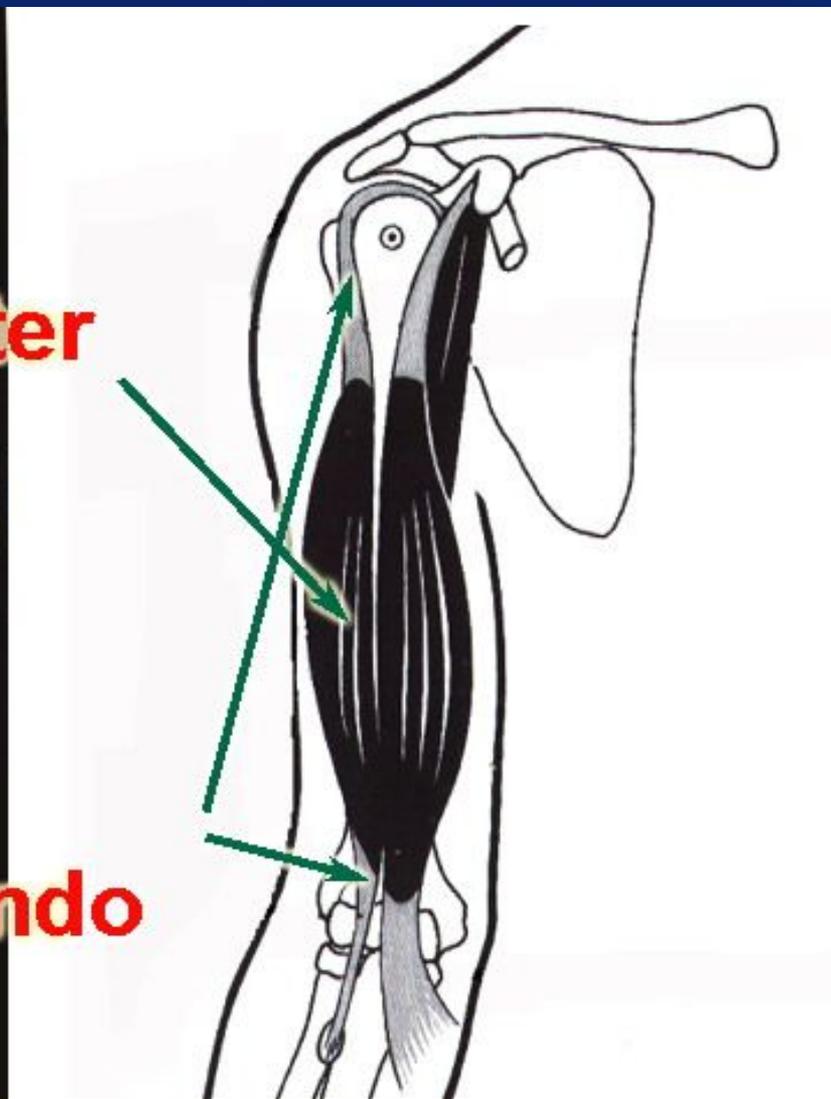


# Мышца как орган



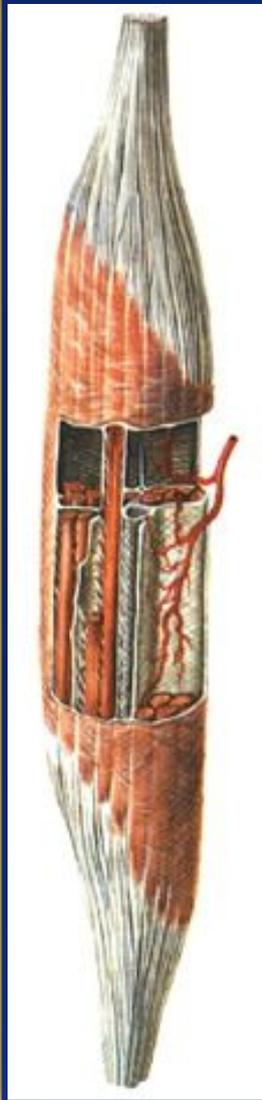
**Venter**

**Tendo**





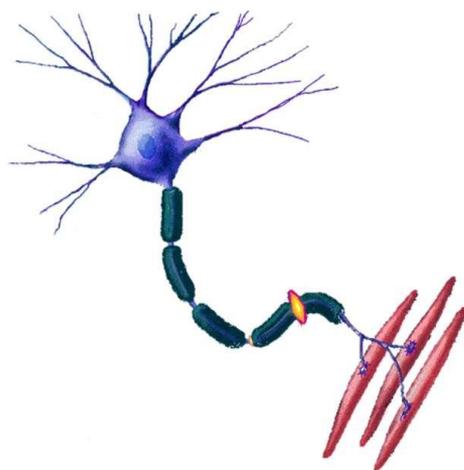
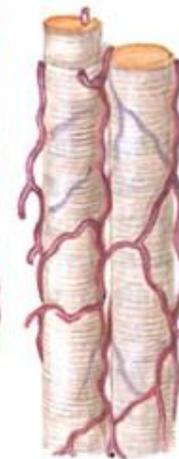
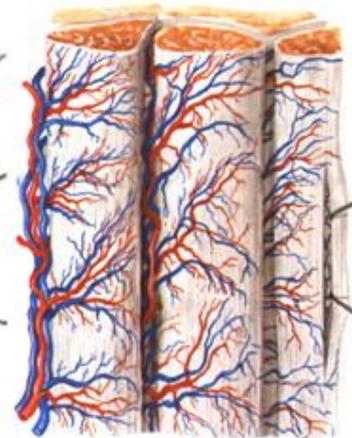
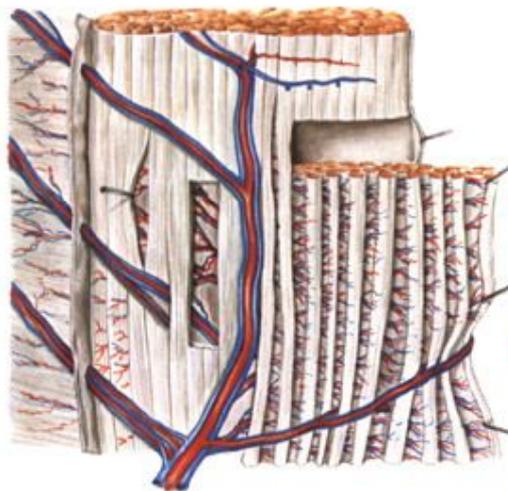
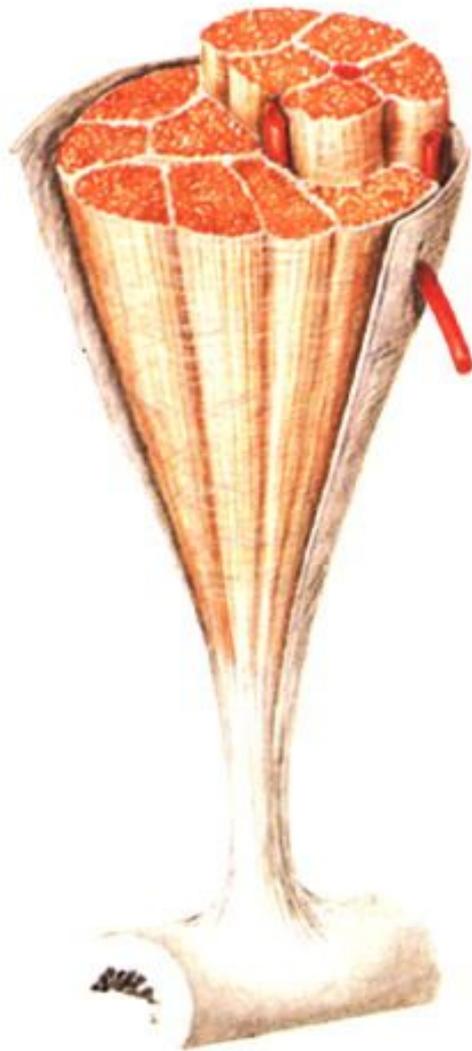
# Hilus musculi



