



**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.



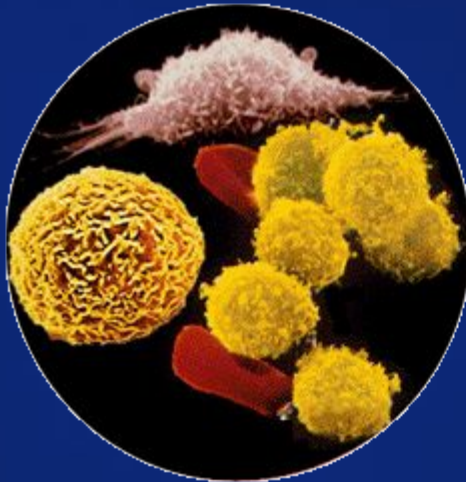
Свойства мышечных тканей

- **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.

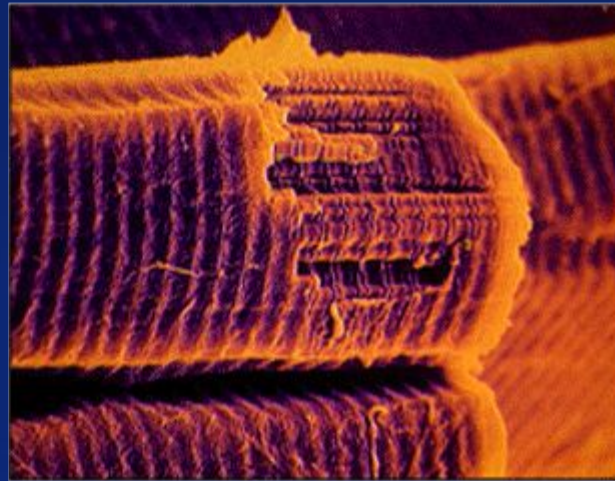


4 главных типа движений

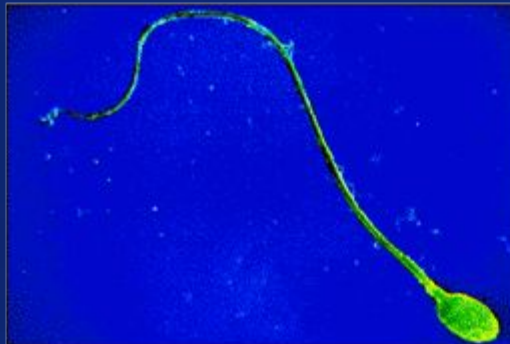
Сократимость – одно из основных свойств живой протоплазмы.



амебовидное



мышечное



ресничное

жгутиковое





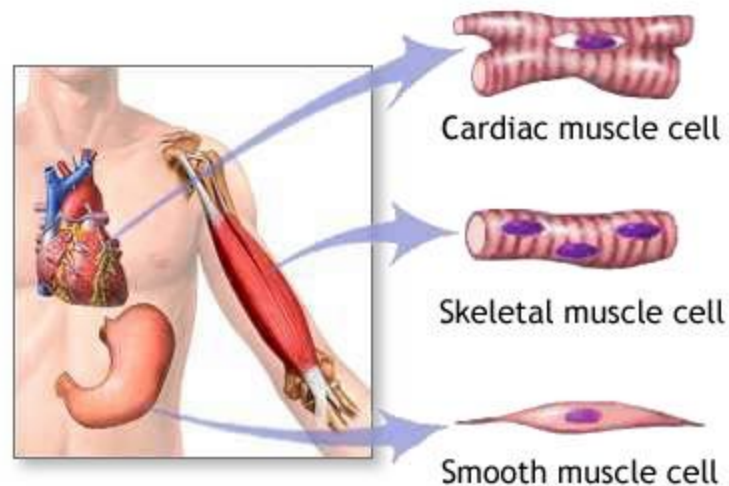
Мышечные движения

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



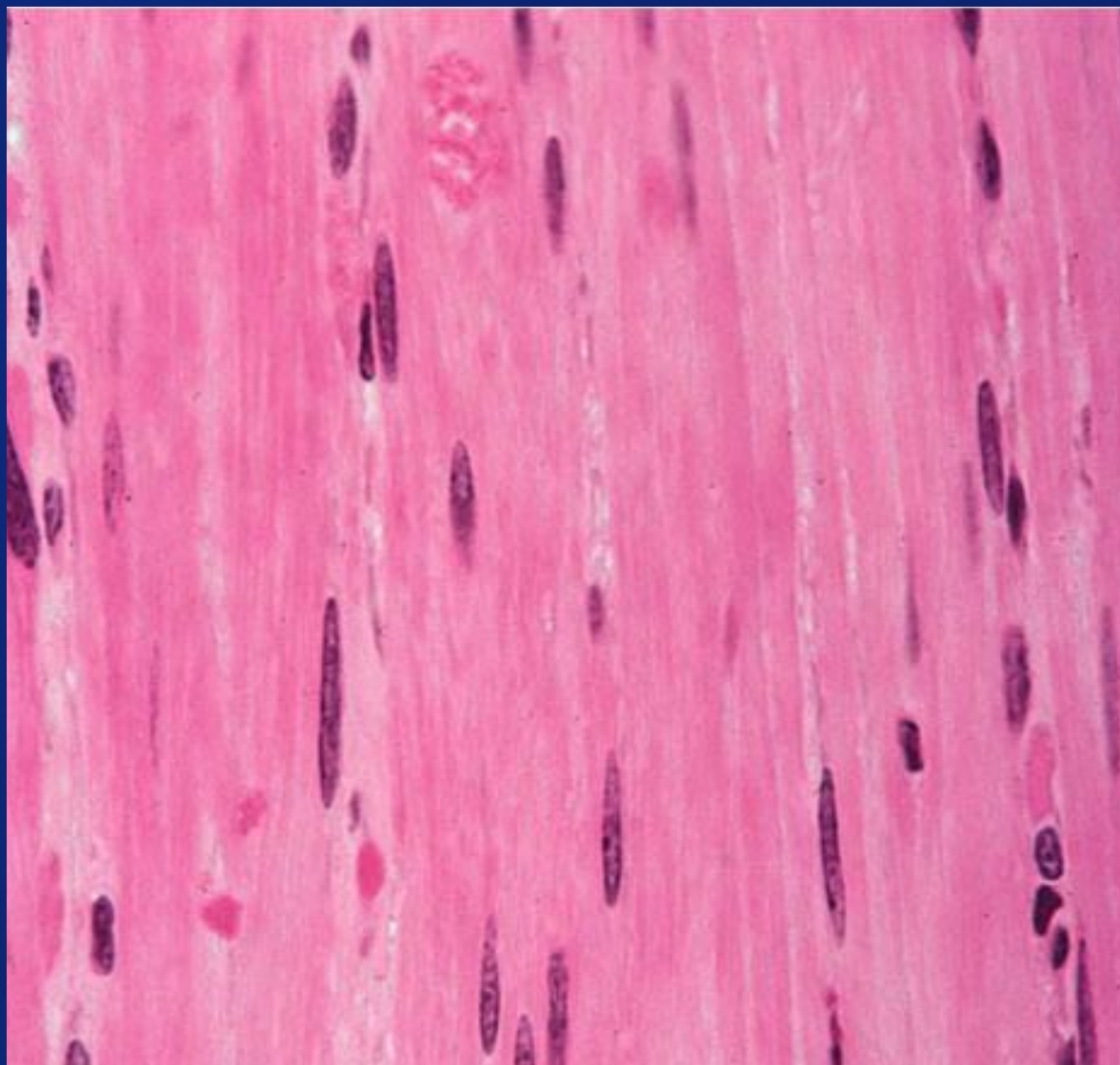
Виды мышечной ткани

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





Гладкая мышца



SMOOTH MUSCLE

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

Serosa

Longitudinal smooth muscle layer

Auerbach's plexus of nerve cells and fibers

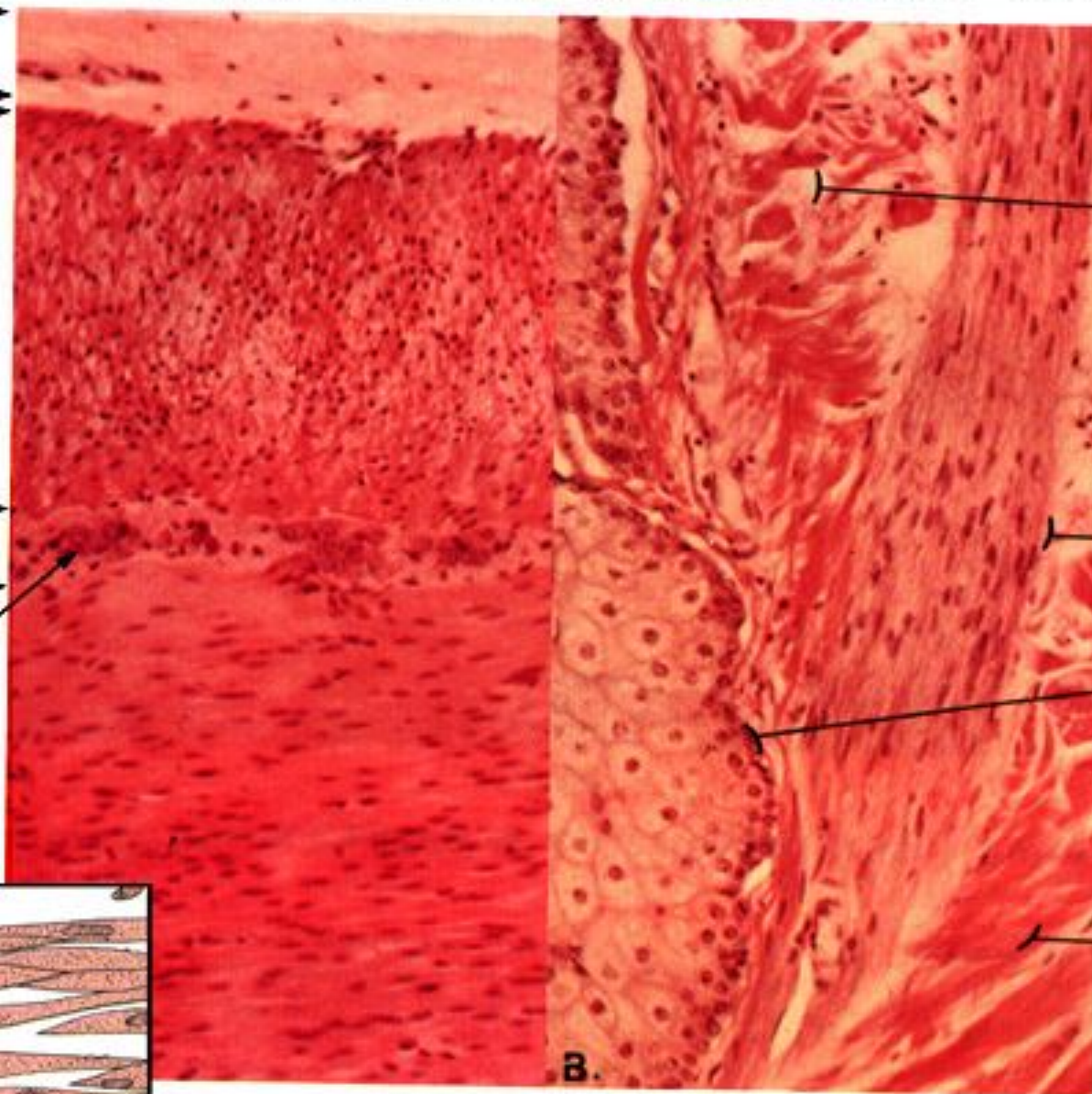
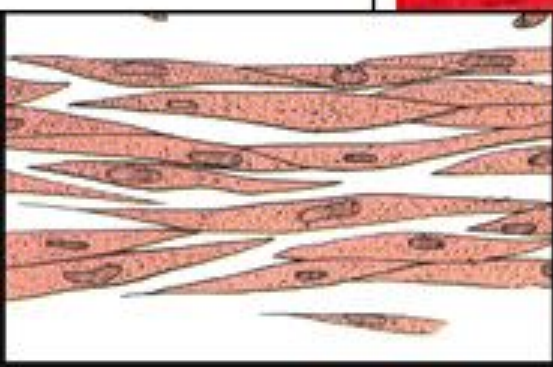
Circular smooth muscle layer

Collagenous connective tissue

Arrector pili smooth muscle

Sebaceous gland

Collagenous connective tissue



100 μ

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

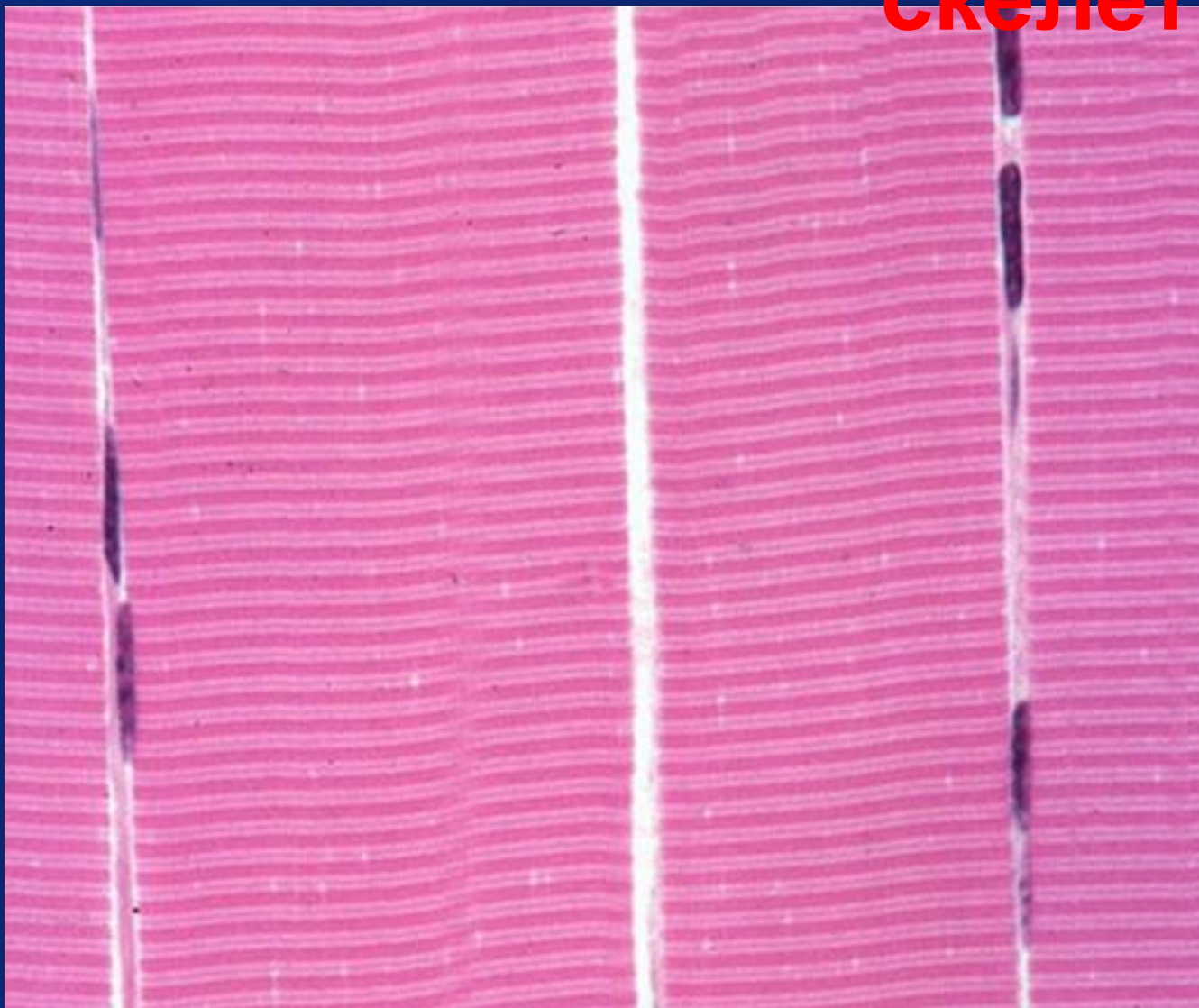
20-500 мкм

5-8 мкм



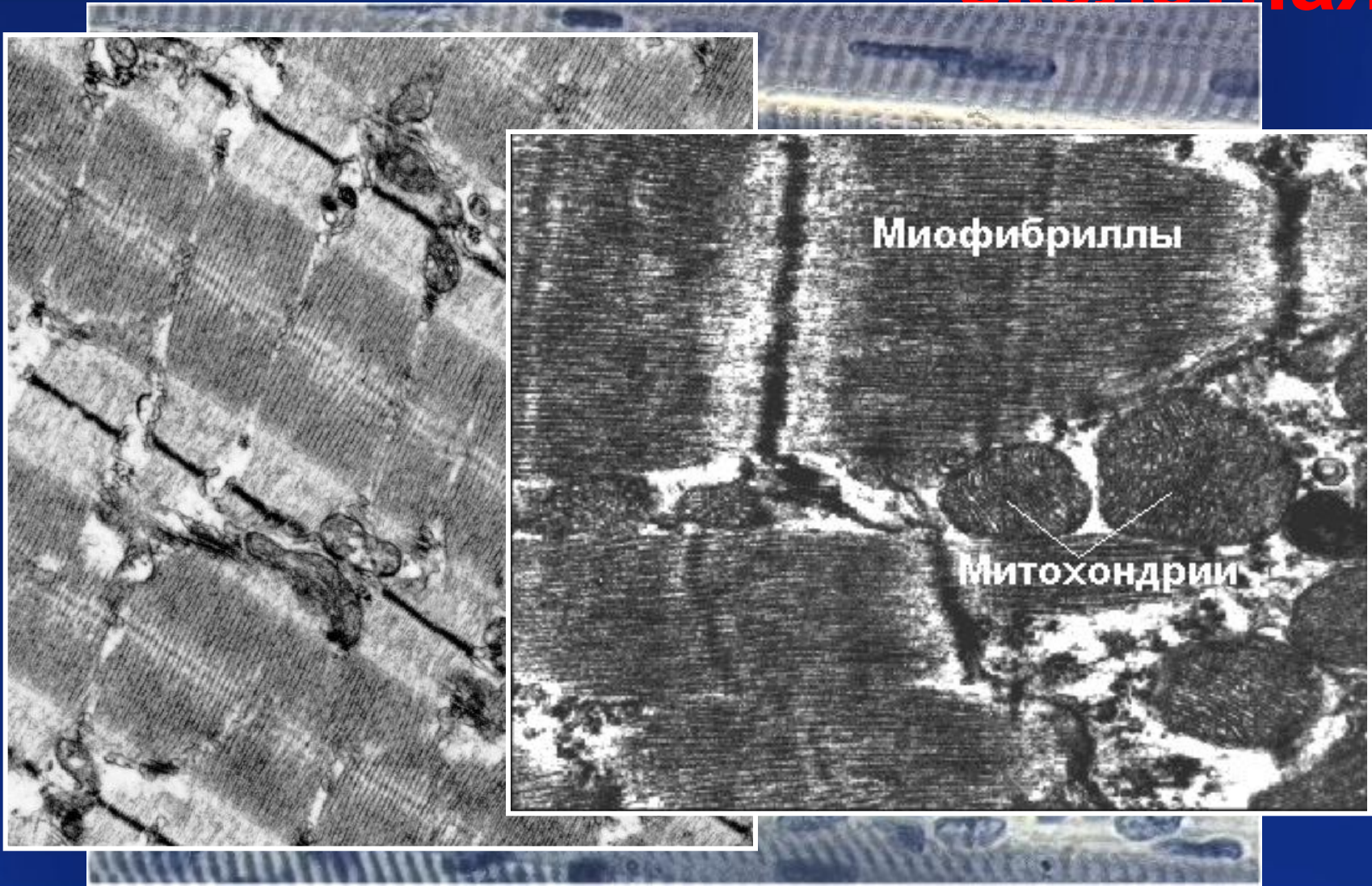


Поперечно-полосатая скелетная



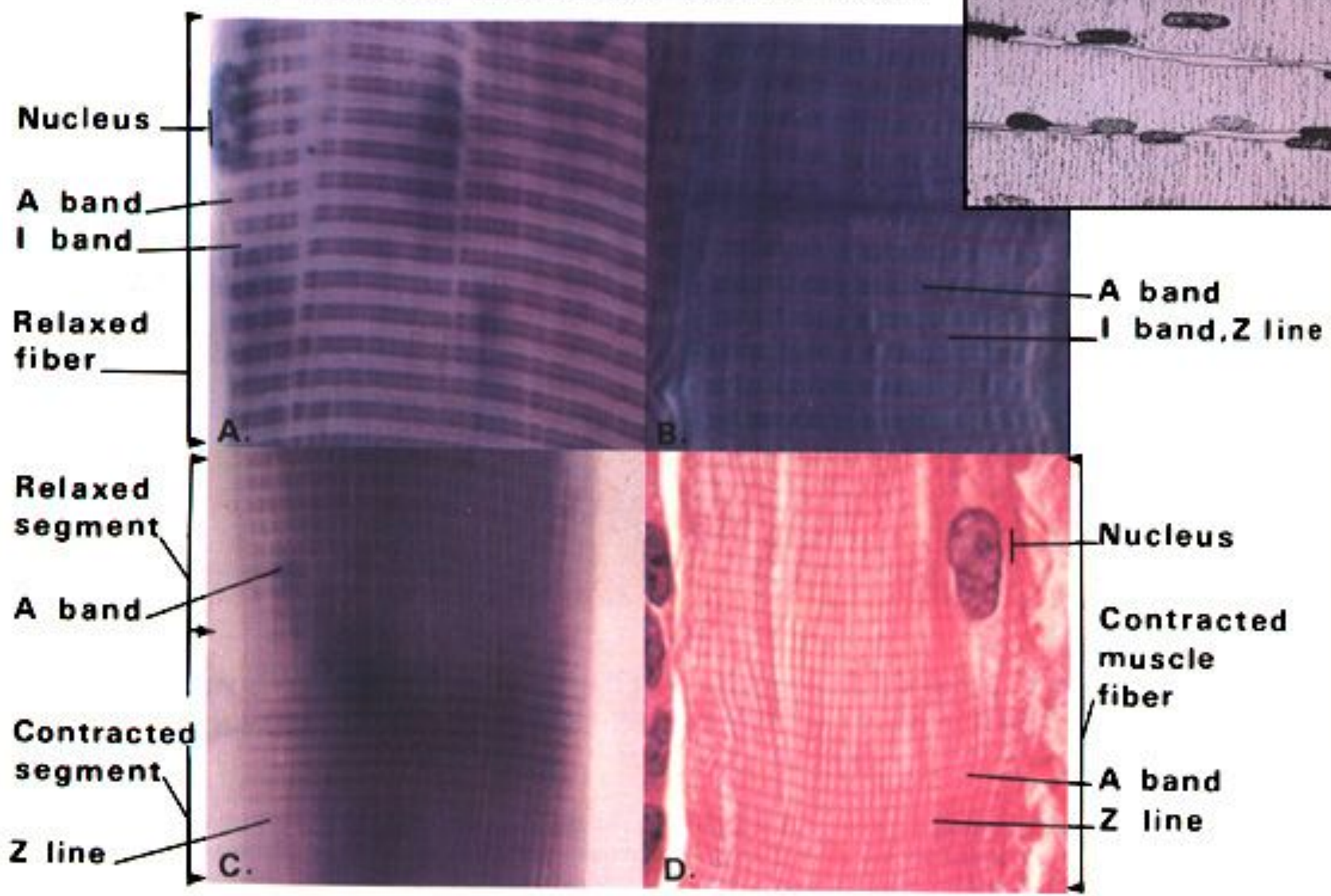
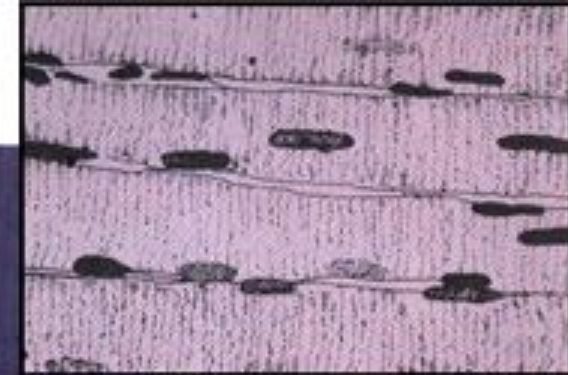