- **Сосуды** проникают в мышечное брюшко с медиальной стороны в одной или нескольких точках, которые называются воротами мышцы.
- **Нервы** проникают в толщину мышцы через ворота вместе с сосудами и разветвляются подобно ветвям дерева.



# Мышца как орган





# Вспомогательный аппарат мышц

- **fascia - ПОВЯЗКА**
  - Fascia musculus (superficialis )
    - connective and adipose tissue
    - storage, insulation, protection
  - Fascia propria (profundus)
    - Epimysium - охватывает мышцу в целом
    - Perimysium - охватывает мышечные пучки
    - Endomysium - охватывает единичное мышечное волокно
- **tendo 1 мм<sup>2</sup>/7 кг**
  - all 3, extend out to connect to bone
  - aponeurosis – плоское широкое сухожилие
- **vagina synovialis tendines**
  - visceral (inner) and parietal (outer) layer
  - synovia | fluid
- **bursae mucosae et synovialis**
- **ossa sesamoidea**



# Классификация МЫШЦ

1. По форме и количеству головок
2. По направлению волокон
3. По характеру движений (функции)
4. По отношению к суставам
5. По содержанию пигмента/типу волокон.
6. По расположению.
7. По развитию.



# По форме и количеству головок

короткие

широкие

длинные

m. rectus abdominis



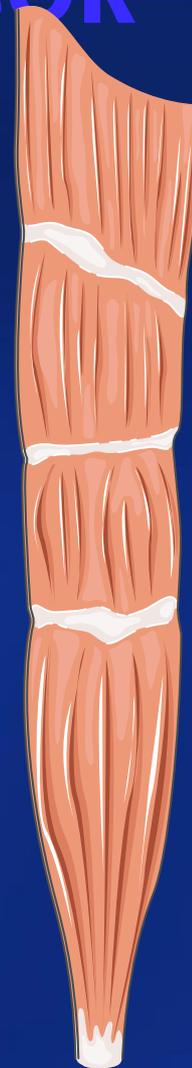
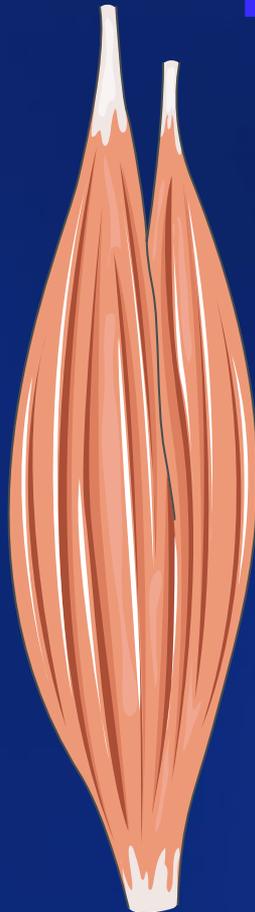
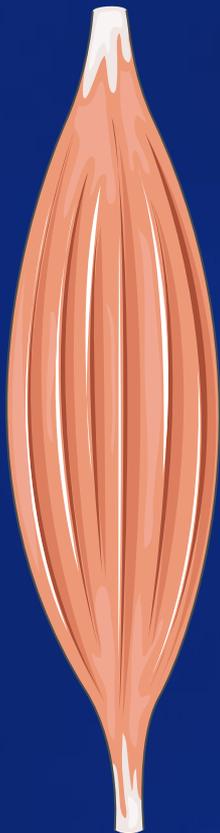
m. intercostalis internus