Поперечно-полосатая скелетная



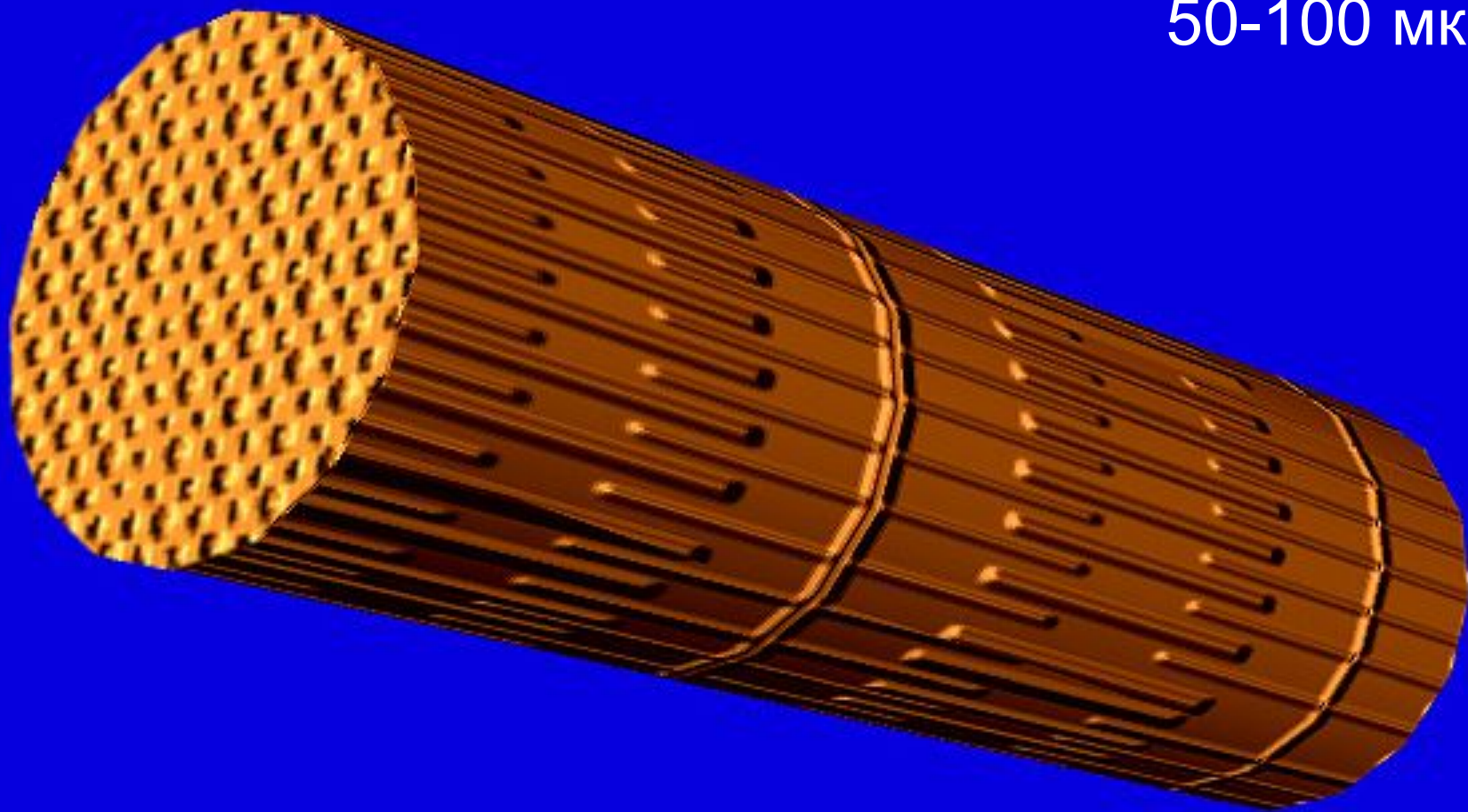
STRIATED MUSCLE

Relaxed and contracted muscle fibers



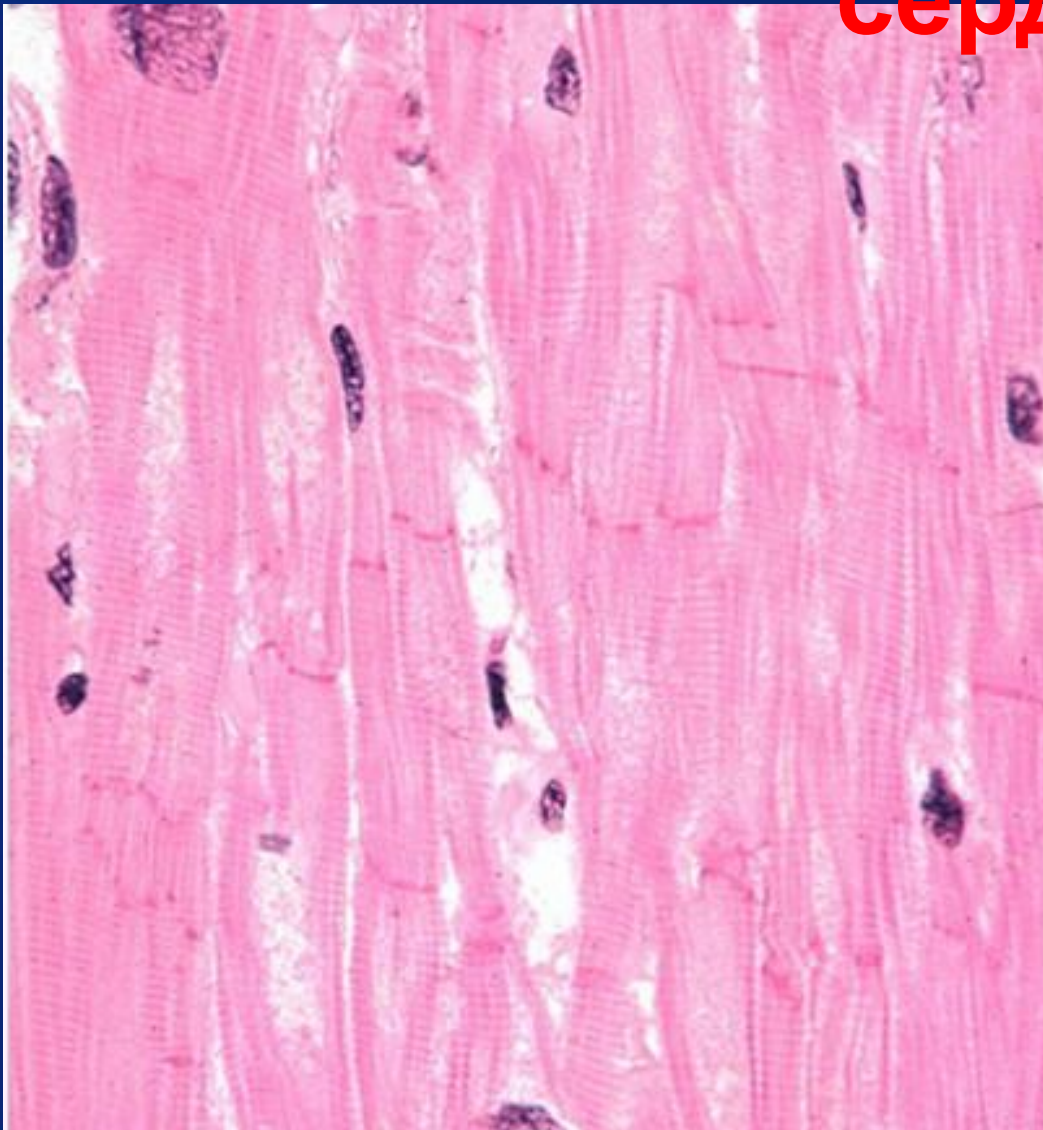
Human; Helly's fluid; A.,C., Phosphotungstic acid hematoxylin, B. Mallory-azan, D. H. & E.; 1416x.

16 cm
50-100 мкм



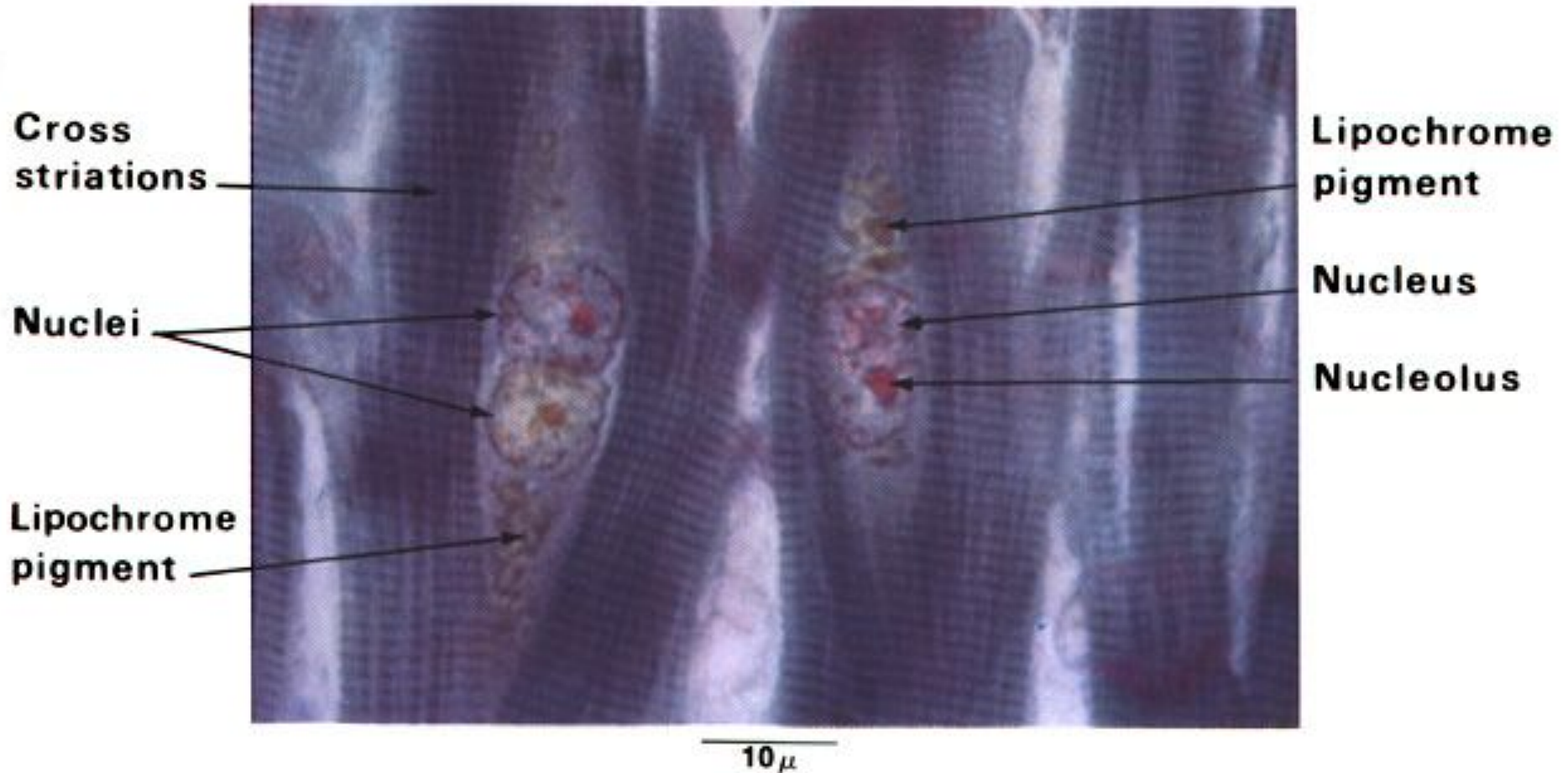


Поперечно-полосатая сердечная



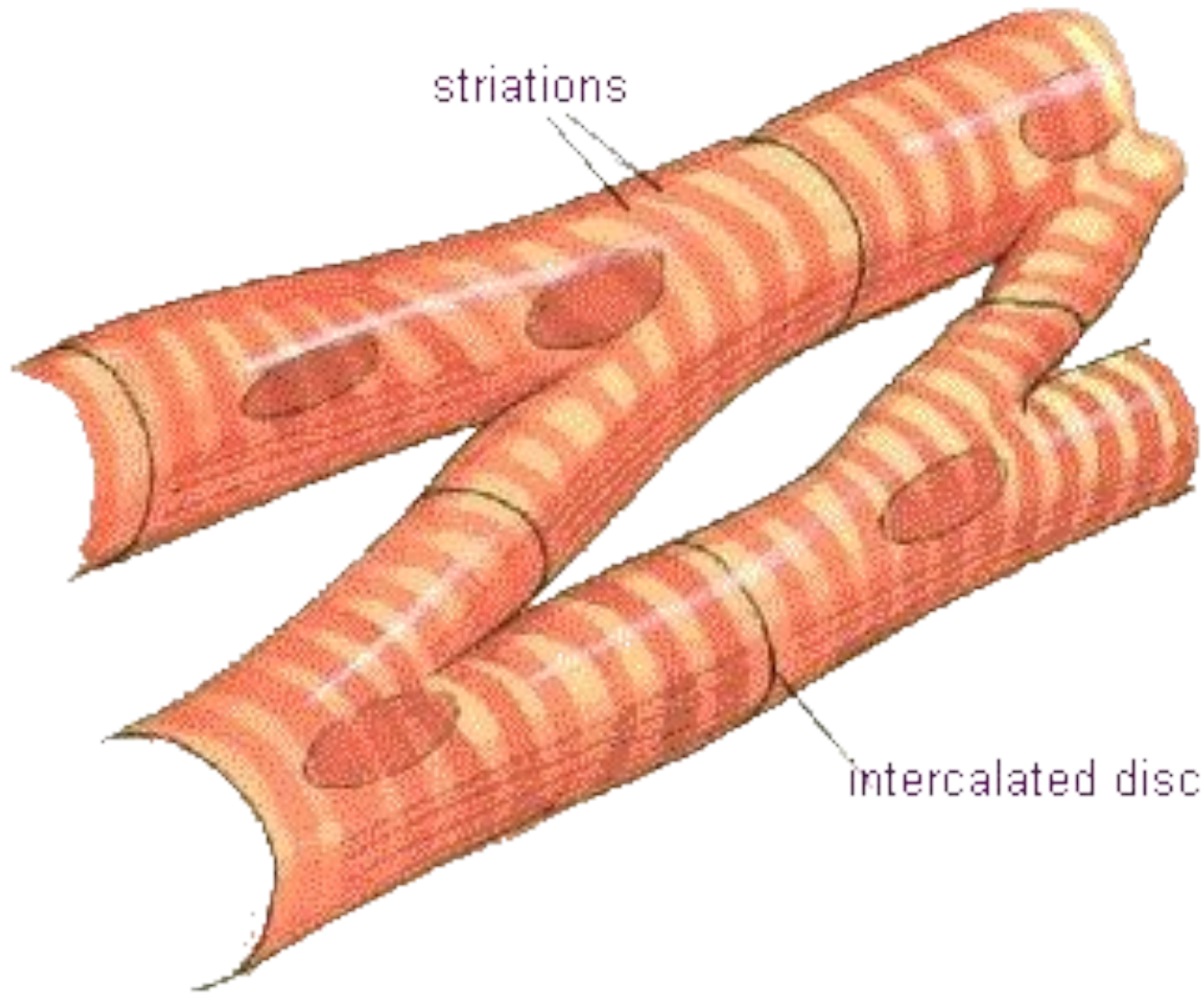
CARDIAC MUSCLE

Lipochrome pigment



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

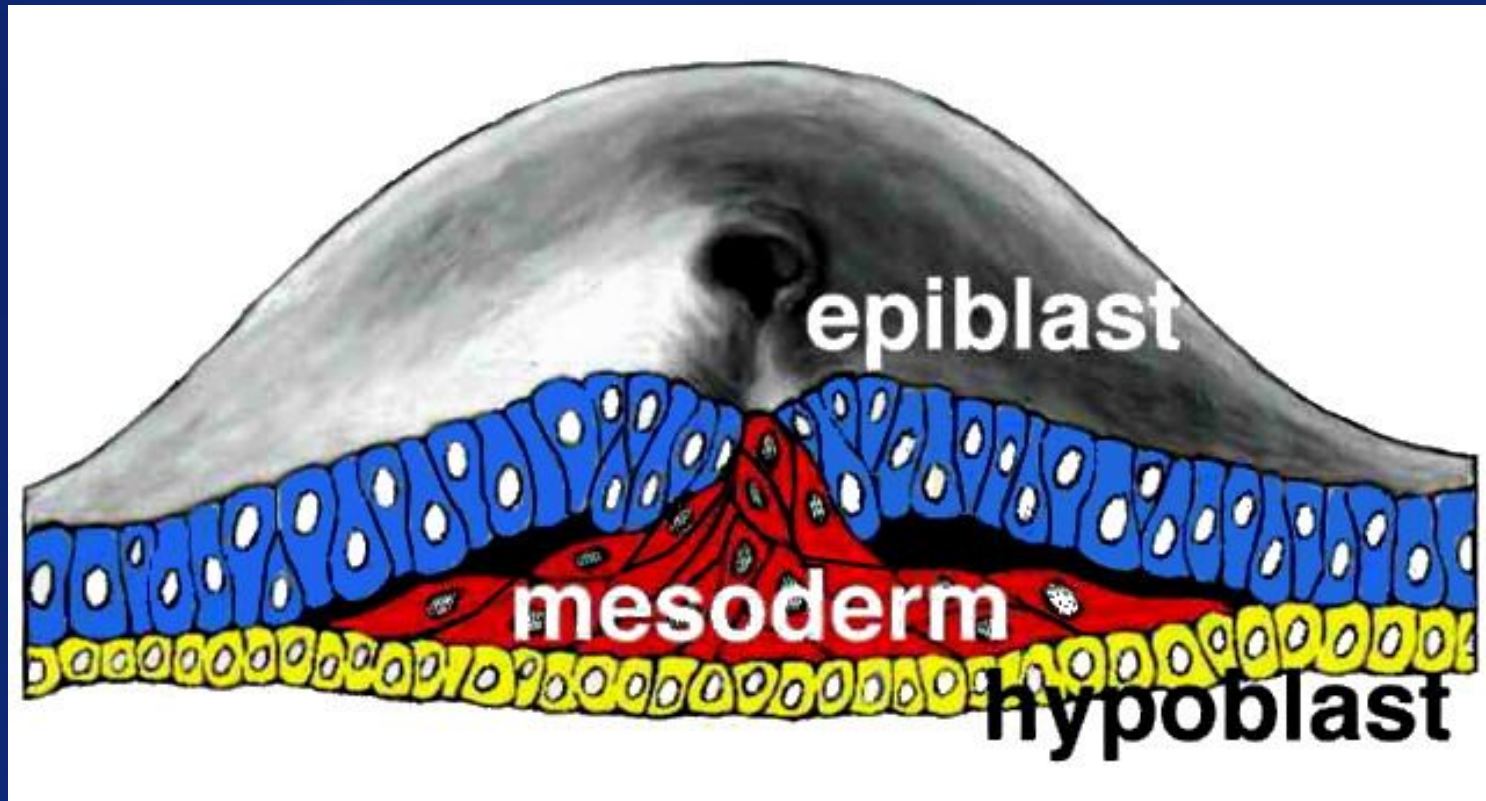
100-150 MKM
20 MKM





Онтогенез скелетной мускулатуры

Все мышцы развиваются из
среднего зародышевого слоя -
мезодермы





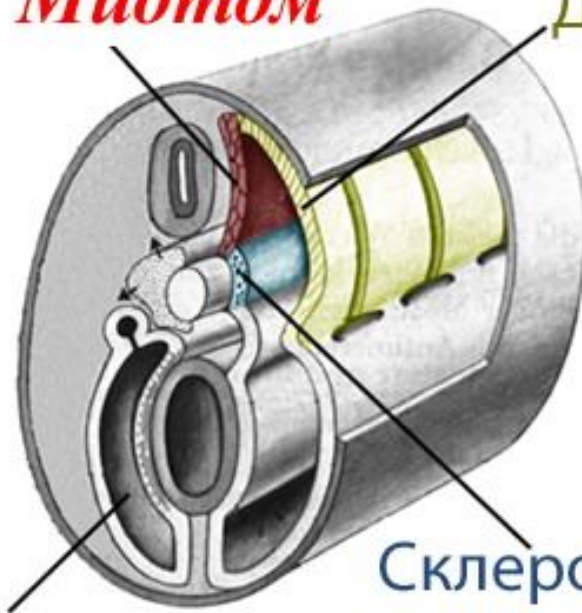
Из мезодермы формируются СОМИТЫ

Каждый сомит делится на
3 части:

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

Миотом

Дерматом



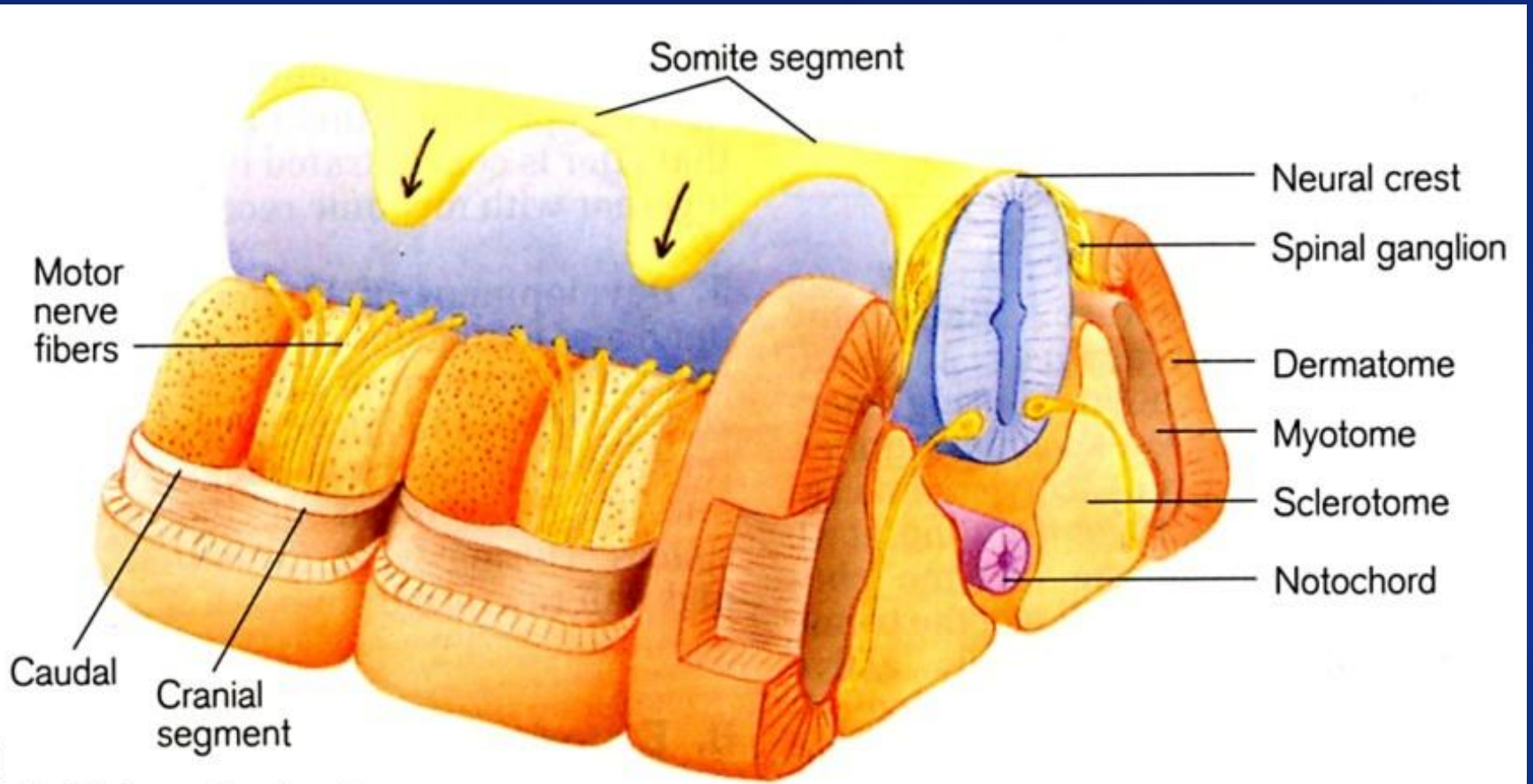
- часть между ними
дает начало мышеч-
ной ткани и называ-
ется **МИОТОМ**
(**Gk mys** мышца)

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

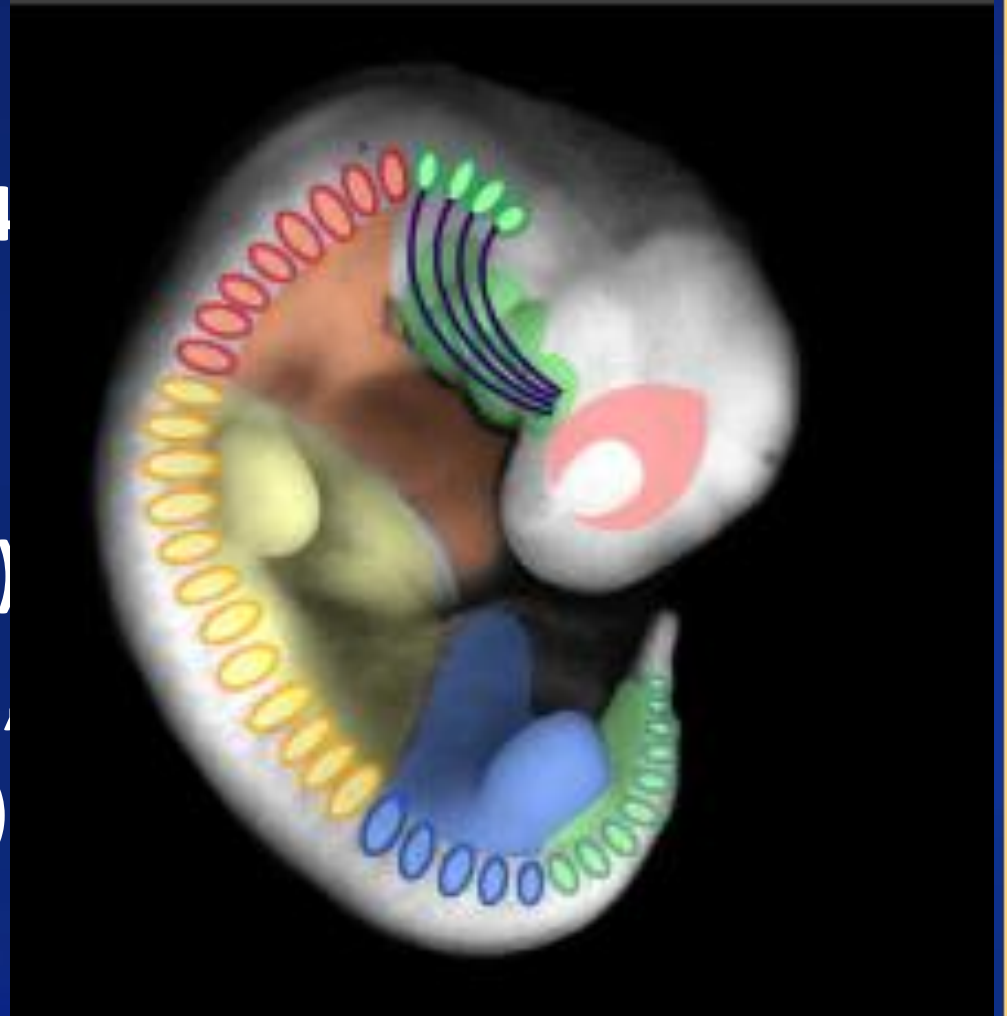
отходят **дорсальные** и
вентральные ветви

СПИЧНОМОЗГОВЫХ НАРВОВ



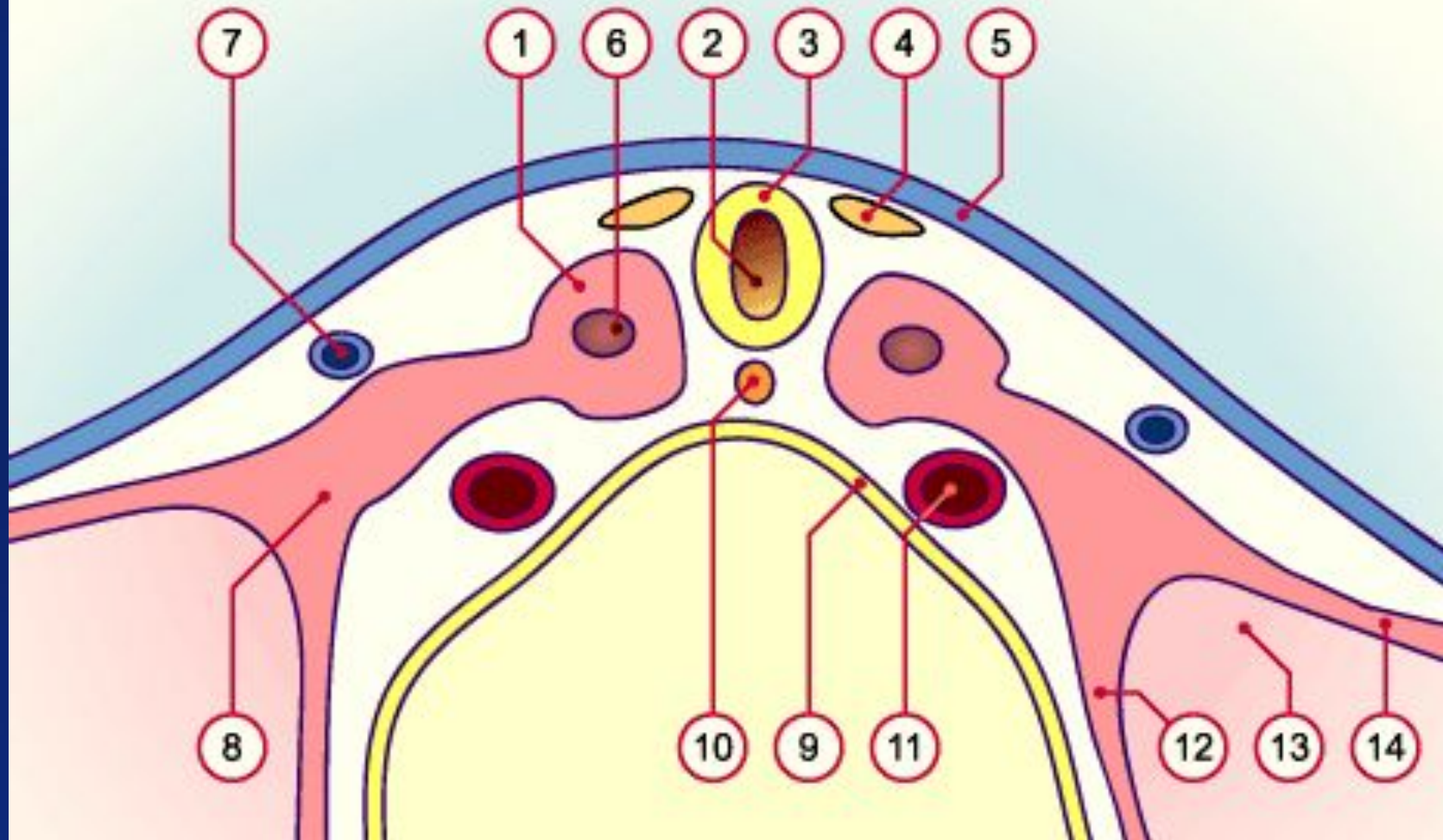
Отделы миотомов

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





33 день развития



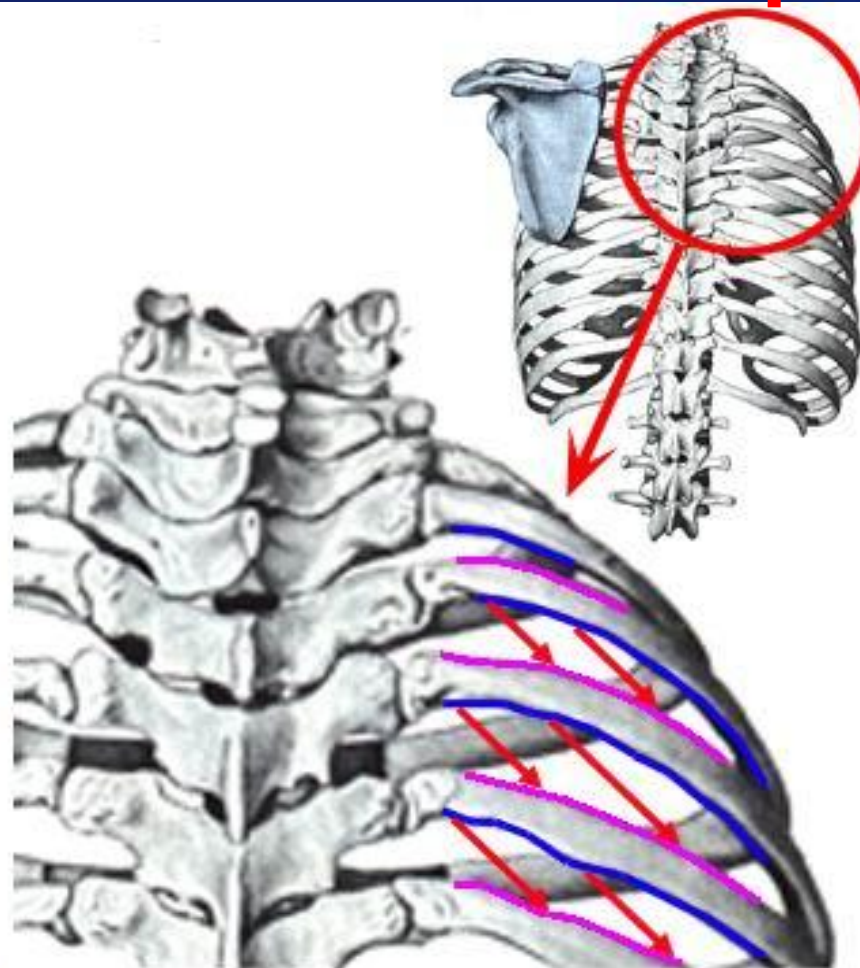
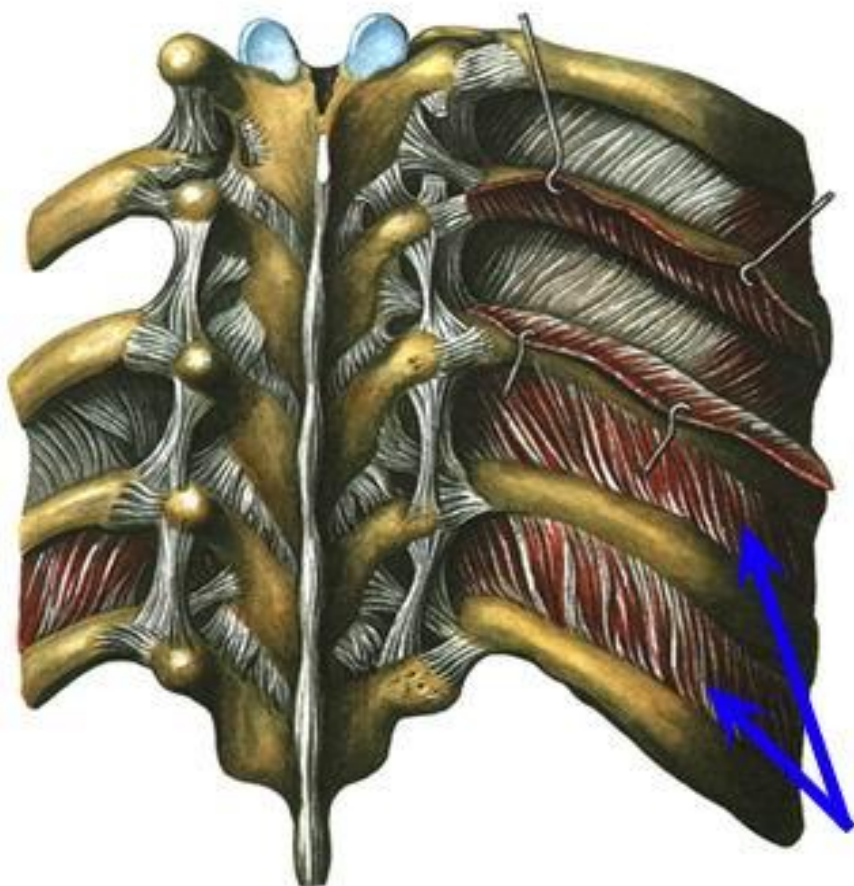


Смещение МИОТОМОВ:

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

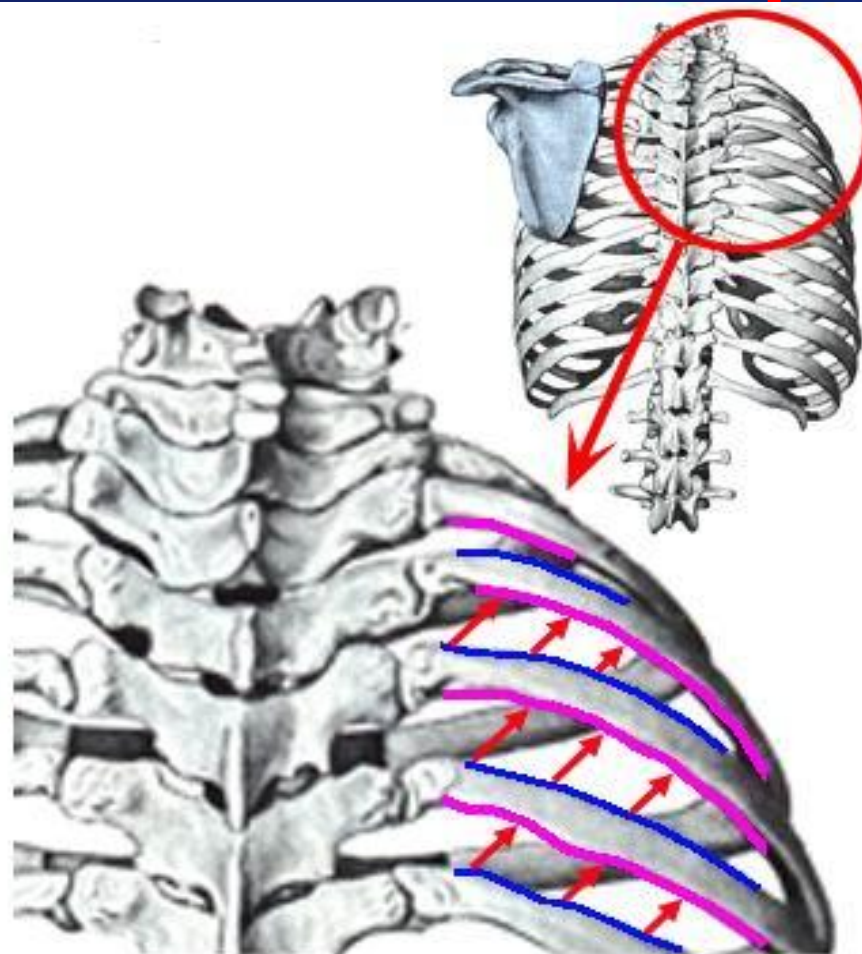
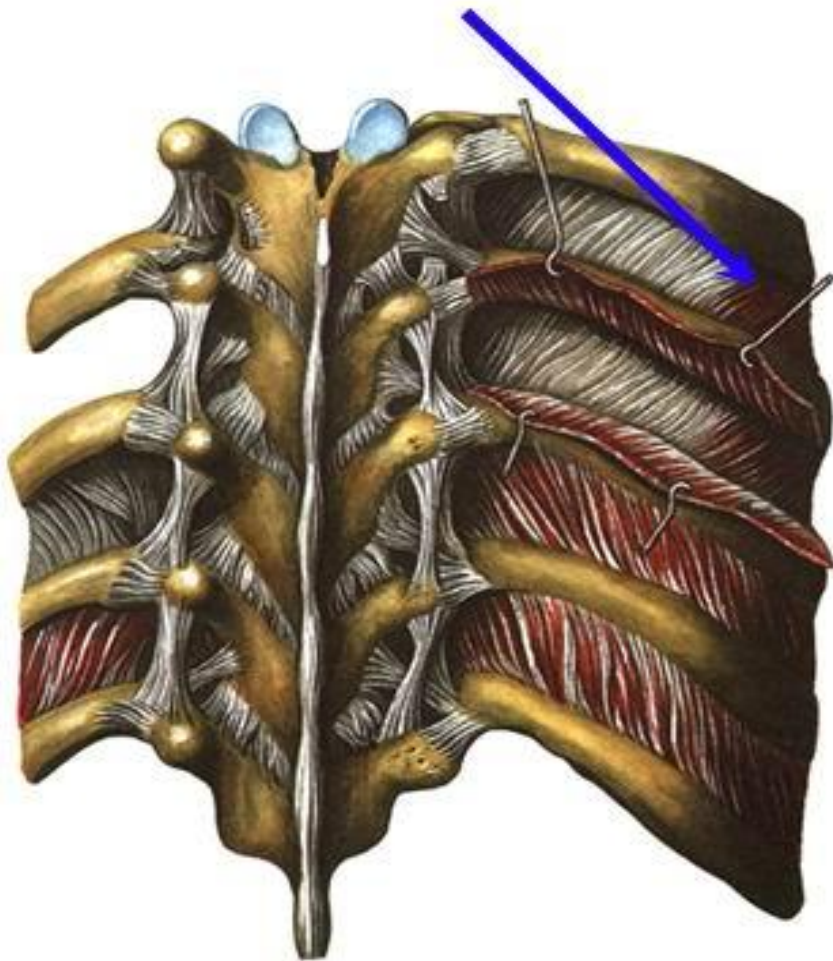


Аутохтонные мышцы





Аутохтонные МЫШЦЫ



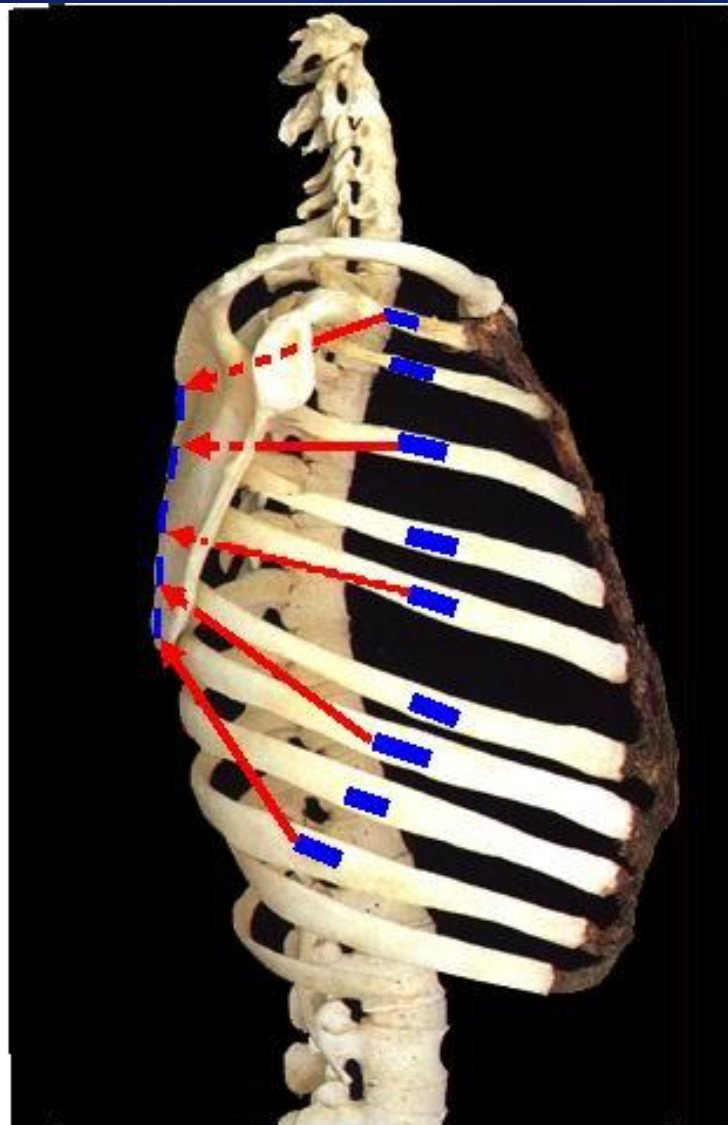
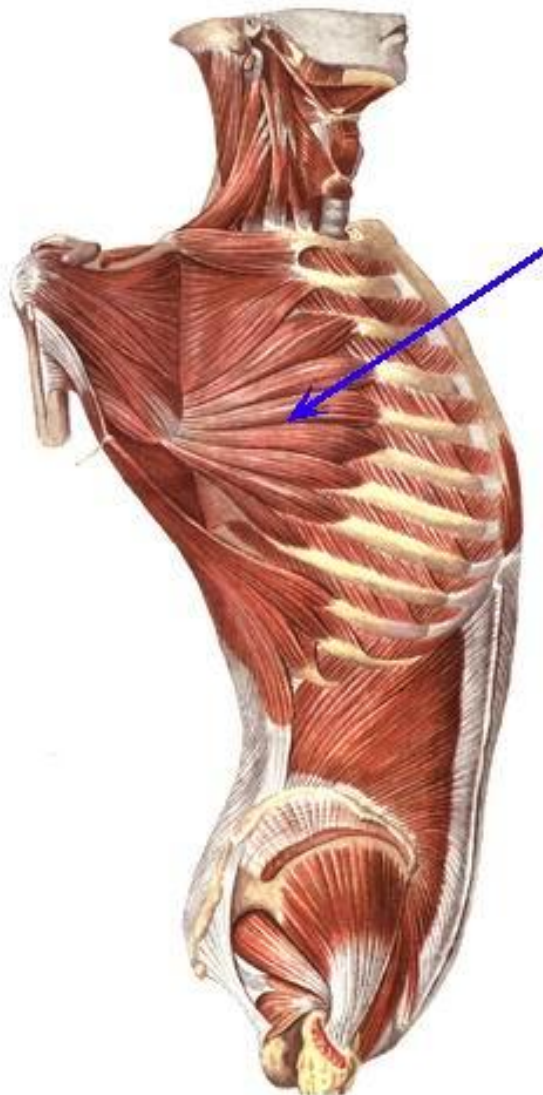


Смещение МИОТОМОВ:

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

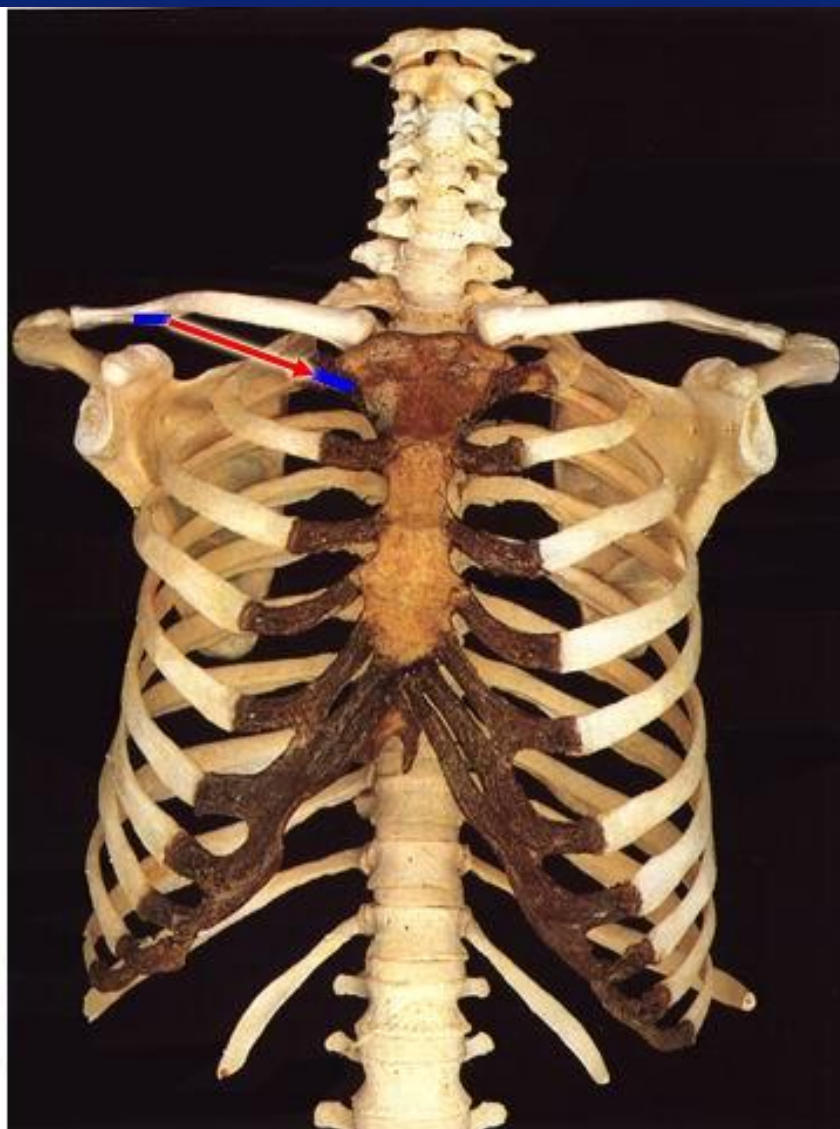
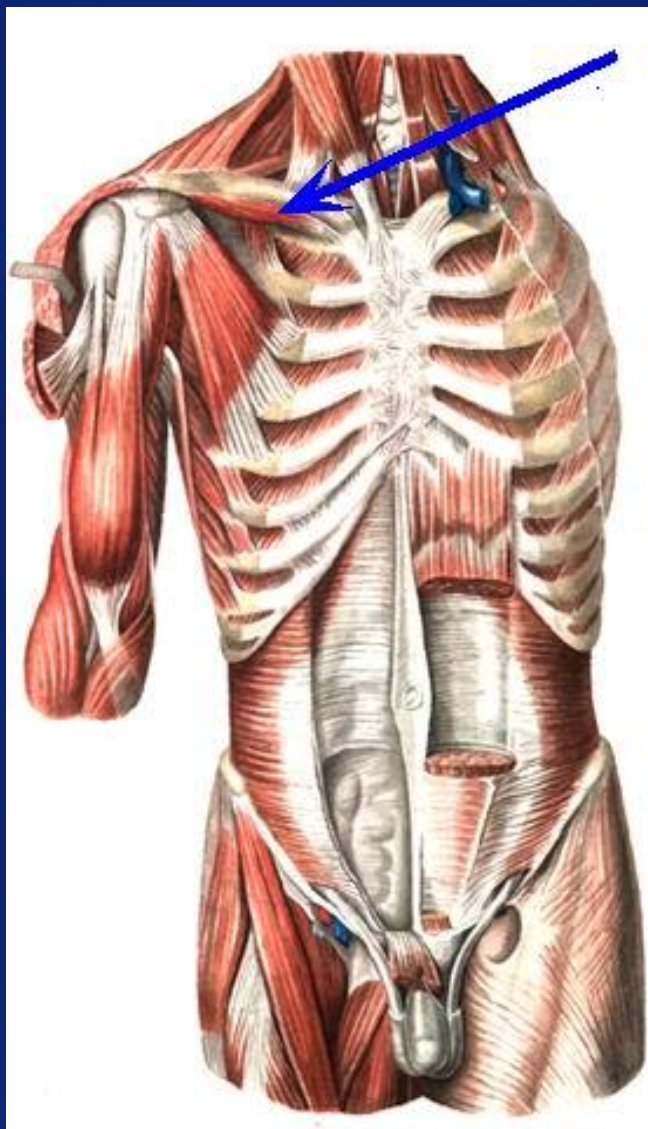


Трункофугальные МЫШЦЫ





Трункофугальные МЫШЦЫ





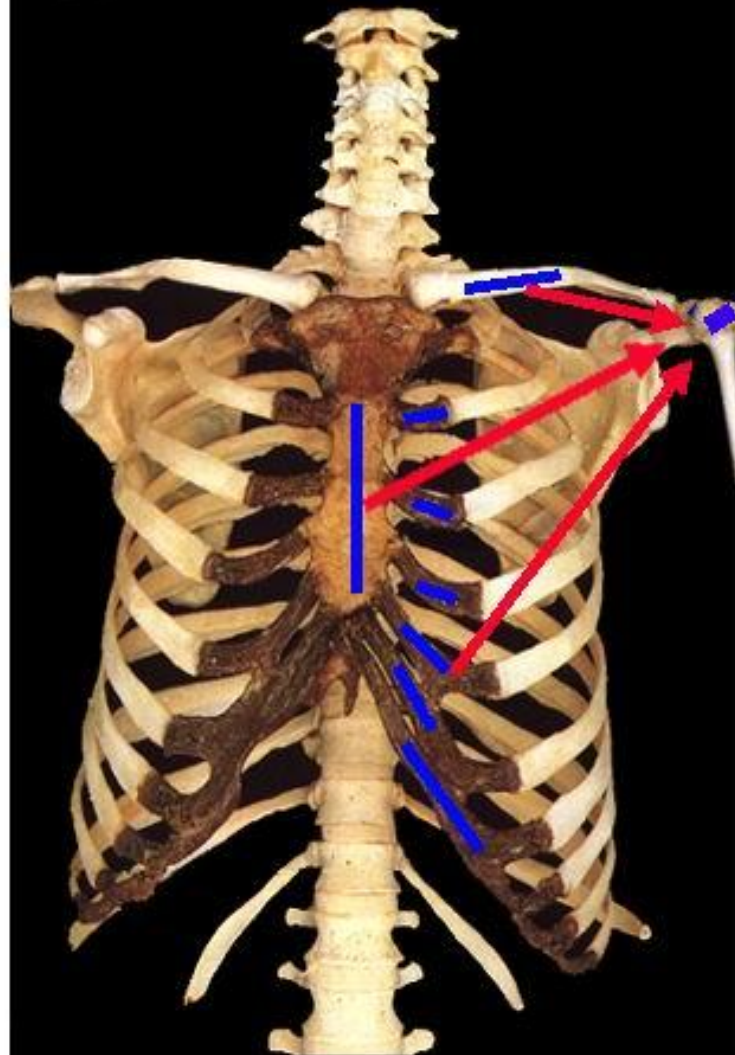
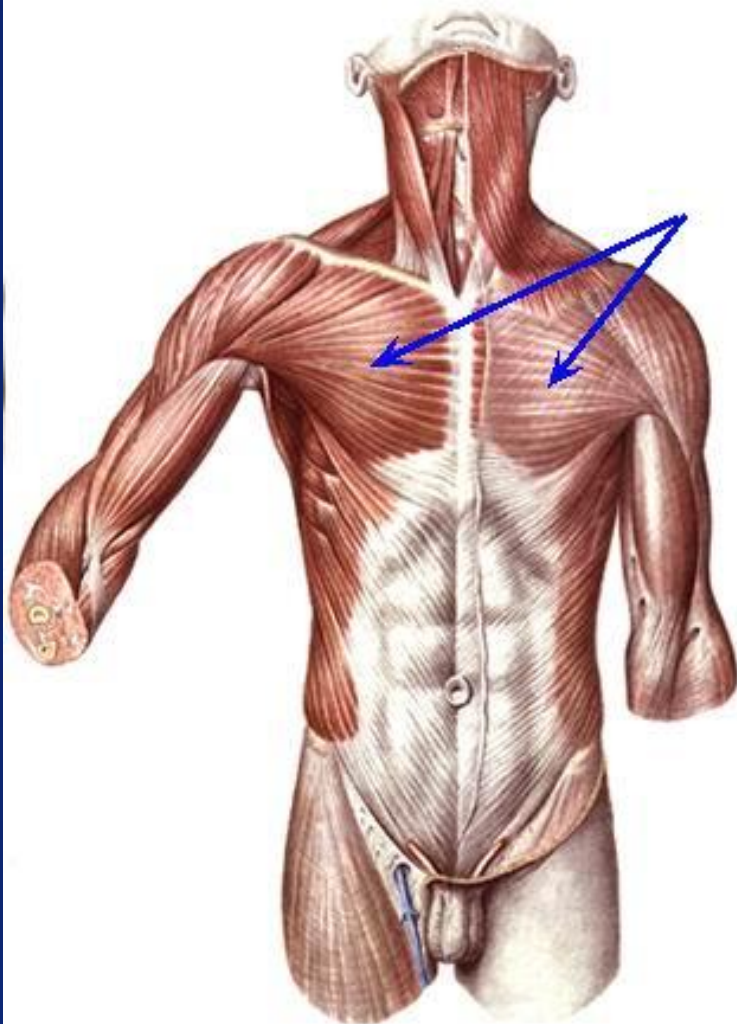
Смещение МИОТОМОВ:

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

**трункопетальные (mm.
pectorales major et minor)**

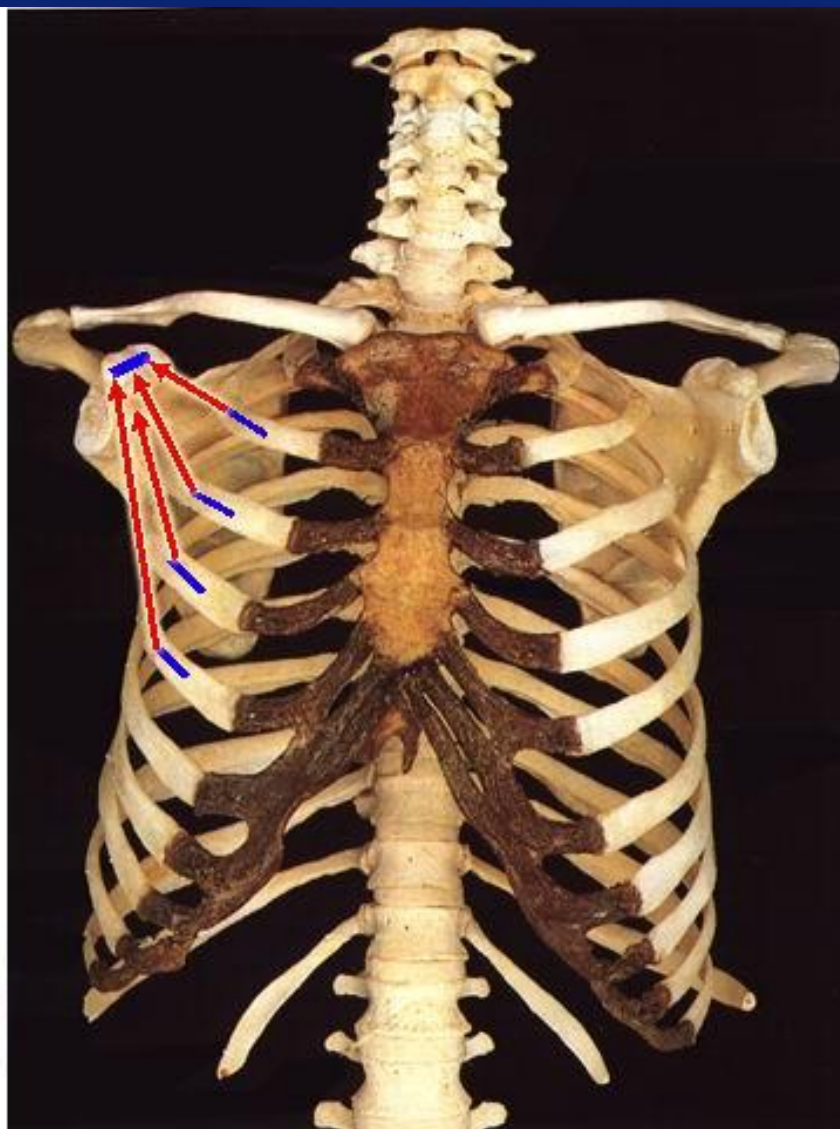
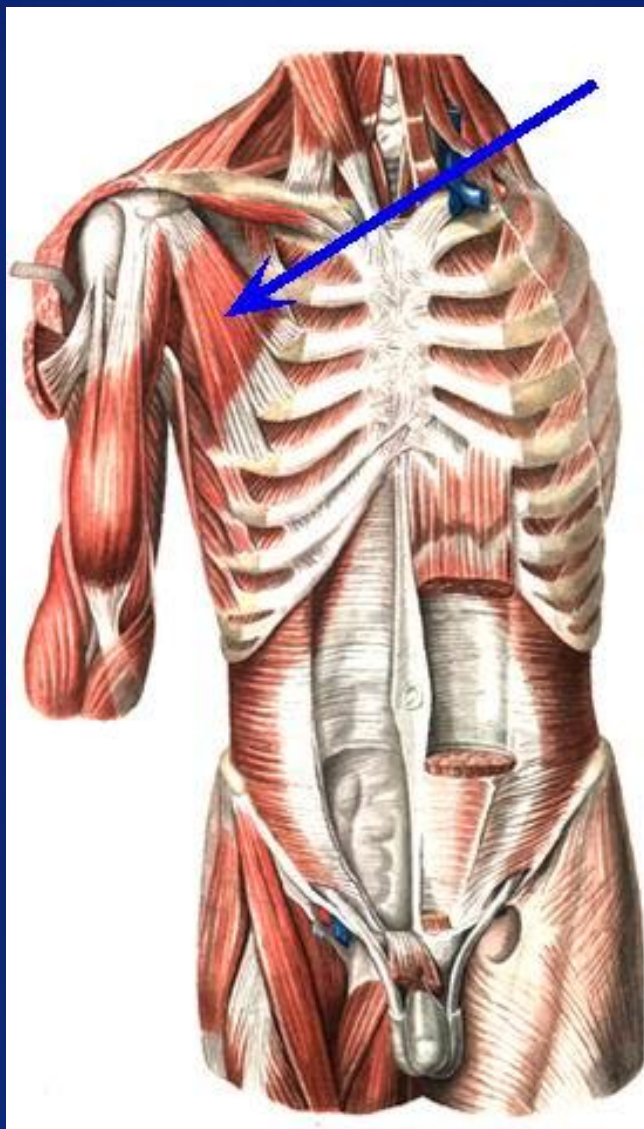