m. latissimus dorsi



# По форме и количеству ГОЛОВОК





# По форме и количеству головок

веретено-  
видная



**M.fusiformis**

двуглавая



**M.biceps**

трехглавая



**M.triceps**

четырёхглавая



**M.quadriceps**



# По направлению ВОЛОКОН

1) Параллельные волокна

**m.rectus abdominis**

2) Косое направление

**m.obliquus abdominis externus**

3) Поперечные волокна

**m.transversus abdominis**

4) Циркулярные волокна

**m.orbicularis oculi**



# По направлению волокон

параллельное



**m.rectus**

косое



**m.obliquus**

поперечное



**m.transversus**

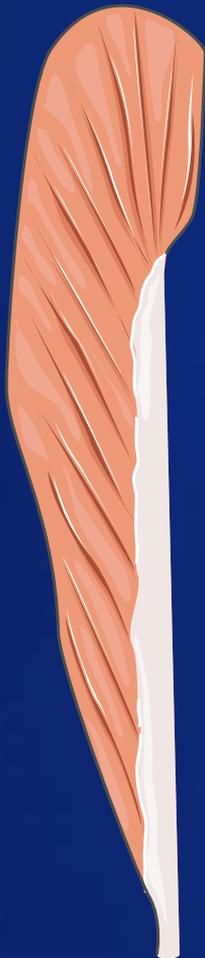
круговое



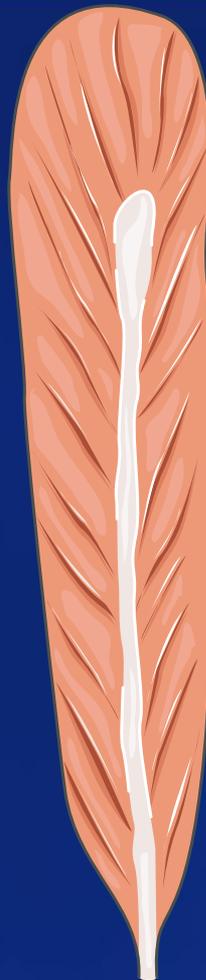
**m.orbicularis**



# По направлению волокон



**mm. unipennati**



**mm. bipennati**



**mm. multipennati**



# По характеру движений (функции)

1) Сгибатели

**m. brachialis**

2) Разгибатели

**m. latissimus dorsi**

3) Приводящие

**m. rhomboideus**

4) Отводящая

**m. deltoideus**

5) Вращатели

а. пронаторы **m.pronator quadratus**

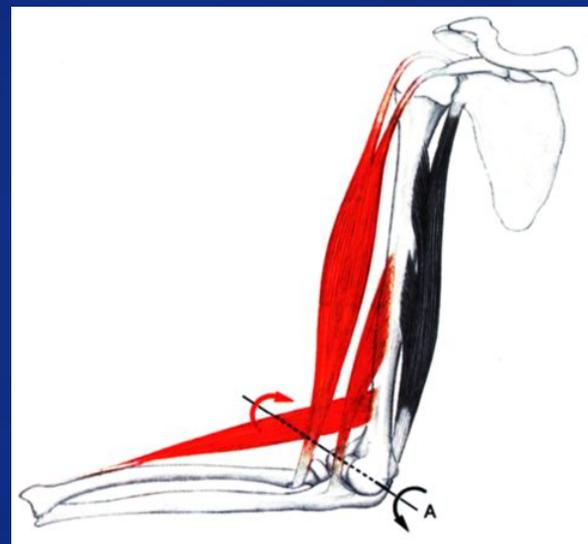
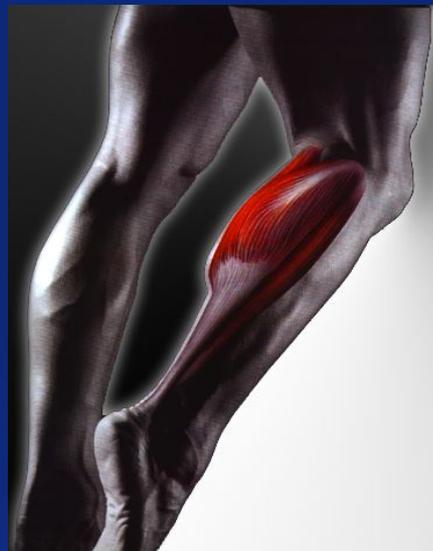
б. супинаторы **m.supinator**



# По функции (П.Ф. Лесгафт)

«**сильные**» (статические) и  
«ловкие» (динамические)

**Антагонисты и синергисты**





## По типу волокон

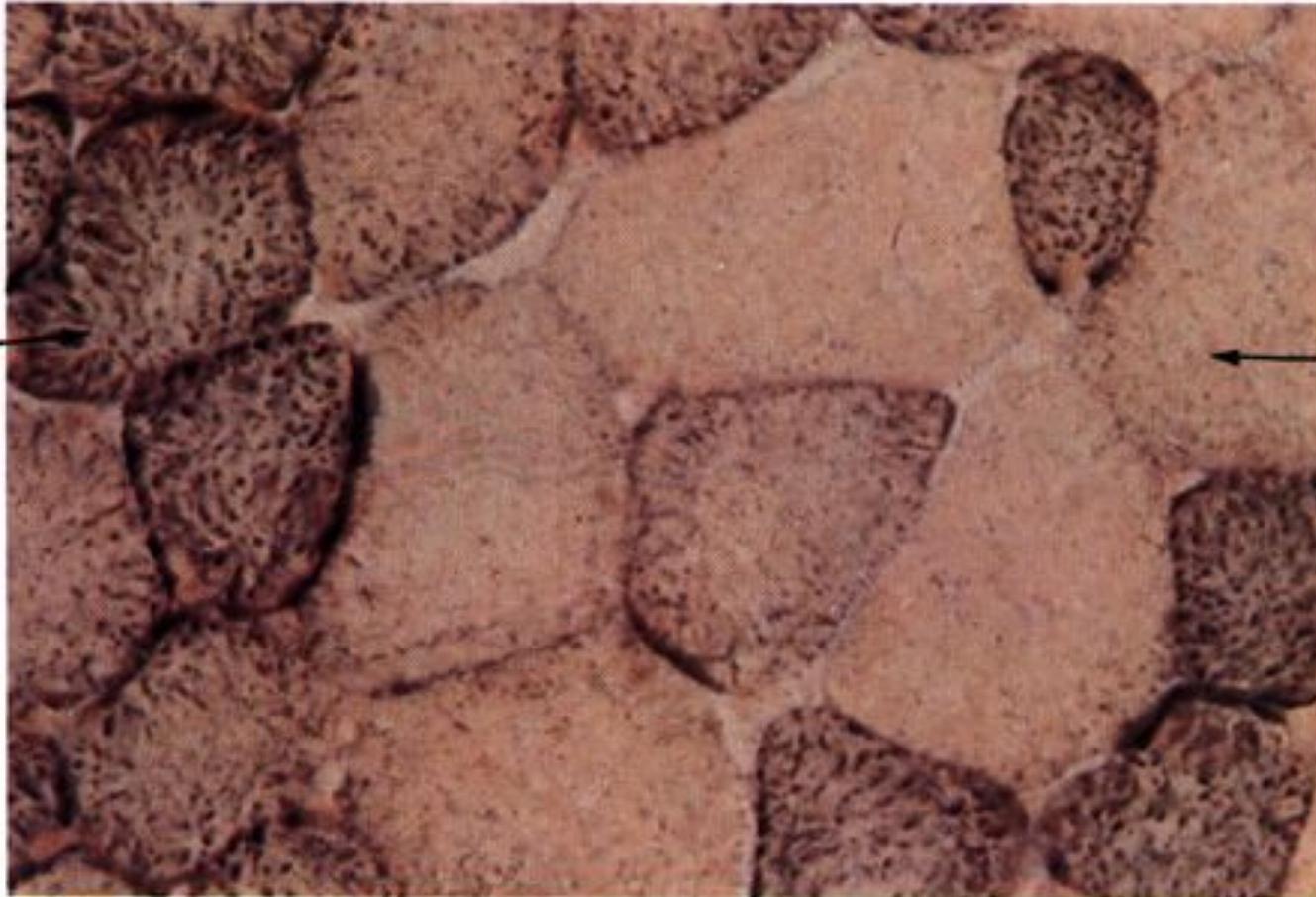
Все мышцы по  
содержанию  
пигмента  
(миоглобин) делят  
на **красные** и **белые**

# STRIATED MUSCLE

Semitendinosus, cross section

Mitochondria; succinic dehydrogenase localization

Red  
muscle  
fiber



White  
muscle  
fiber

20  $\mu$

Rat, Frozen section, Tetrazolium method, 612 x.