Трункопетальные МЫШЦЫ





Трункопетаальные МЫШЦЫ



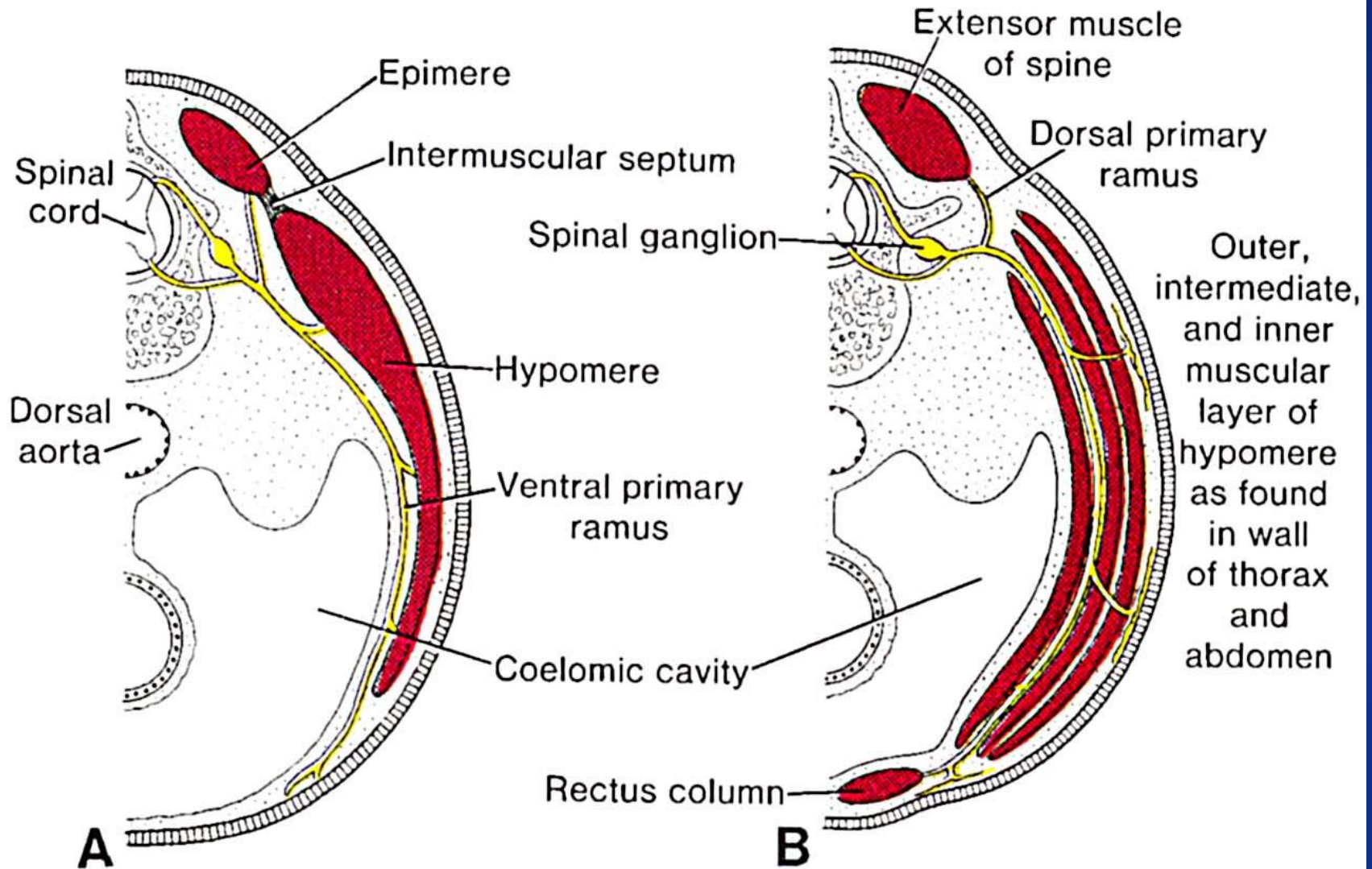


Развитие мышц конечностей

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



Развитие мышц конечностей



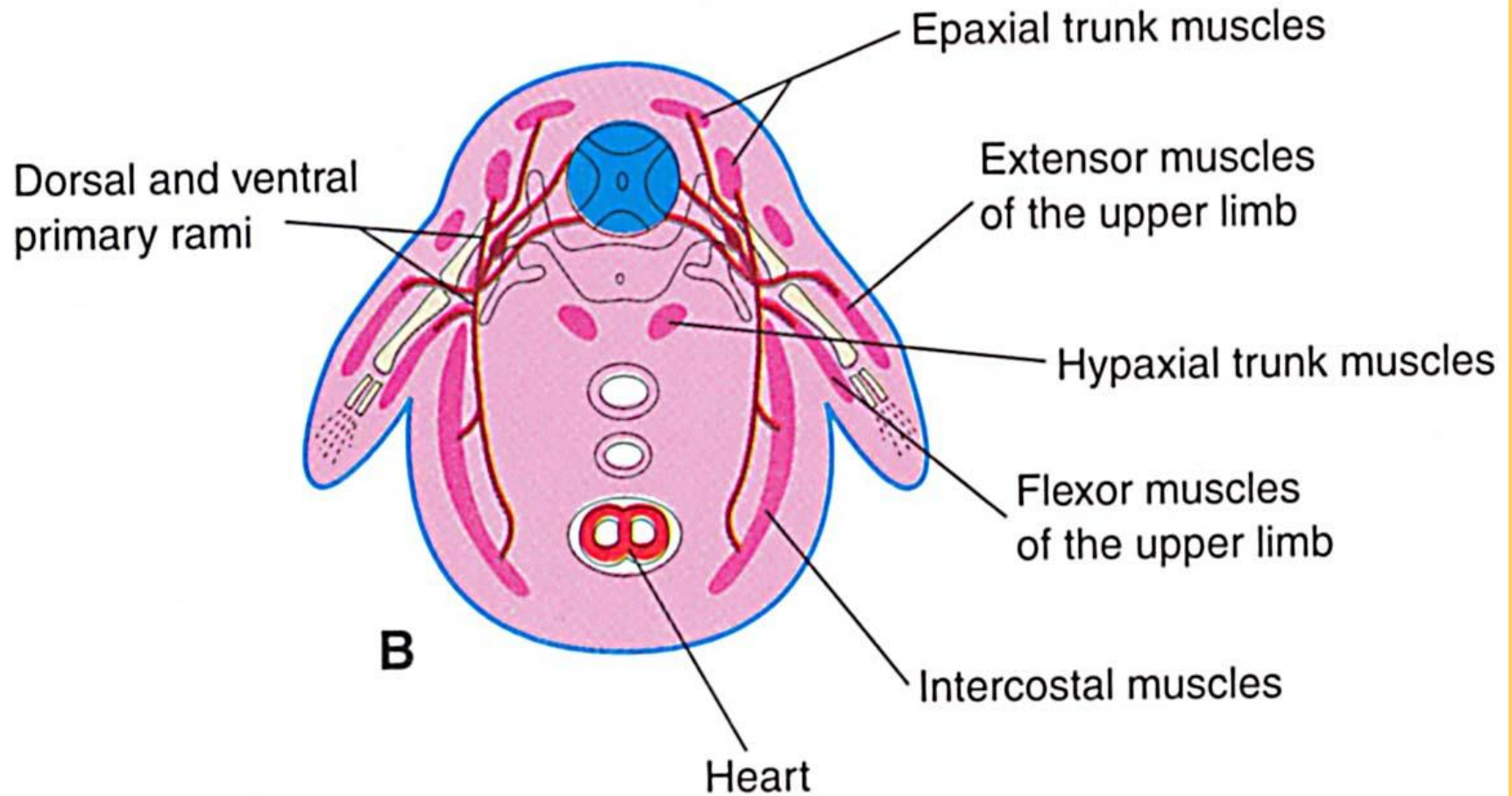


Развитие мышц конечностей

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



Развитие мышц конечностей



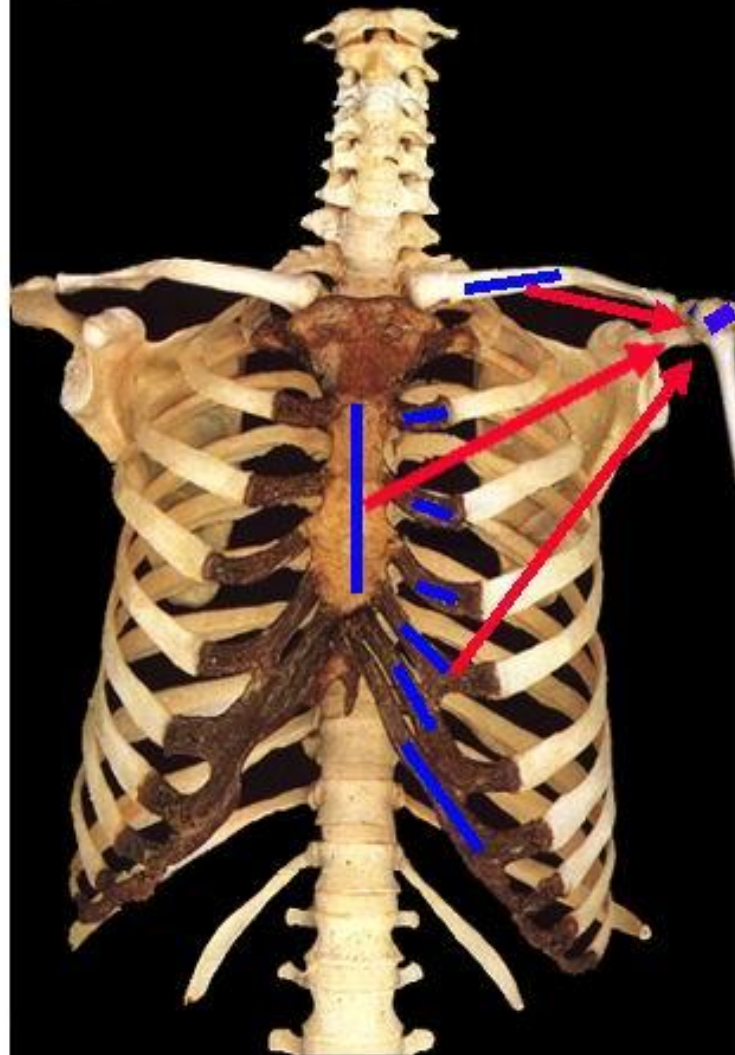
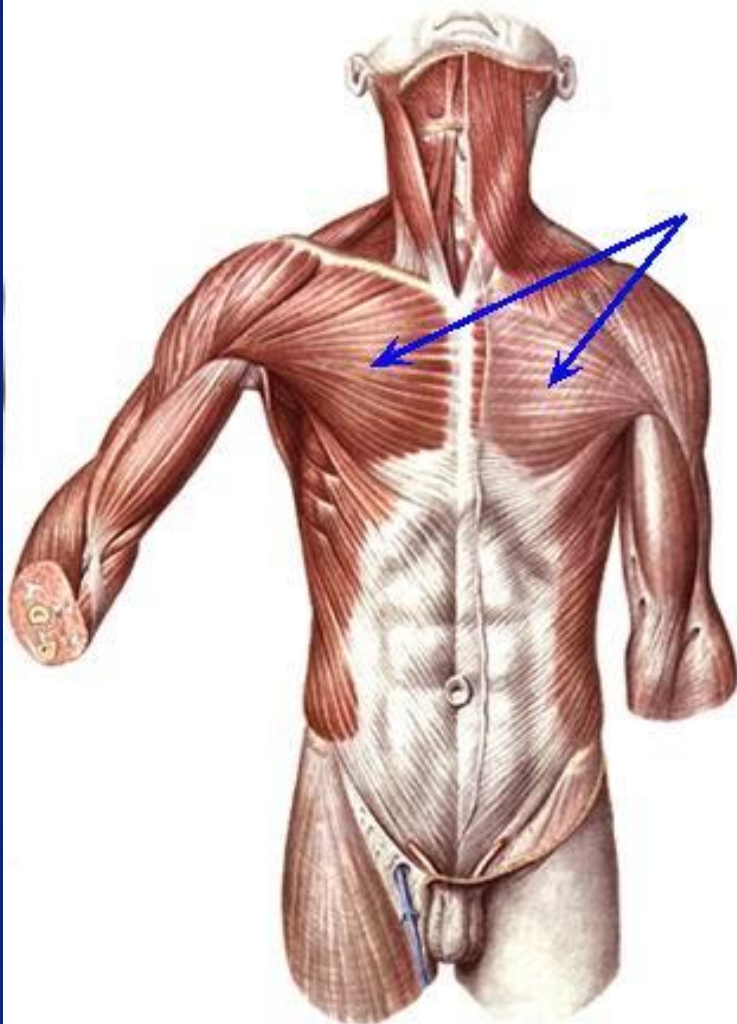


Развитие мышц конечностей

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



Трункопеталяльные МЫШЦЫ



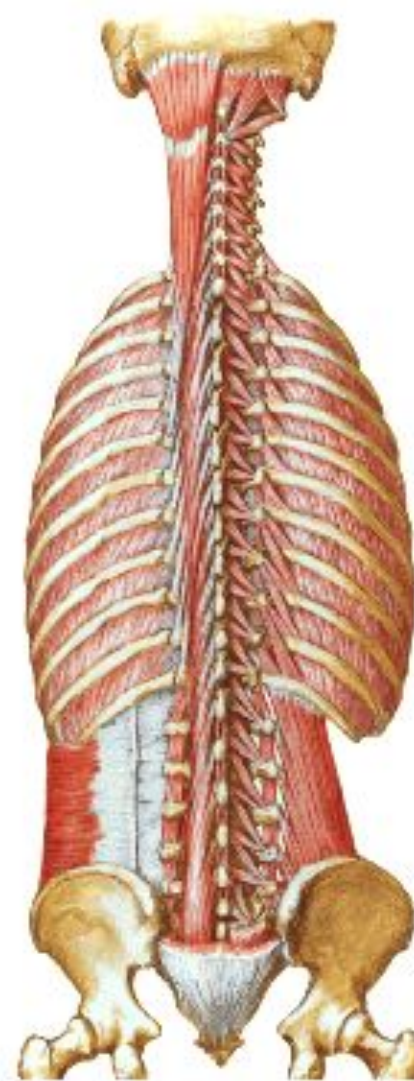
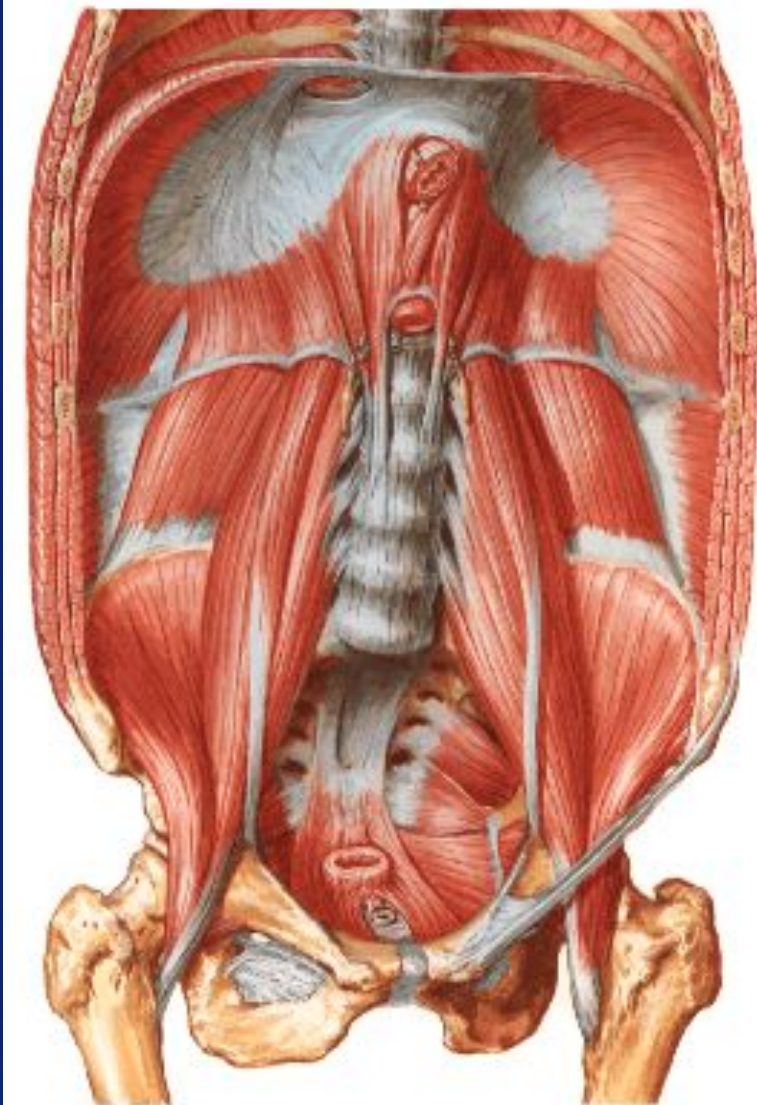


Развитие мышц конечностей

- 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



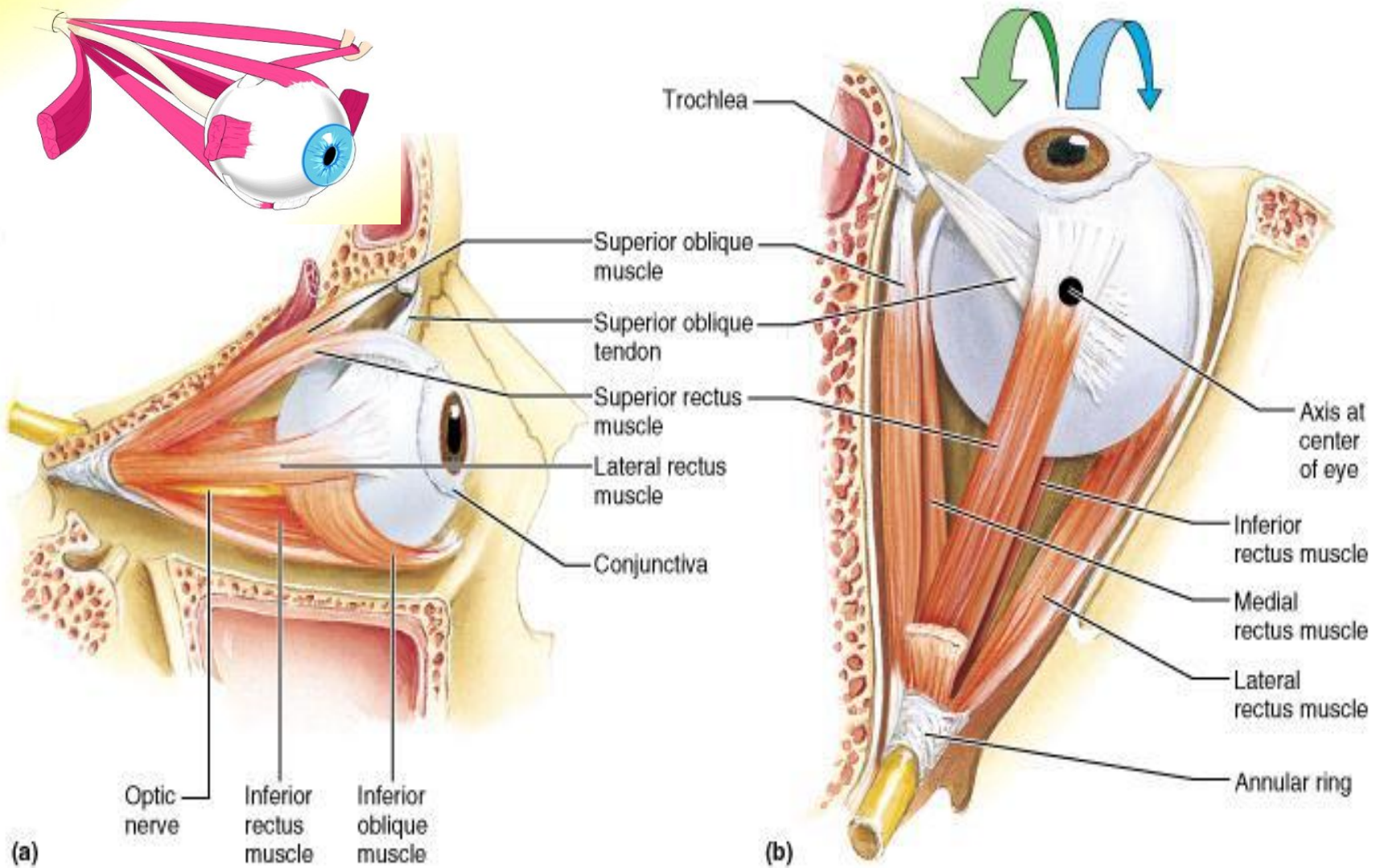


Развитие мышц ГОЛОВЫ

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

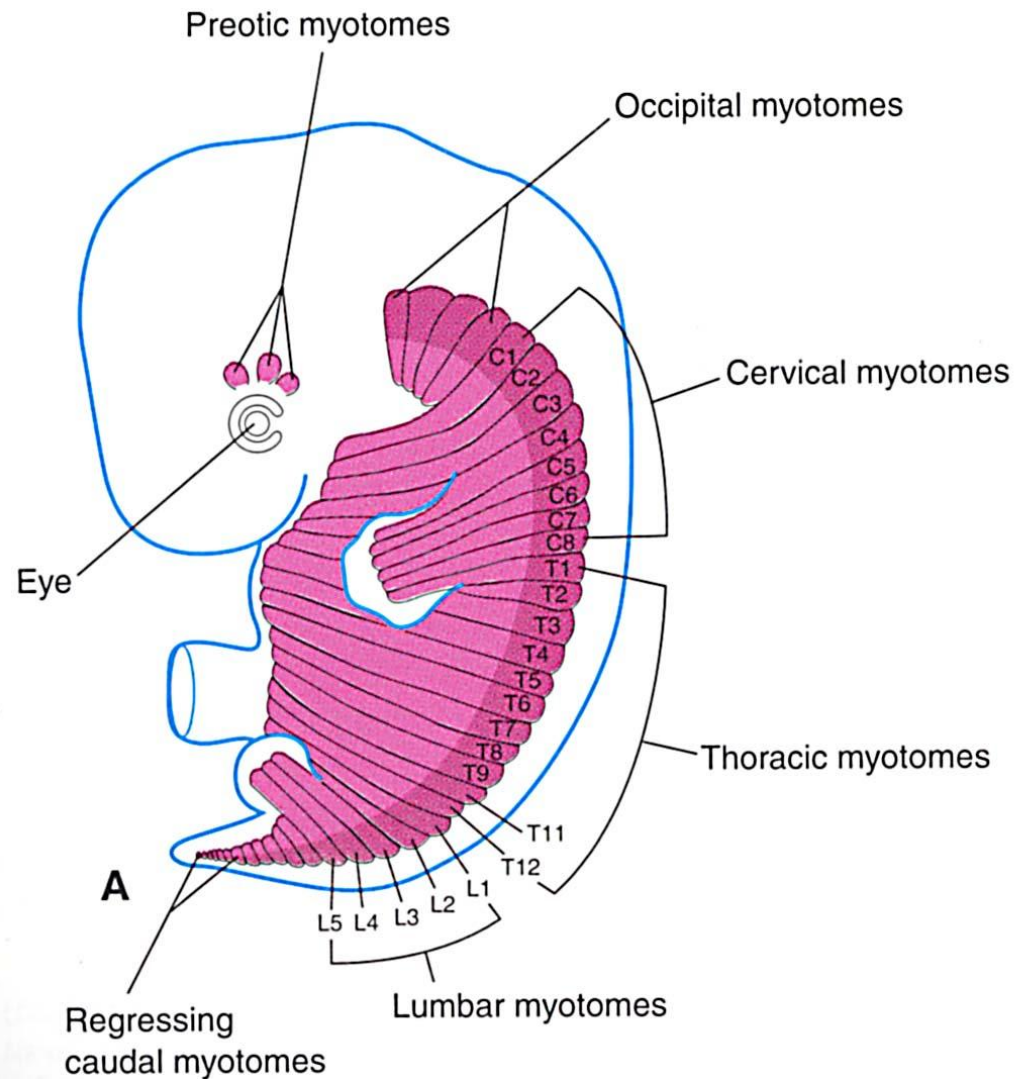


Mm. extreni bulbi oculi





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**



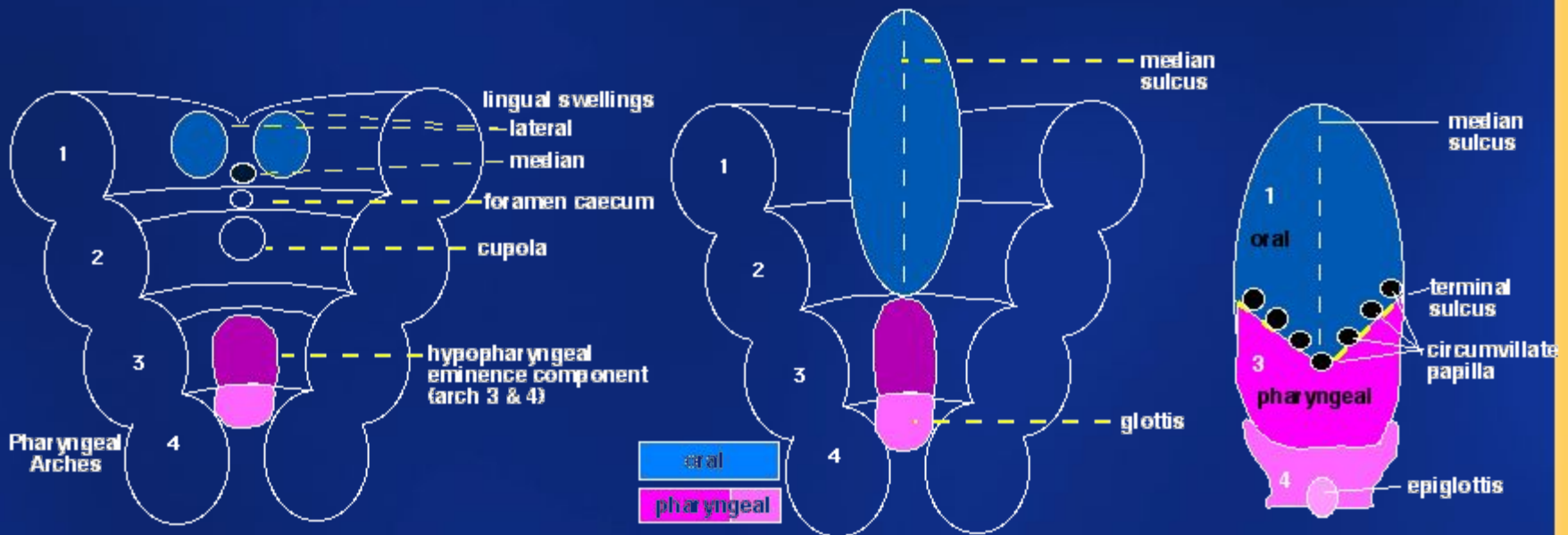
Жаберные дуги и их производные

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



Развитие мышц ГОЛОВЫ

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





Развитие диафрагмы

Пять источников формирования диафрагмы:

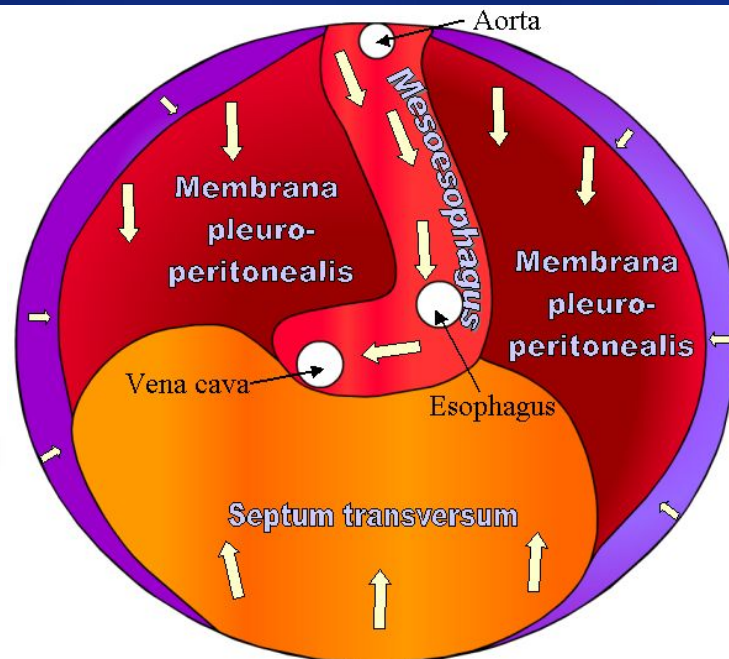
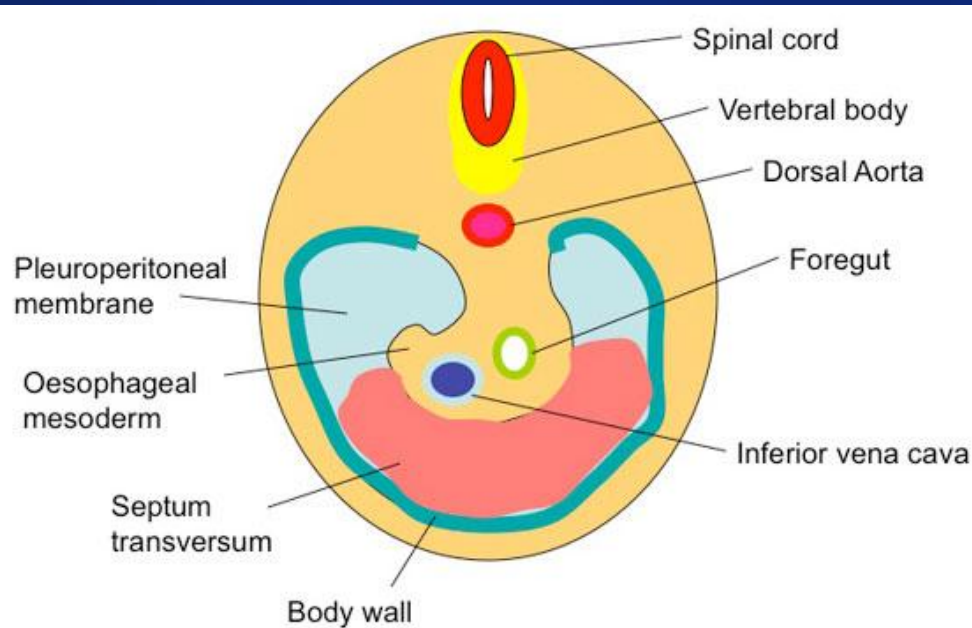
septum transversum – centrum tendineum

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





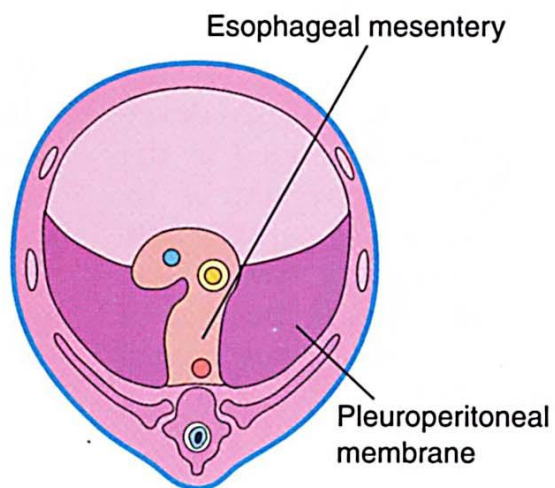
Развитие диафрагмы

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

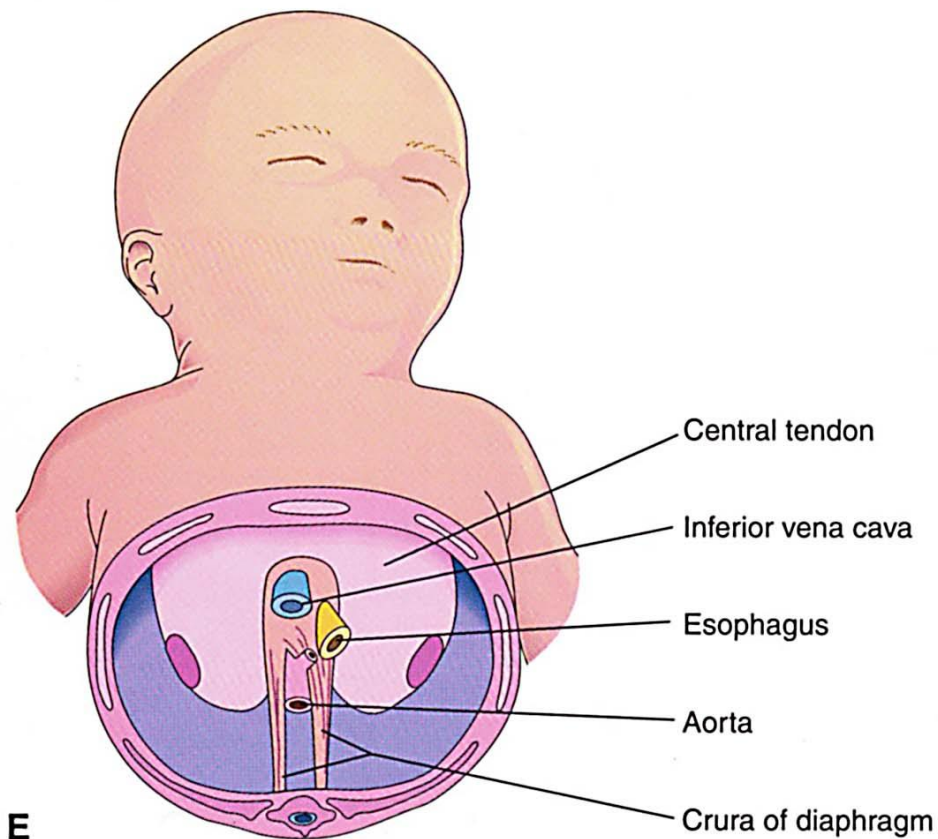
(одна грудинная,
две реберные,
одна поясничная)



Развитие диафрагмы



C



E

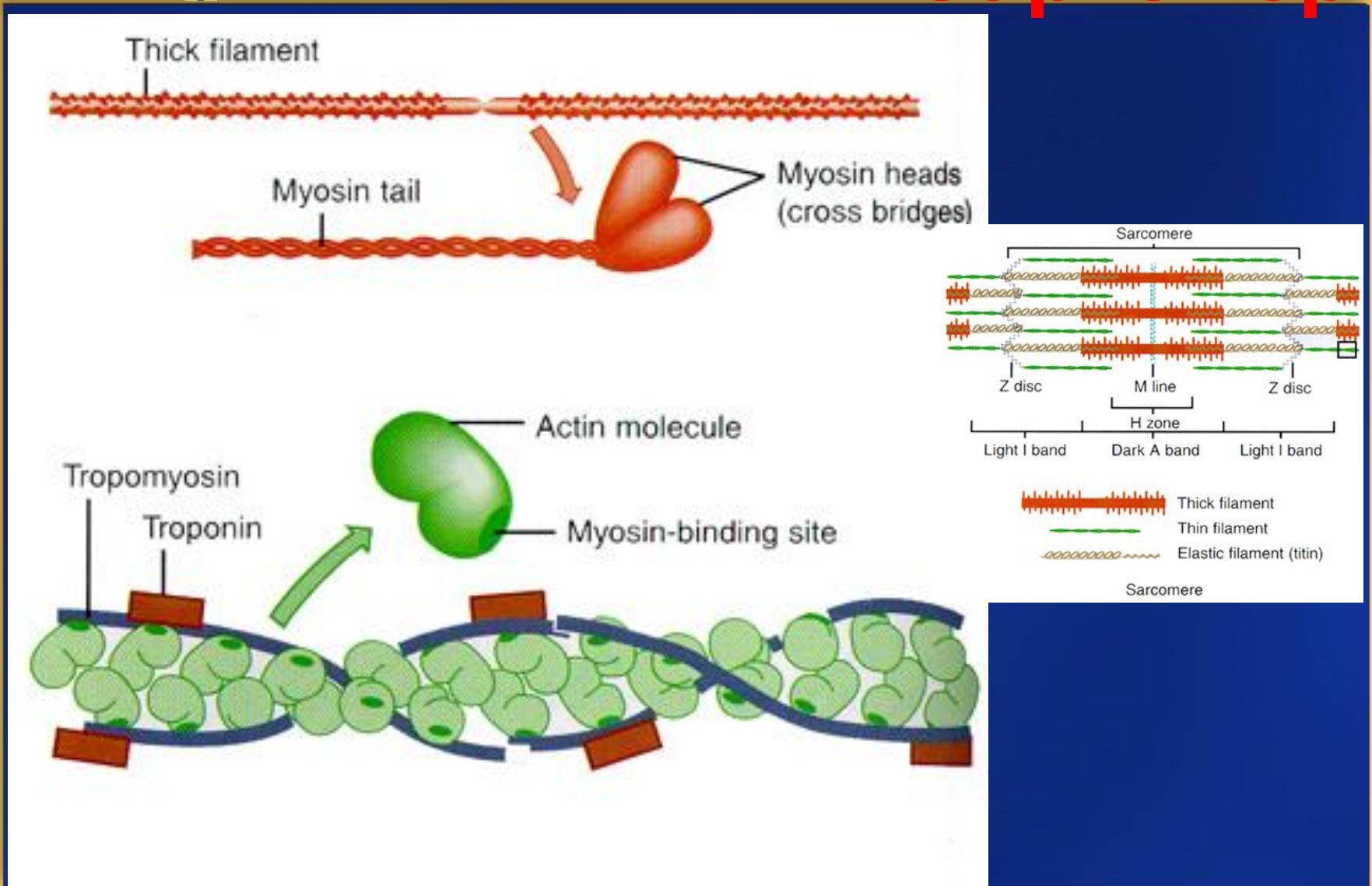


Мышечная ткань

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

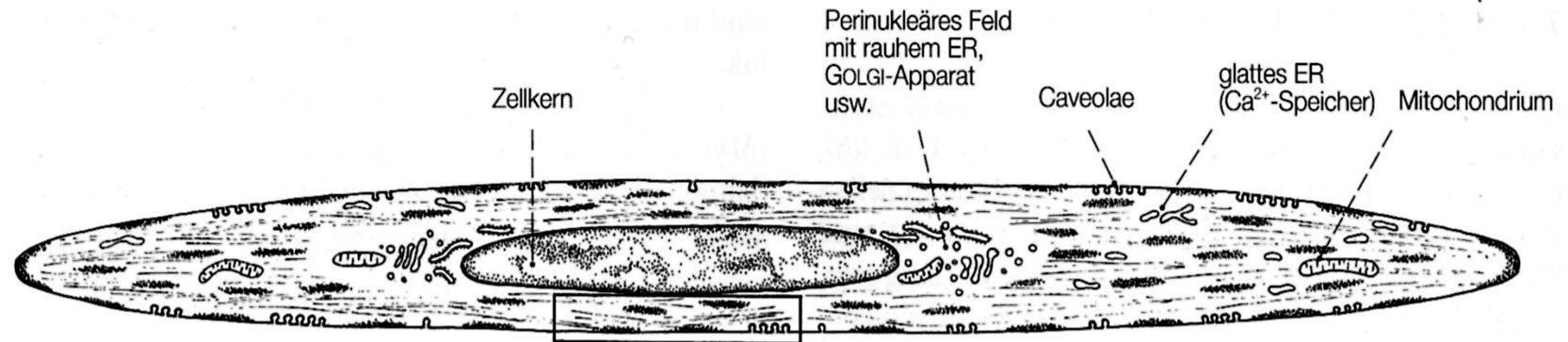


Миофибриллы и Саркомер

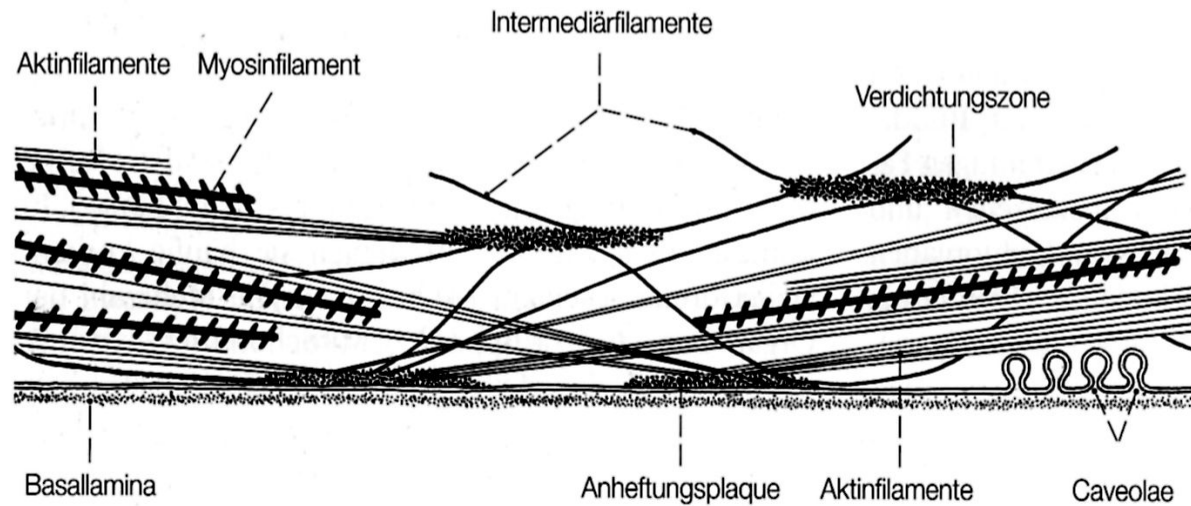




Протофибриллы



a

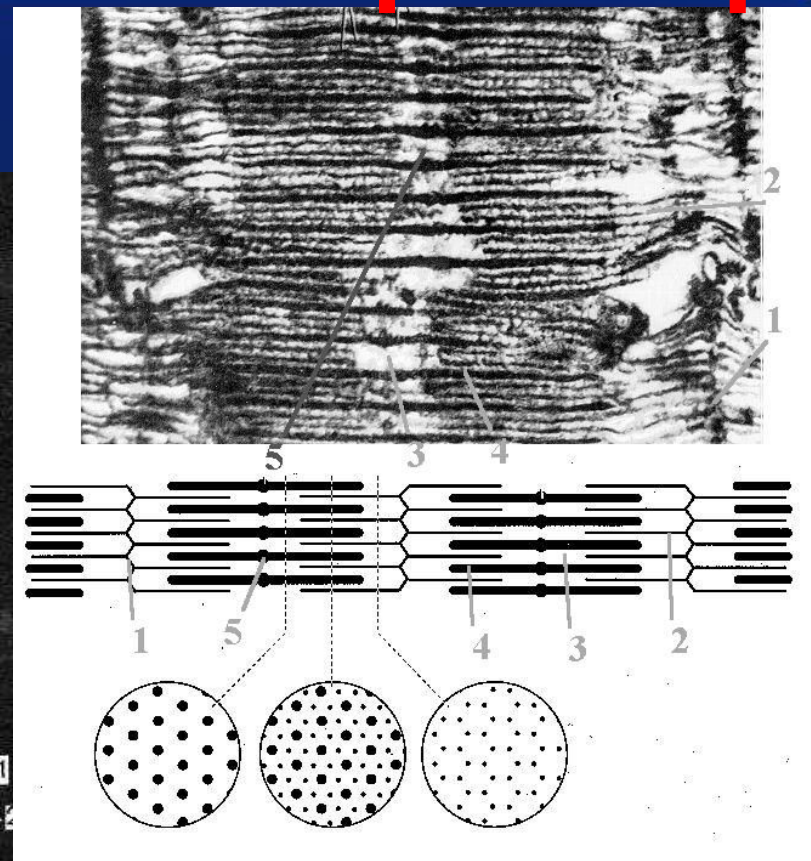
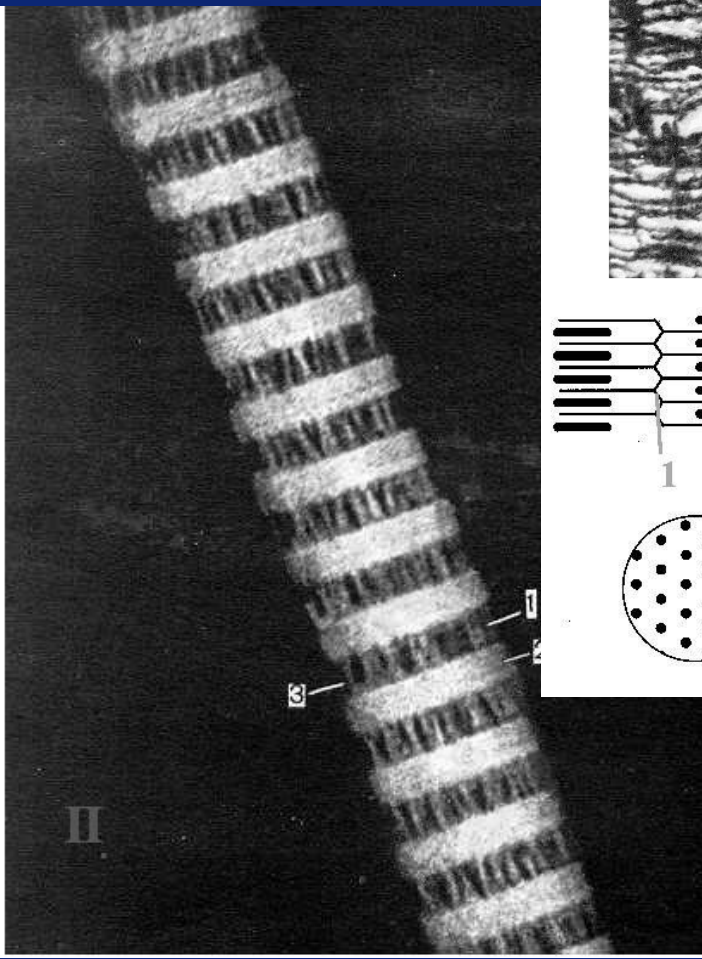
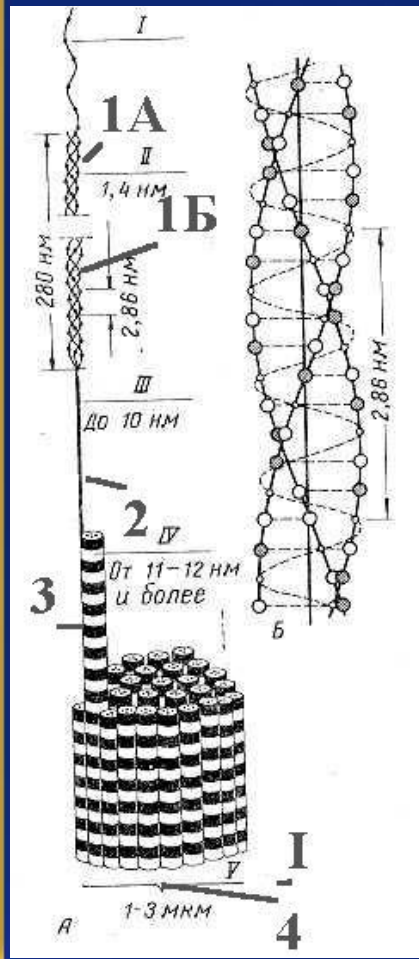


b

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.