## **Красные (50%):**

- **богаты** миоглобином,
- **обильно** кровоснабжаются,
- волокна тонкие, богаты саркоплазмой,
- сокращение **продолжительно**,
- утомляются **медленно**.

Выполняют преимущественно **статическую функцию**.

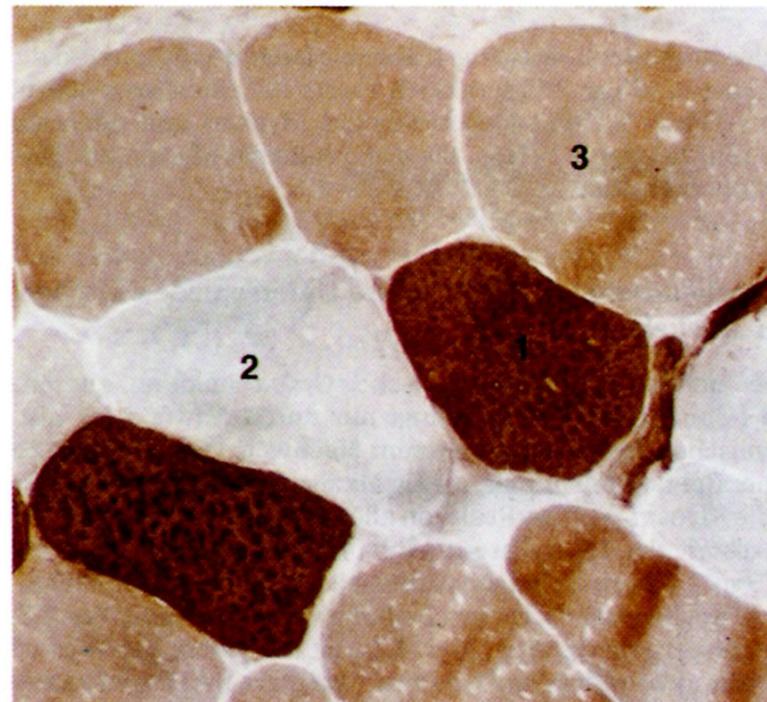
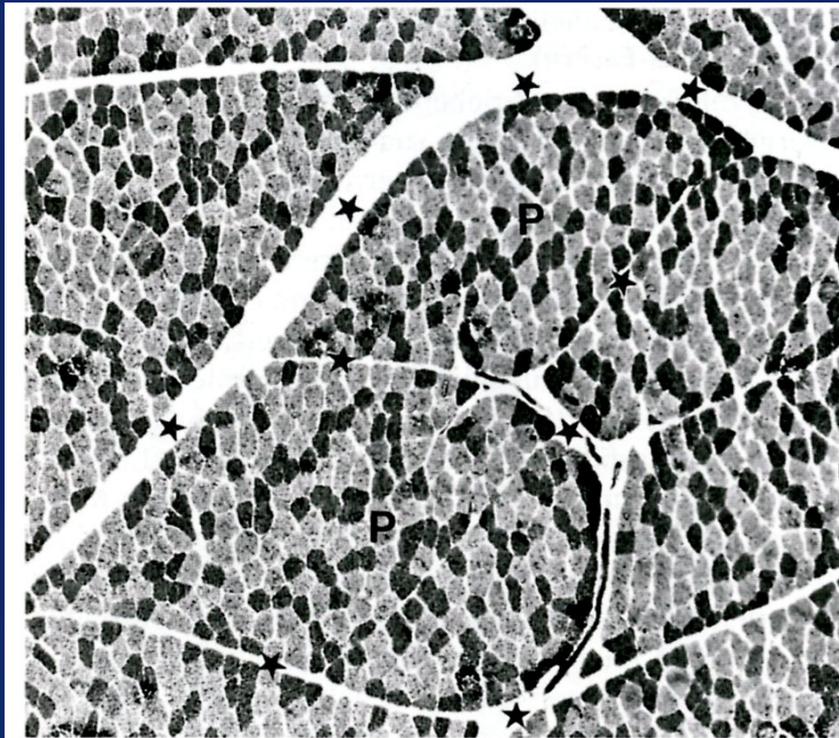


## Белые(20%):

- **бедны** миоглобином,
  - **плохо** кровоснабжаются,
  - волокна длинные, саркоплазмы немного, большое количество миофибрилл
  - **быстро** сокращаются и утомляются
- Выполняют **динамическую функцию.**



# По типу волокон





# По отношению к суставам

- 1) Односуставные  
**m. brachialis**
- 2) Двусуставные  
**m. biceps brachii**
- 3) Многосуставные  
**m. Flexor digitorum profundus**

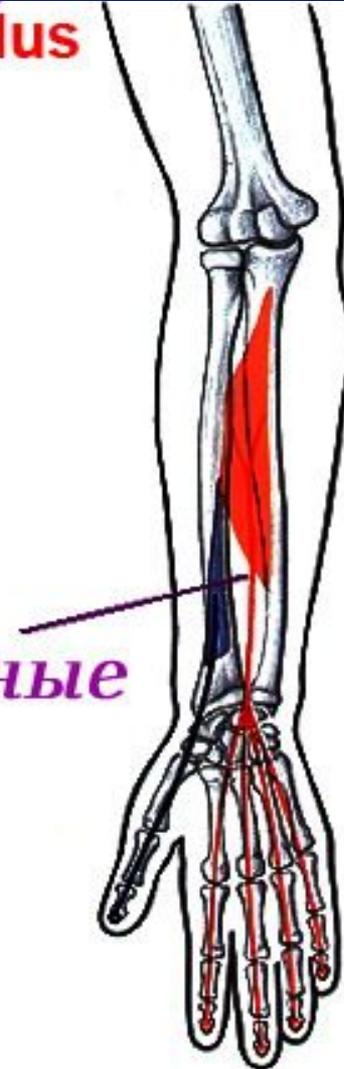


# По отношению к суставам

**m.flexor digitorum profundus**



*многосуставные*





## По расположению

- Поверхностные и глубокие  
*m. trapezius m. splenius capitis*
- Внутренние и наружные  
*mm. intercostales externi et interni*
- Латеральные и медиальные  
*m. longissimus capitis m. semispinalis capitis*



## По развитию

- аутохтонные,
- трункопетальные,
- трункофугальные



# Три вида работы МЫШЦ:

**А – преодолевающая**

**Б – уступающая**

**В – удерживающая**

**Работа мышцы  
характеризуется силой  
МЫШЦЫ**



# Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

- **Количества мышечных волокон**  
(величина мышцы)
- **Площади опоры**  
(на костях, фасциях, других мышцах)
- **Величины угла действия силы**  
(направлением)
- **Места приложения мышц**  
(тип рычага)
- **Состояния нервной системы**



**Сила мышцы**

**(подъемная сила  
мышцы)**

**Сила** зависит от **количества**

**мышечных волокон** входящих

в состав мышцы, т.е. от

**толщины** мышцы, от **площади**

**поперечного сечения**

(плоскости проведенной

перпендикулярно ходу

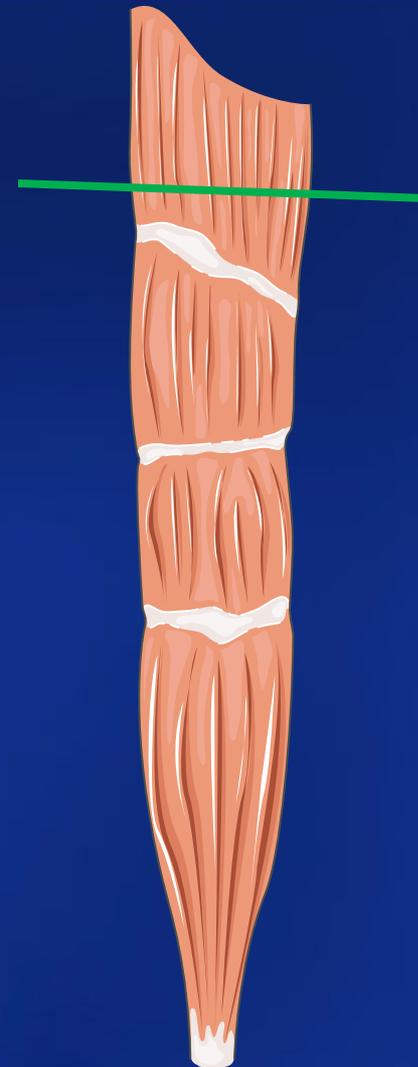
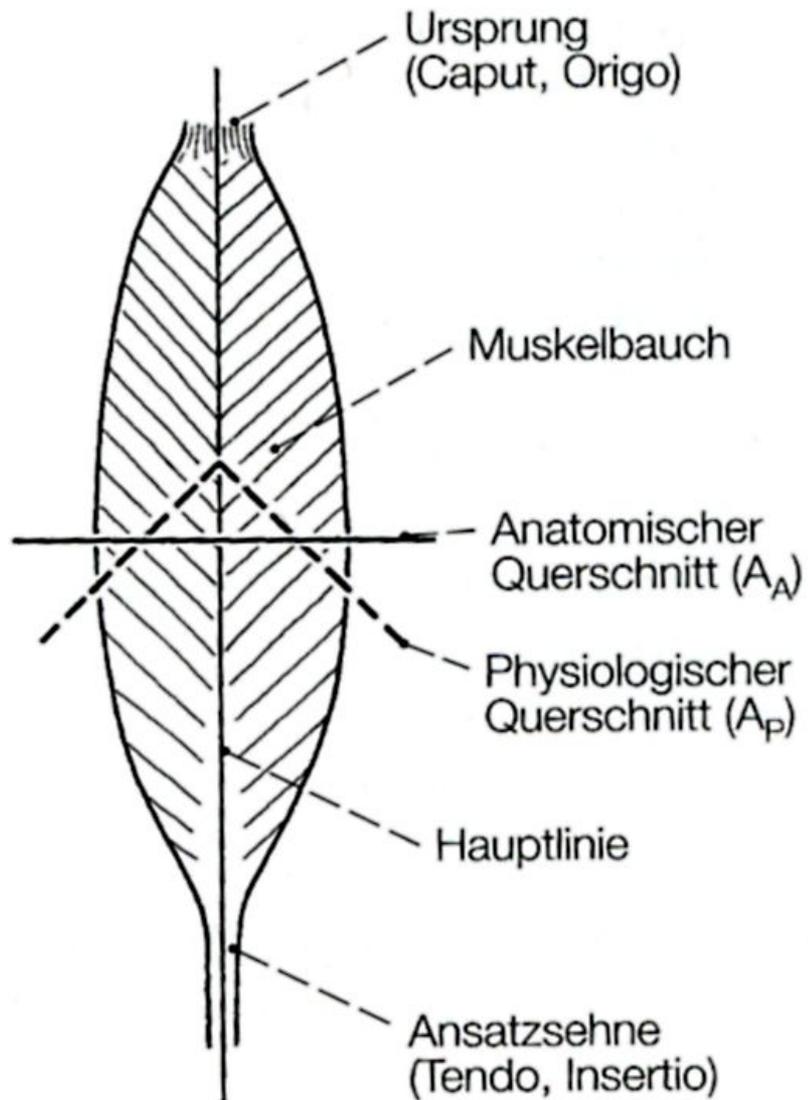
мышечных волокон). Это

**«анатомический»** поперечник

**мышцы.**



# «Анатомический» поперечник мышцы





## Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

**Силу мышцы** можно  
определить с учетом  
**укорочения** мышцы при  
сокращении



«Физиологический»  
поперечник мышцы

«**Физиологический**»

поперечник вычисляем  
на основании отношения  
**периметра** мышцы (по  
наиболее широкой части  
брюшка) к **средней длине**  
мышечных пучков