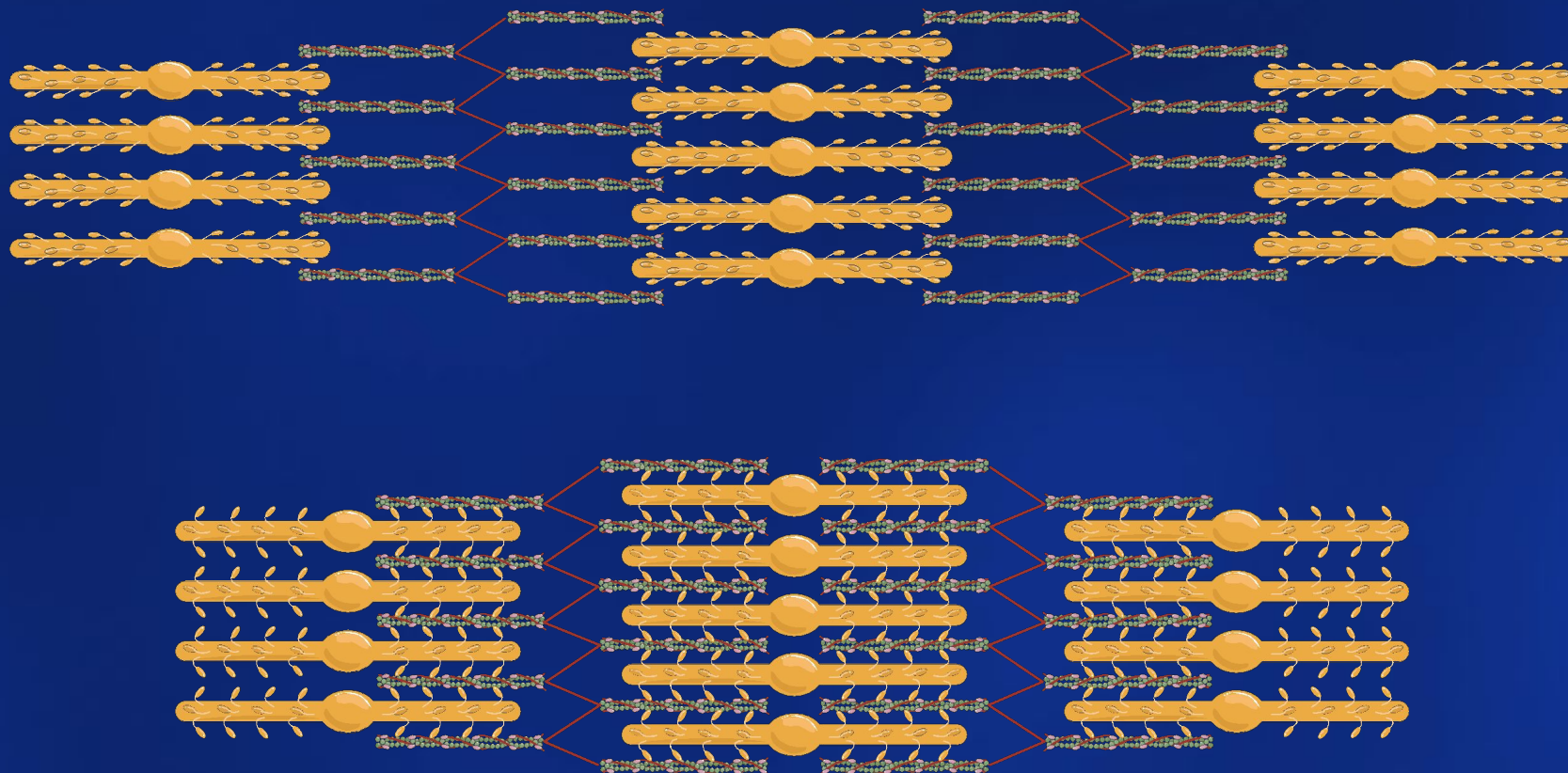


Миофибриллы и Саркомер



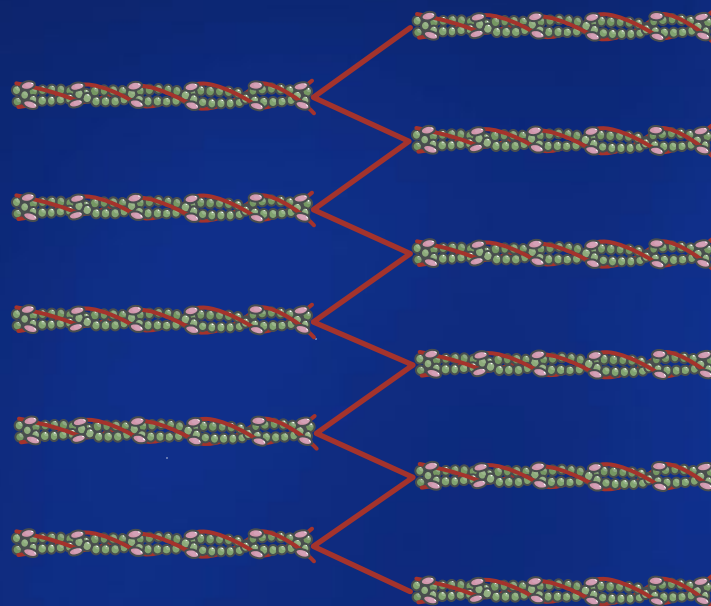
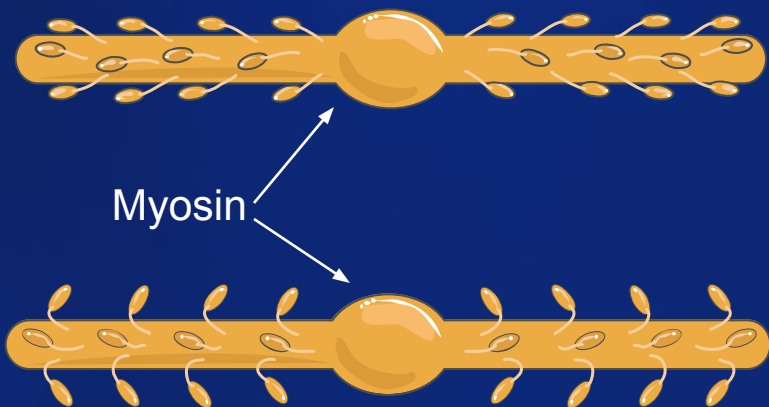
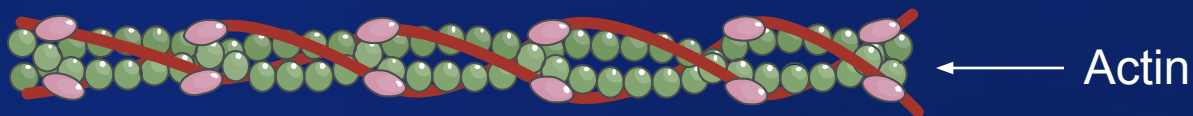


Мышечное сокращение



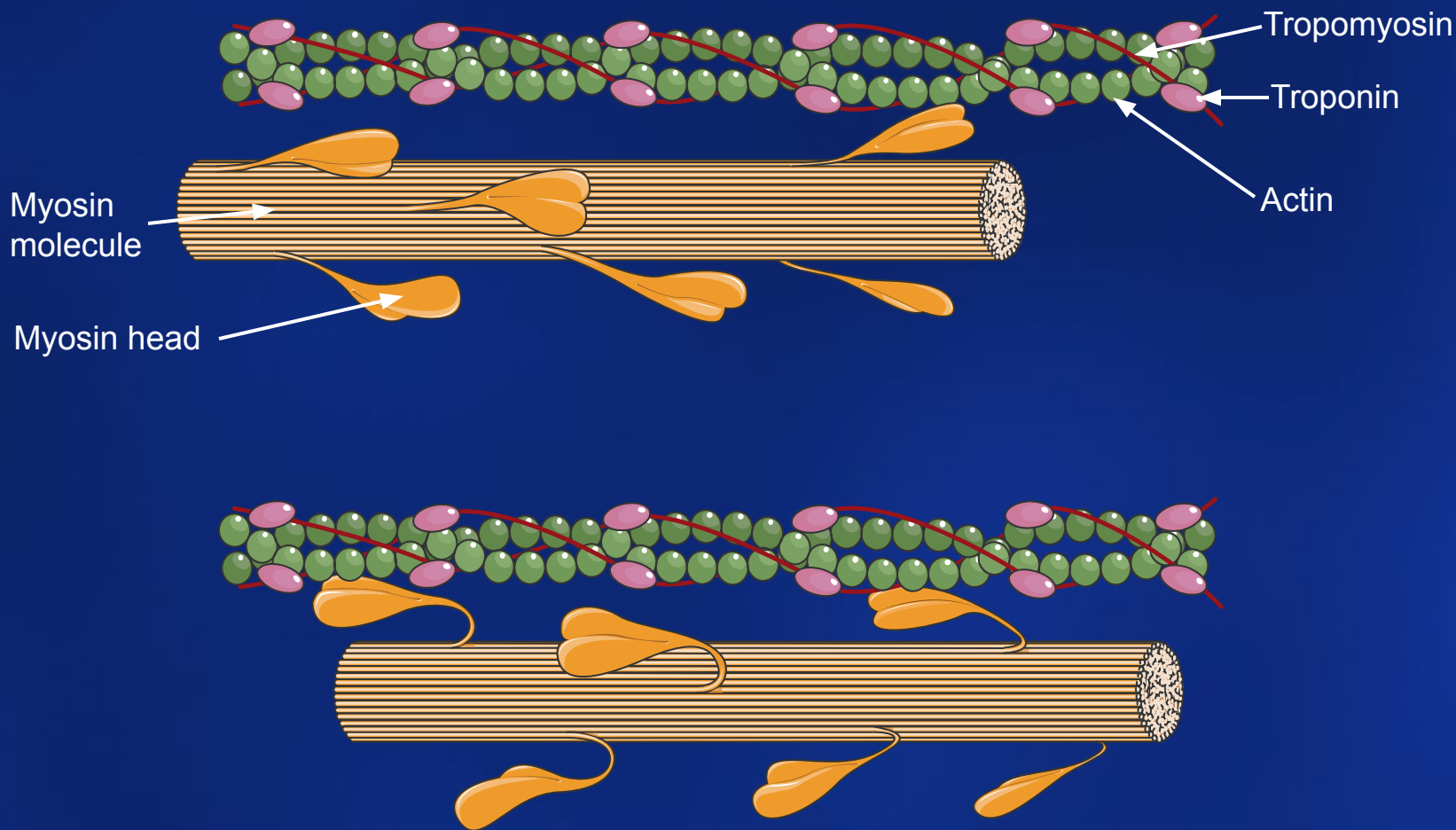


Мышечное сокращение





Мышечное сокращение





Опорный аппарат

**Поперечно-полосатые
мышечные ткани:**

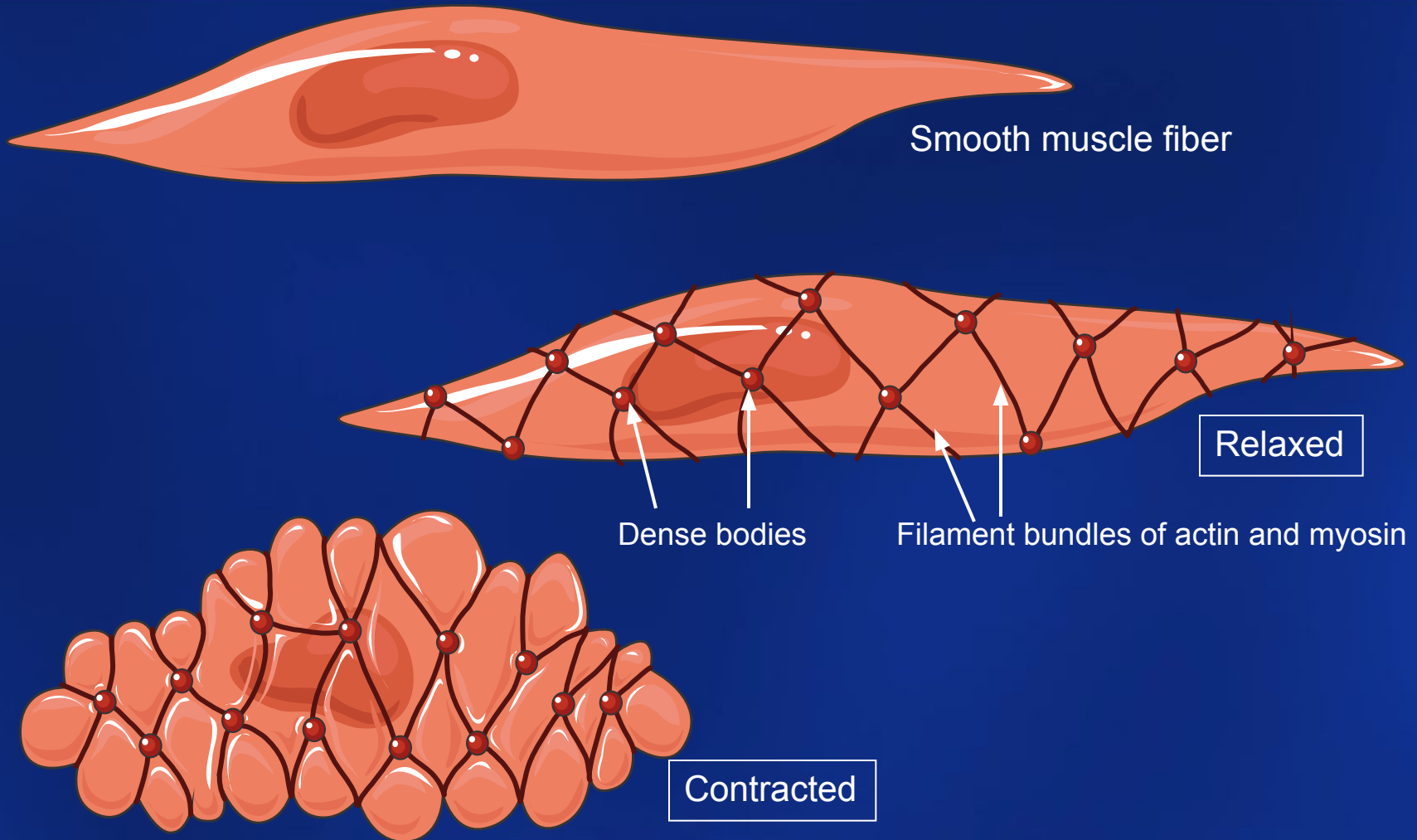
**собственная оболочка
мышечного волокна,
сеть коллагеновых
волокон, оплетающих
мышечные волокна и
связанных с
волоконнами
сухожилий**

**Гладкие
мышечные ткани:**

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



Гладкая мышца

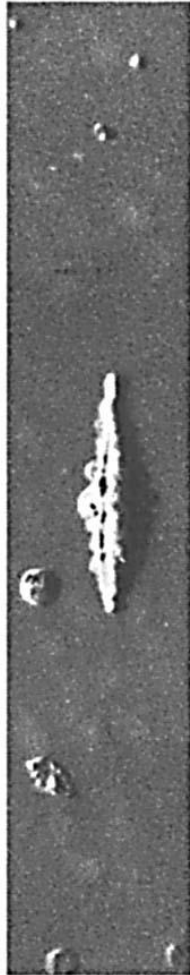




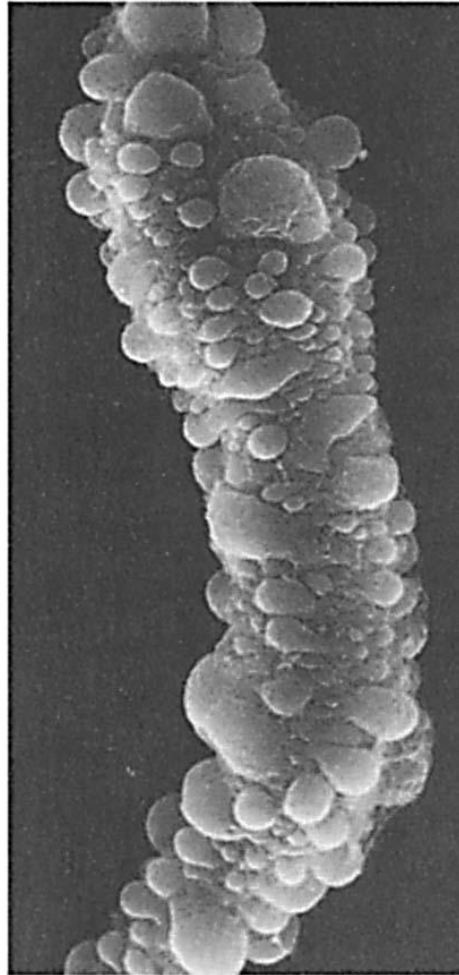
Гладкая мышца



A

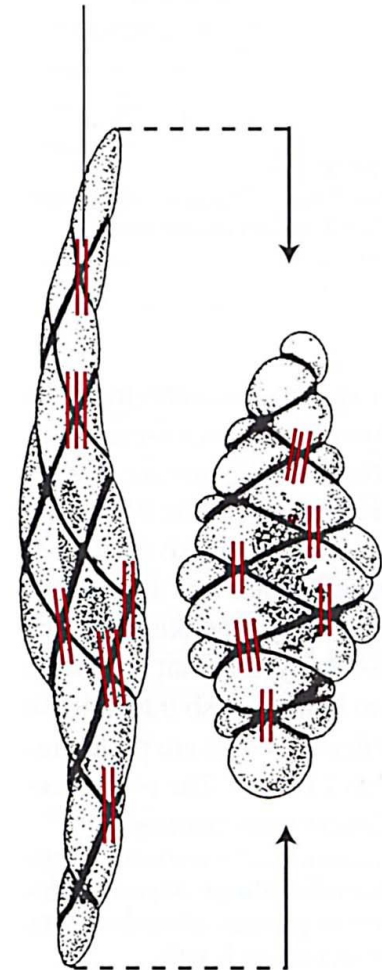


B



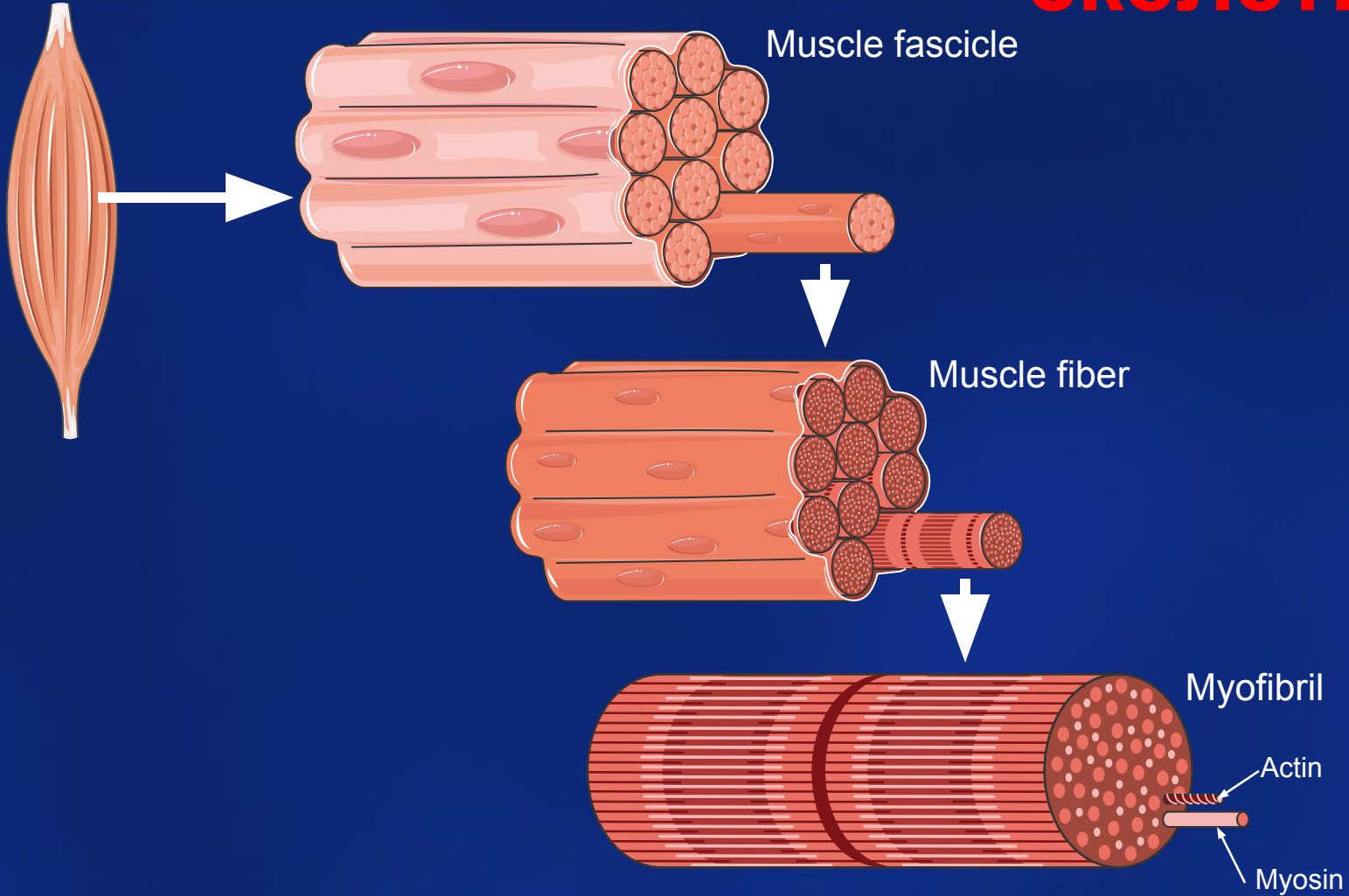
C

Intermediate filament bundles
attached to dense bodies



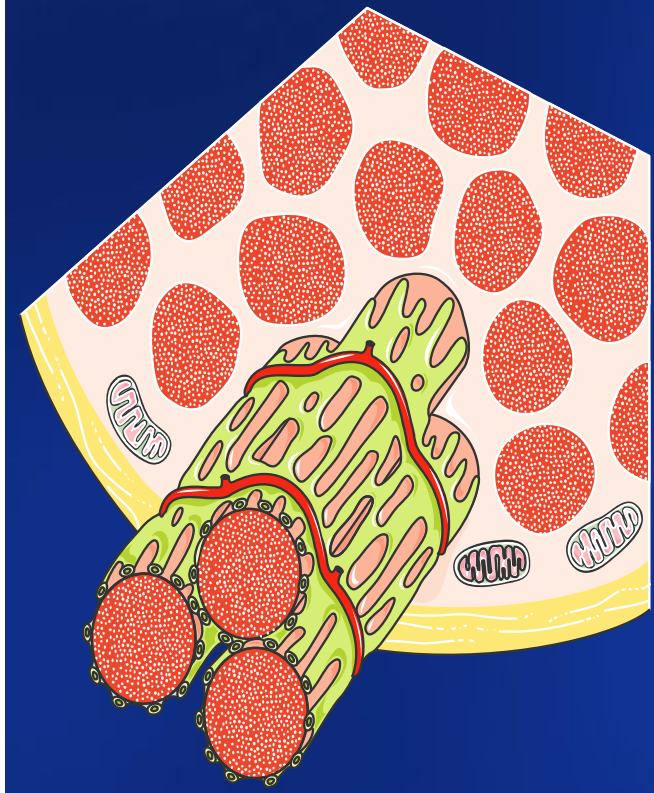
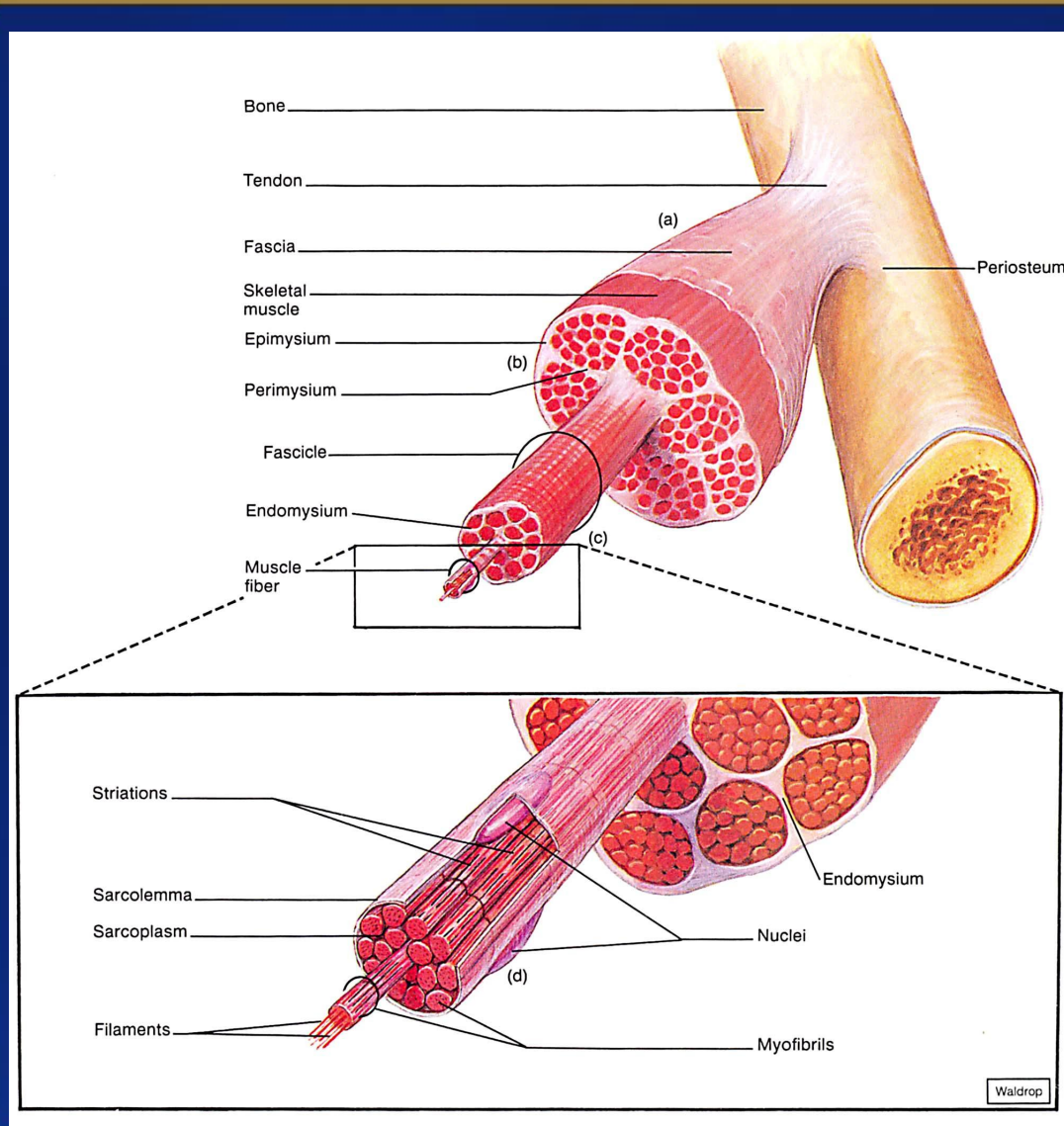