# «Физиологический» поперечник мышцы

периметр

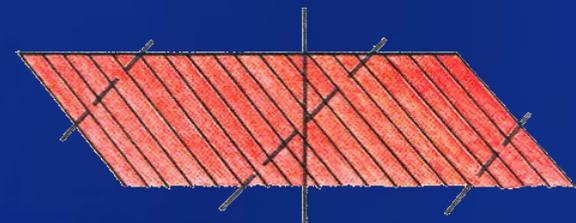
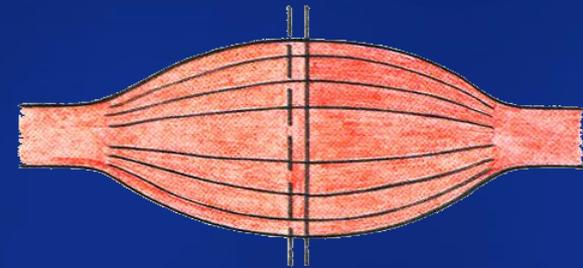
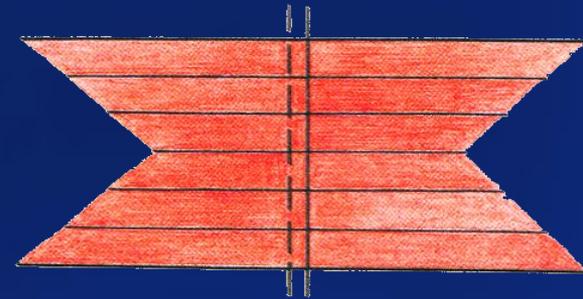
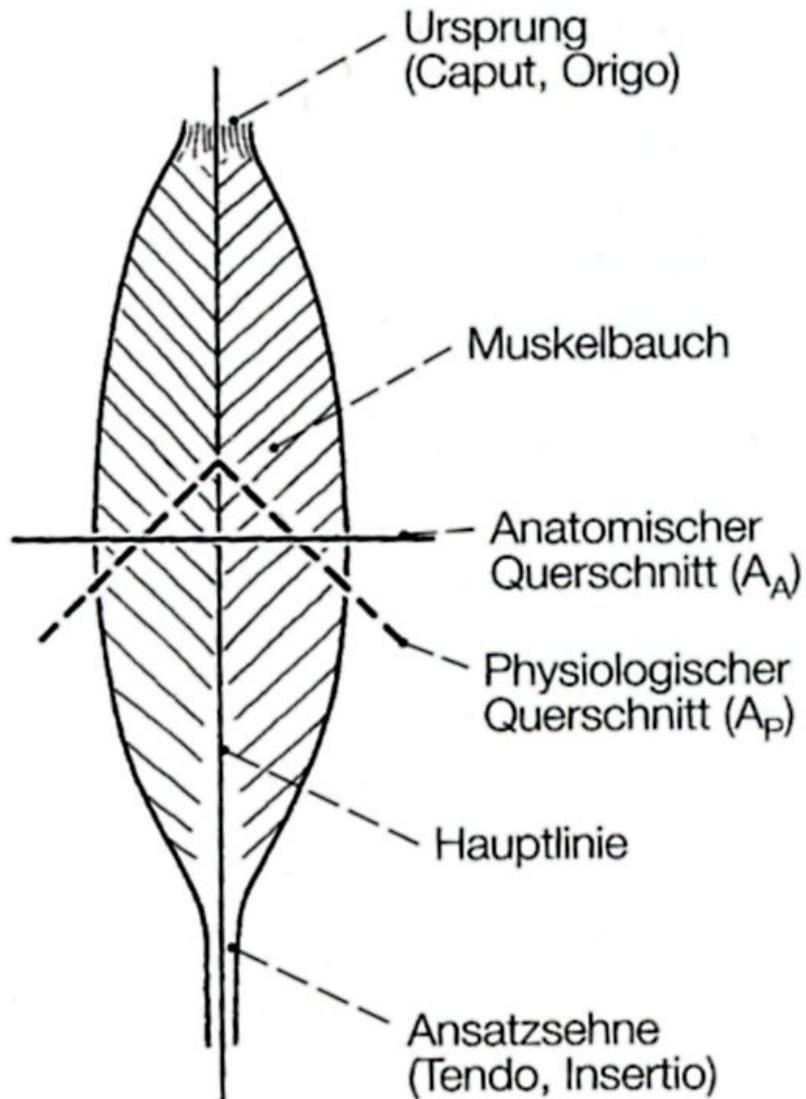
$$\Phi_{\text{п}} = \text{длина} \times \cos \alpha$$

где угол  $\alpha$  - угол перистости  
мышцы (в перистых и  
веерообразных мышцах).

Иногда  $\Phi_{\text{п}}$  высчитываем  
исходя из объема **брюшка** и  
его веса.



# Сила мышцы (подъемная сила мышцы)



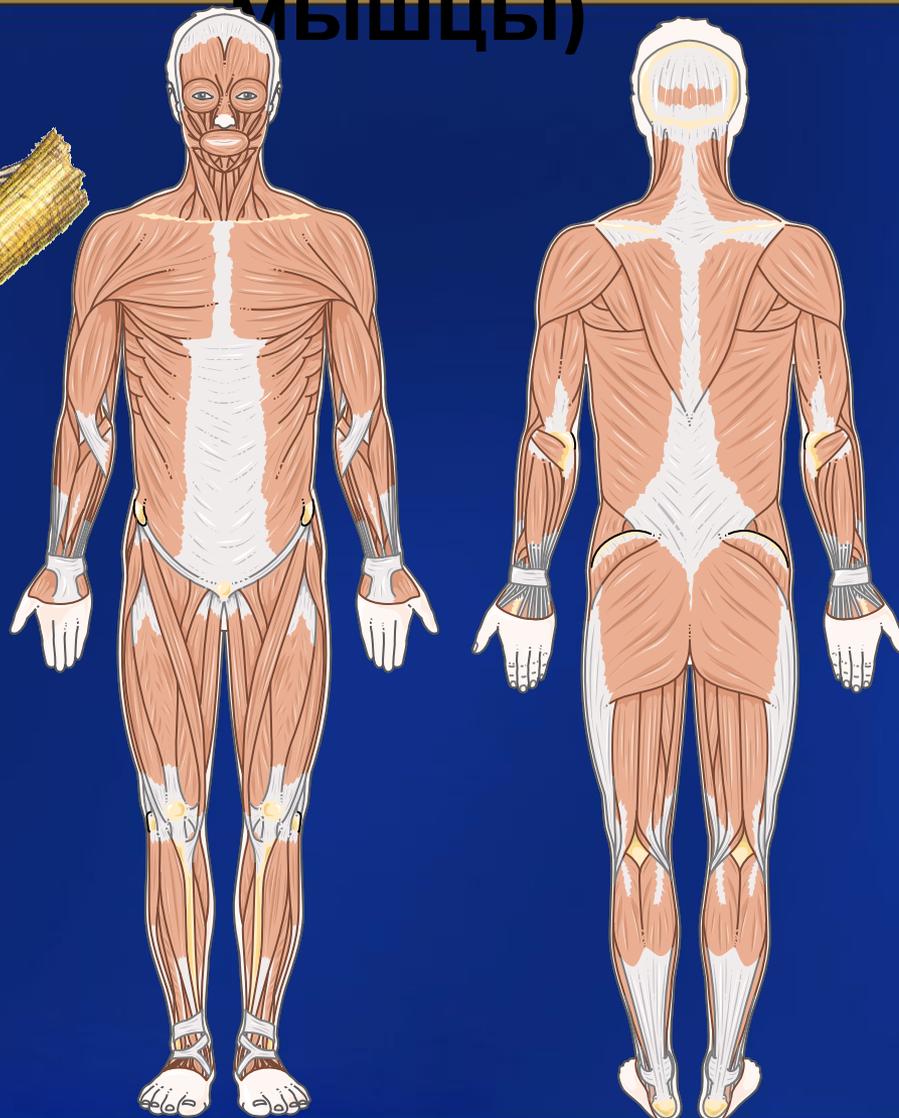
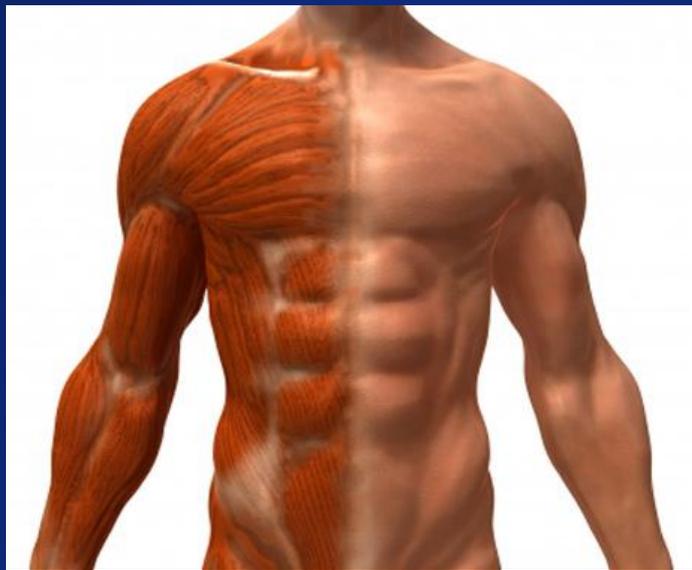
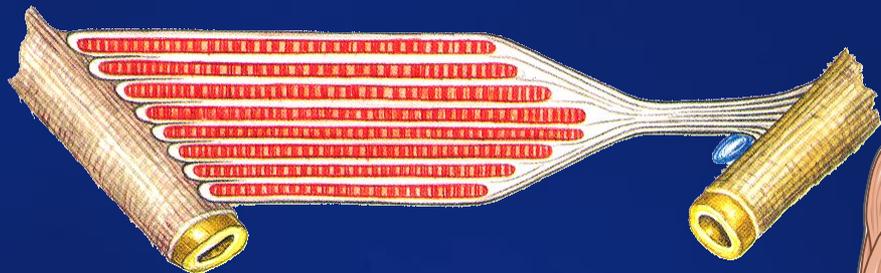


# Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

- **Количества мышечных волокон**  
(величина мышцы)
- **Площади опоры**  
(на костях, фасциях, других мышцах)
- **Величины угла действия силы**  
(направлением)
- **Места приложения мышц**  
(тип рычага)
- **Состояния нервной системы**



# Сила мышцы (подъемная сила мышцы)





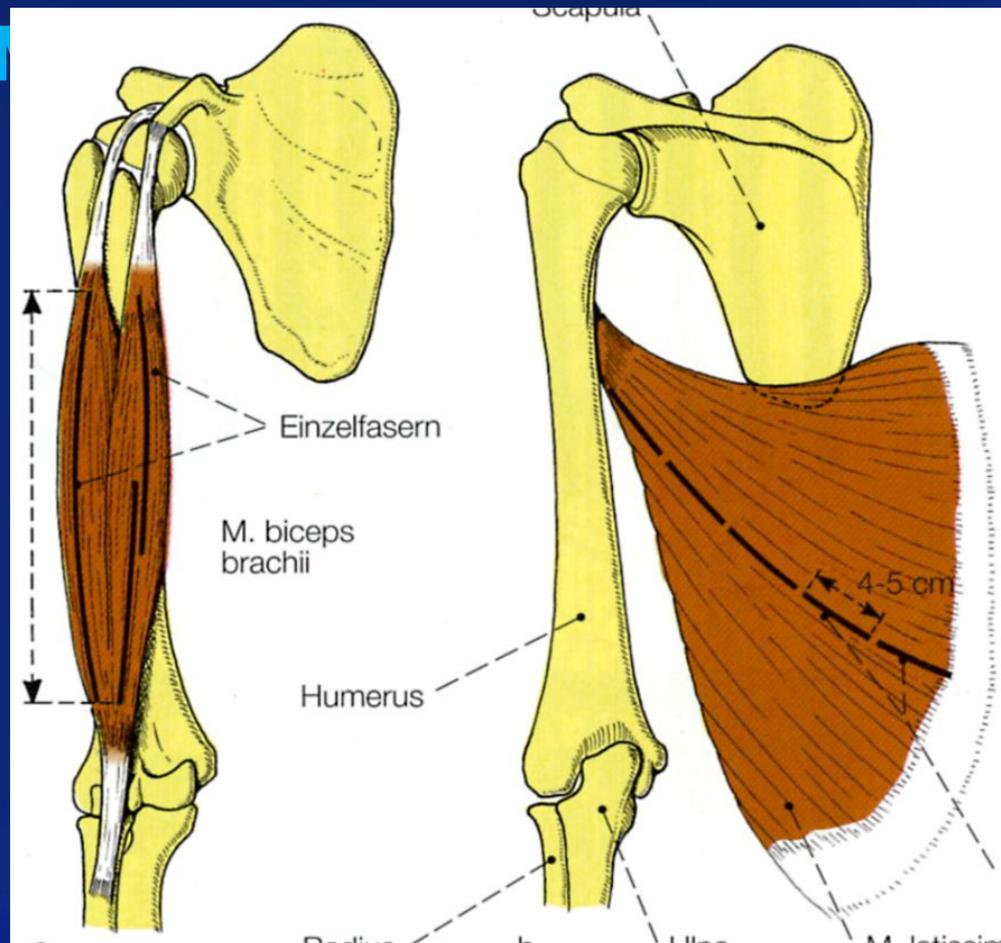
# Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

- **Количества мышечных волокон**  
(величина мышцы)
- **Площади опоры**  
(на костях, фасциях, других мышцах)
- **Величины угла действия силы**  
(направлением)
- **Места приложения мышц**  
(тип рычага)
- **Состояния нервной системы**



# Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

Сила мышцы характеризуется  
направлением





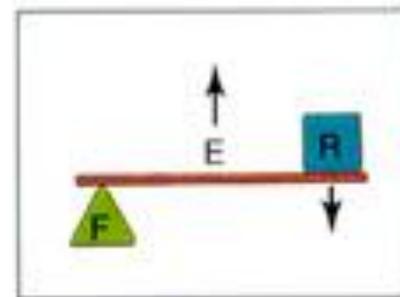
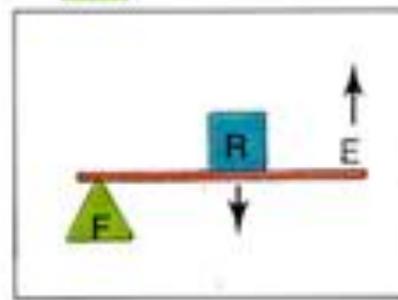
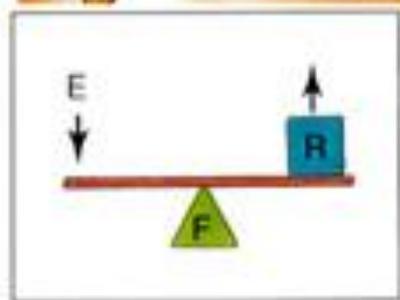
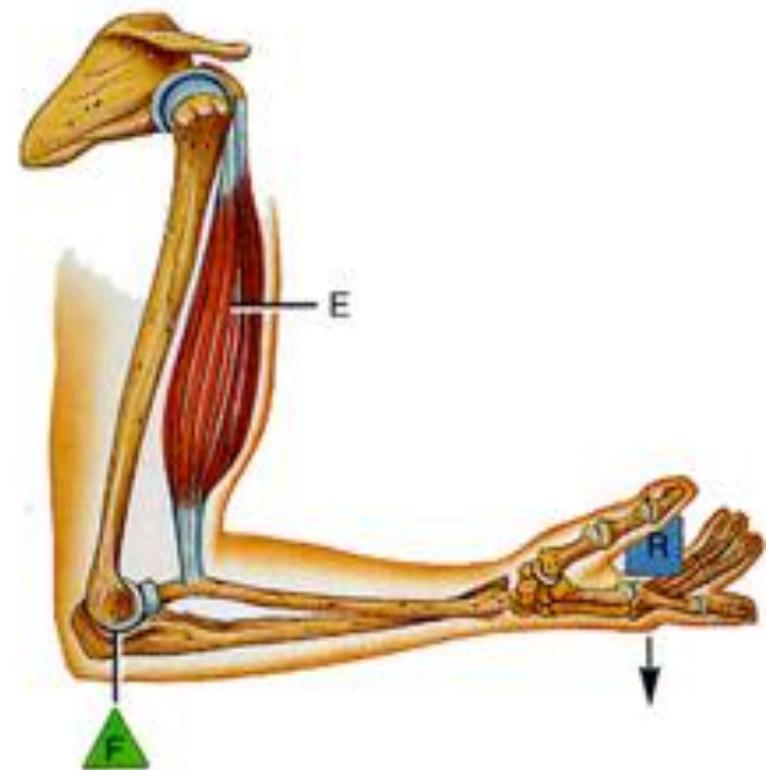
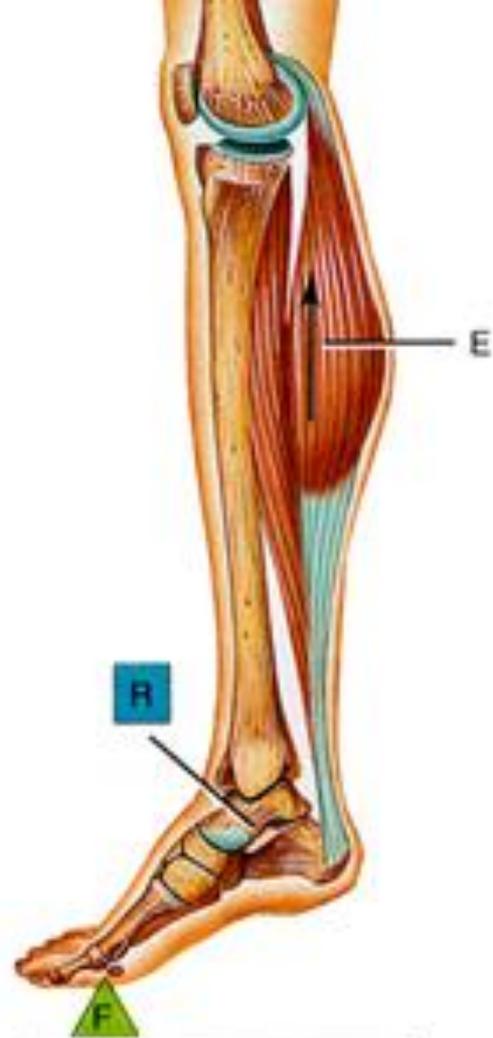
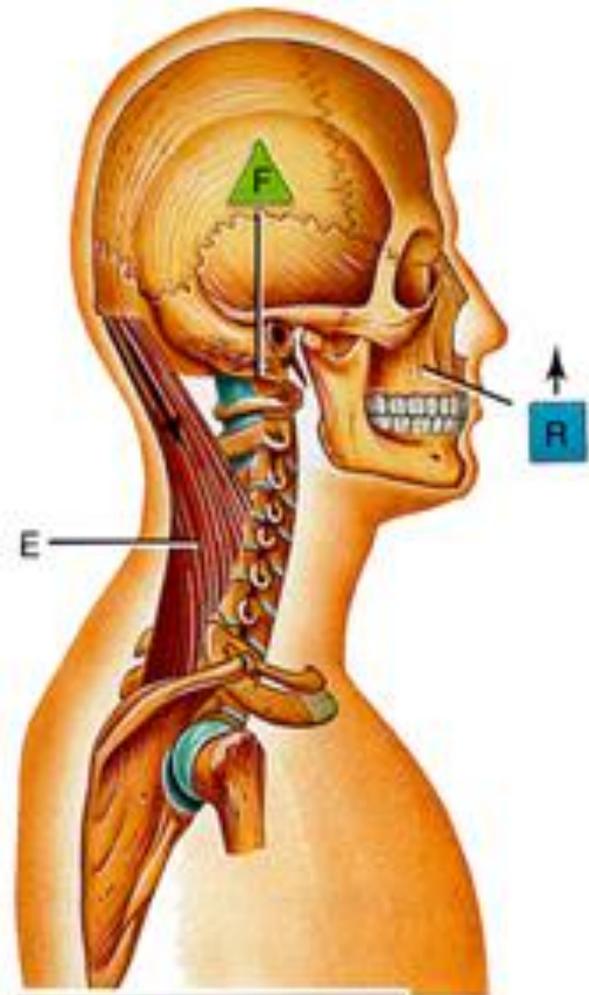
# Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

- **Количества мышечных волокон**  
(величина мышцы)
- **Площади опоры**  
(на костях, фасциях, других мышцах)
- **Величины угла действия силы**  
(направлением)
- **Места приложения мышц**  
(тип рычага)
- **Состояния нервной системы**



# Биомеханика соединений

- Рычаг - всякое твердое тело, способное совершать вращательные движения около оси ( $F$ ), на плечи которого действуют две противоположные силы: движущая сила ( $E$ ) и сила сопротивления ( $R$ ).
- Плечо рычага - расстояние от оси вращения до точки приложения силы.
- Рычаг I рода - равновесия
- Рычаг II рода - силы
- Рычаг III рода - скорости



(a) First-class lever

(b) Second-class lever

(c) Third-class lever



# Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

- **Количества мышечных волокон**  
(величина мышцы)
- **Площади опоры**  
(на костях, фасциях, других мышцах)
- **Величины угла действия силы**  
(направлением)
- **Места приложения мышц**  
(тип рычага)
- **Состояния нервной системы**



# Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