Поперечно-полосатая скелетная



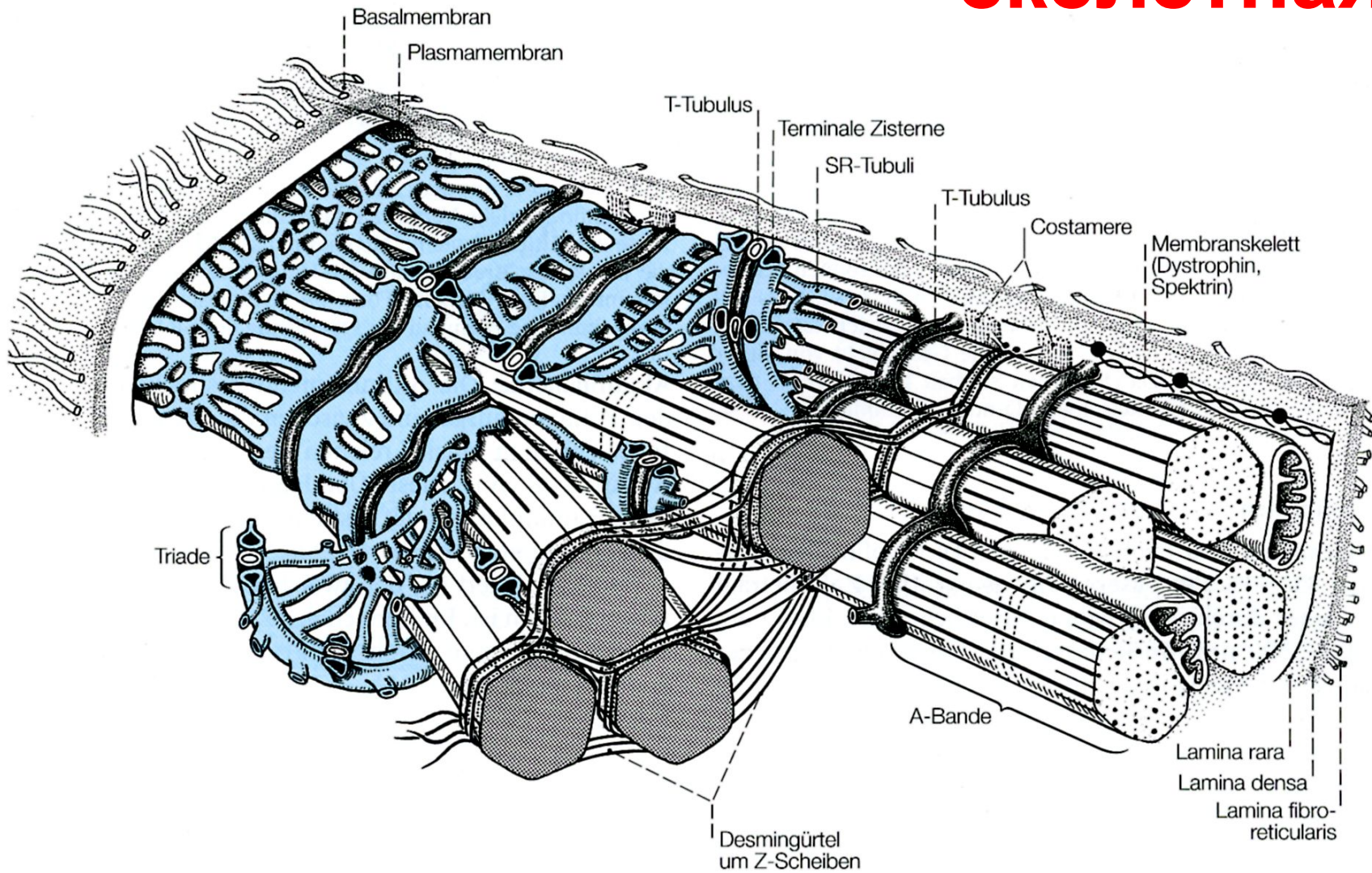


Поперечно-полосатая скелетная





Поперечно-полосатая скелетная





Опорный комплекс

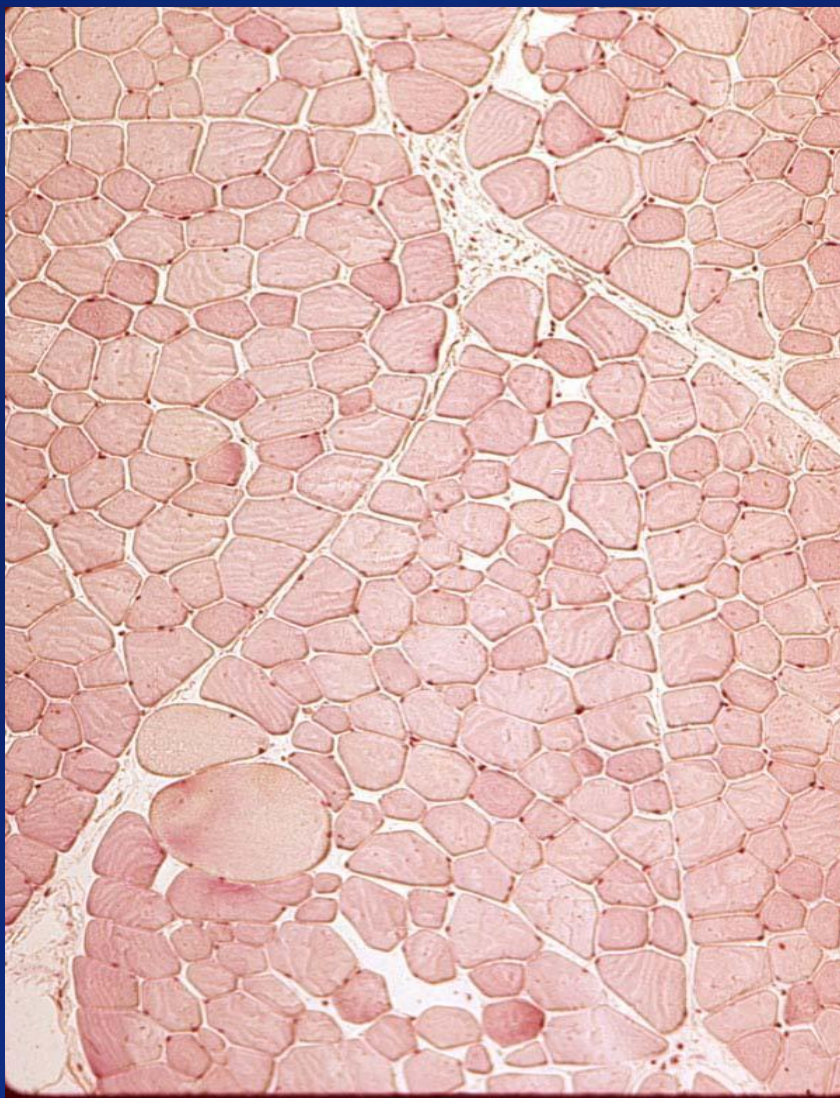
Поперечнополосатые мышечные волокна окружены соединительной тканью эндомизием (пучки 1 порядка).

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

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



Опорный комплекс





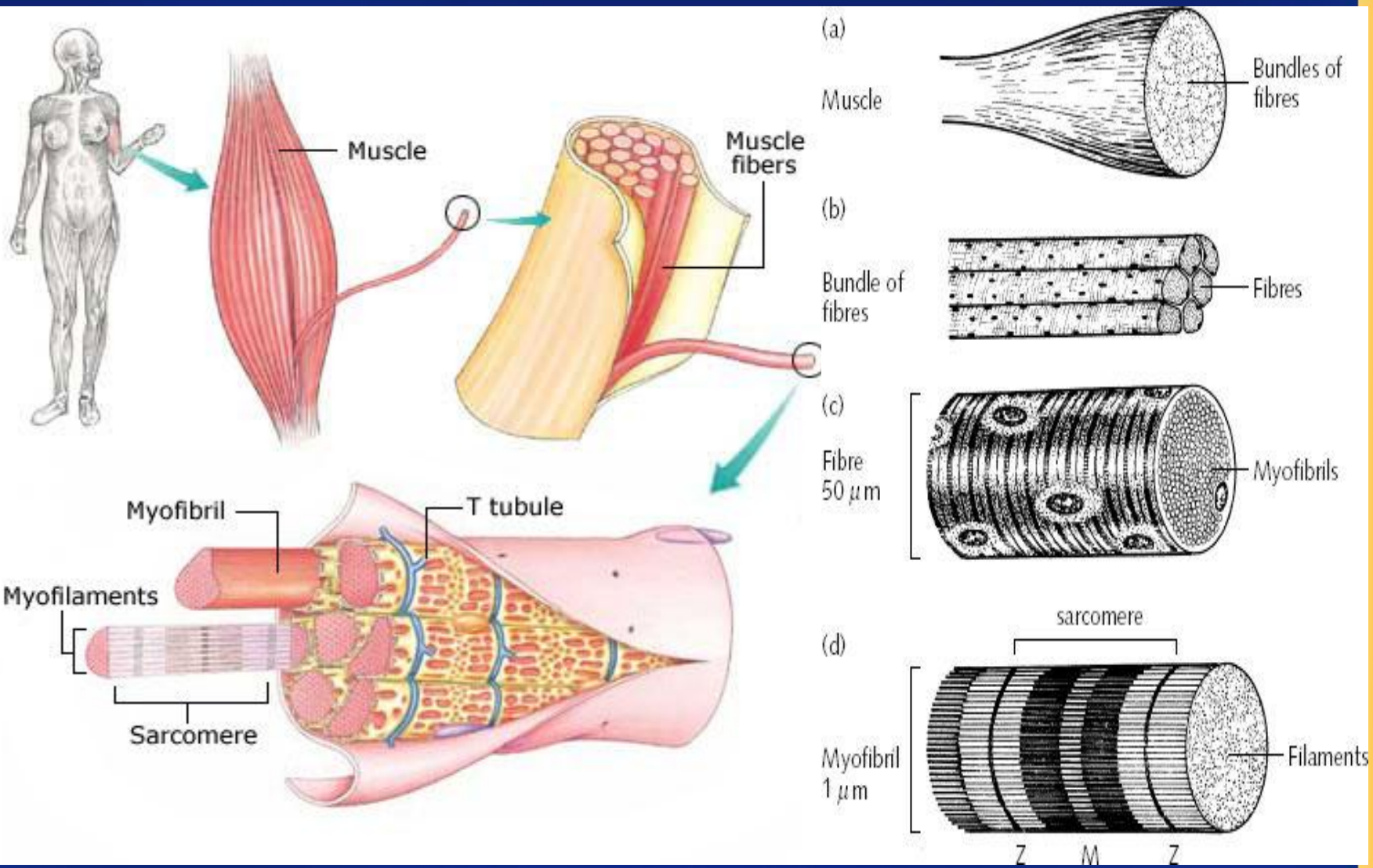
Мион – СФЕ

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.

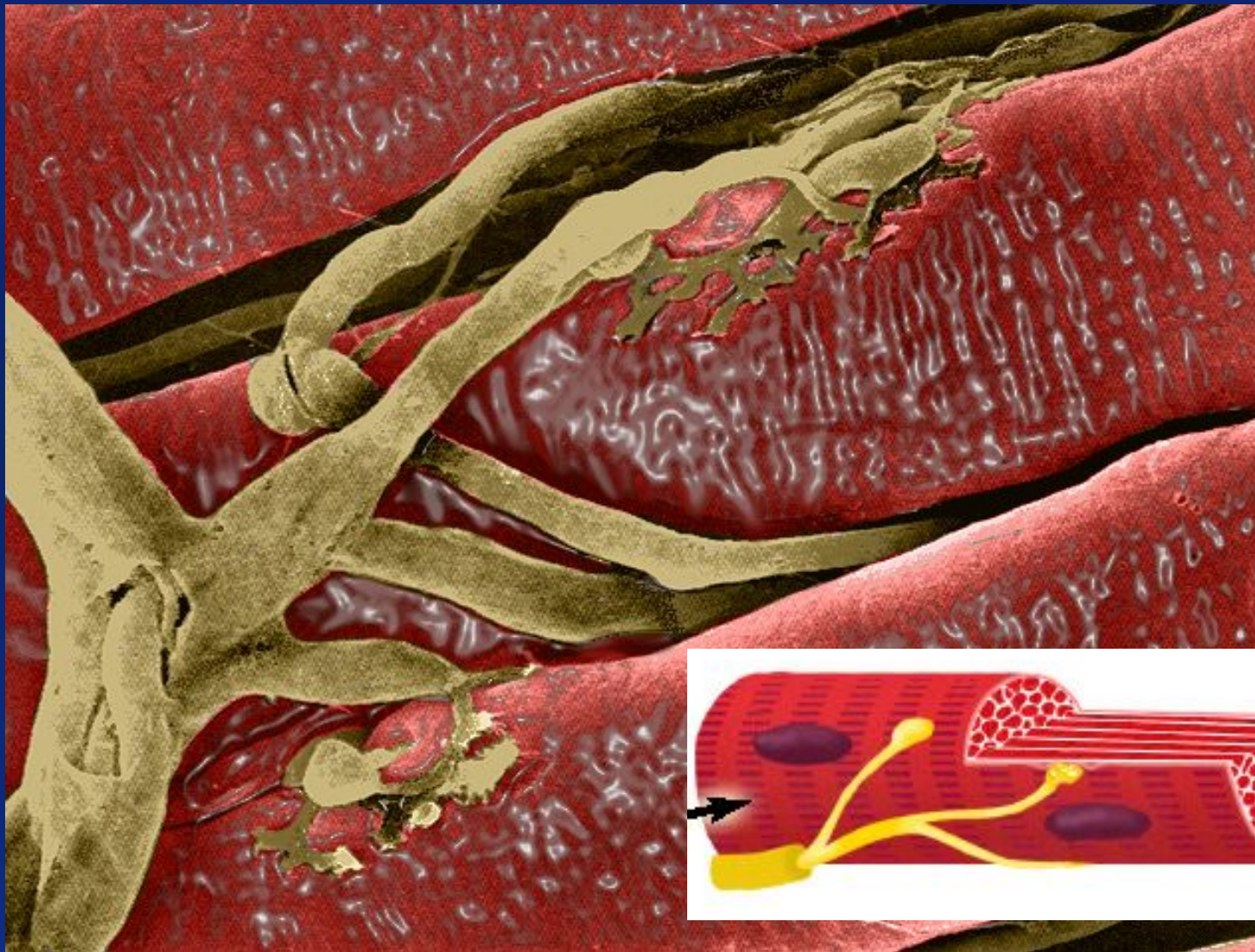


Мион – СФЕ МЫШЦЫ





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.

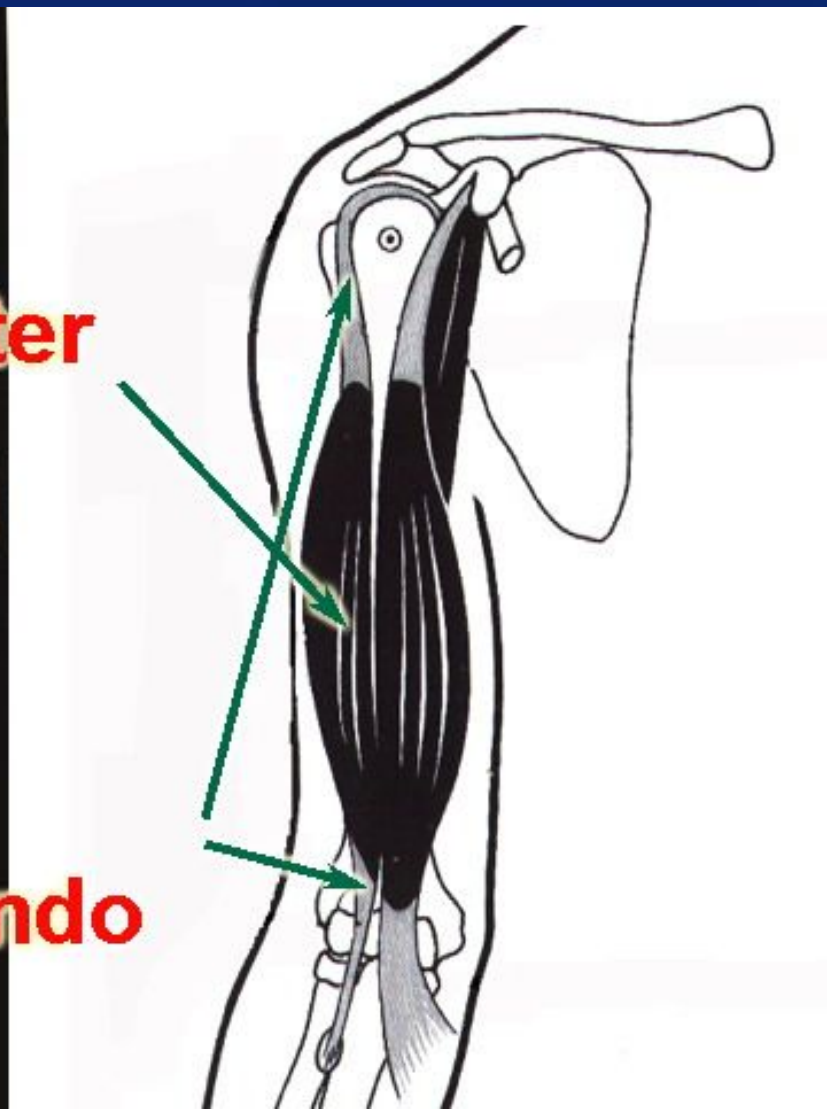


Мышца как орган



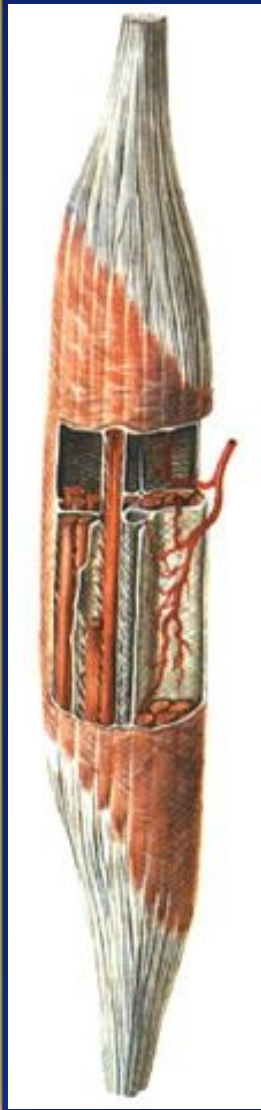
Venter

Tendo





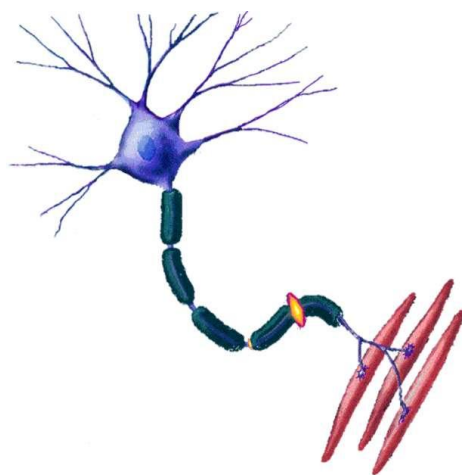
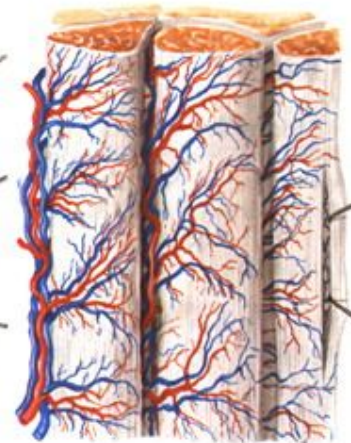
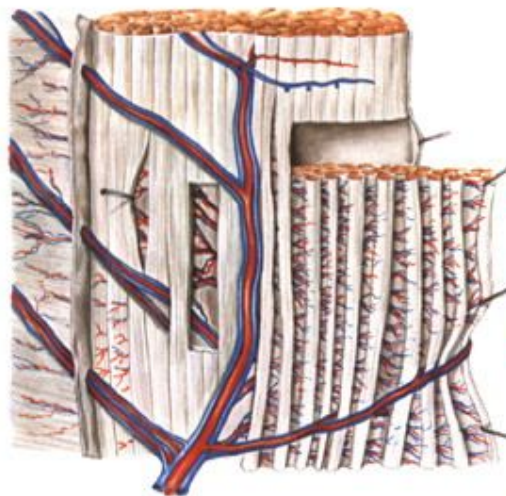
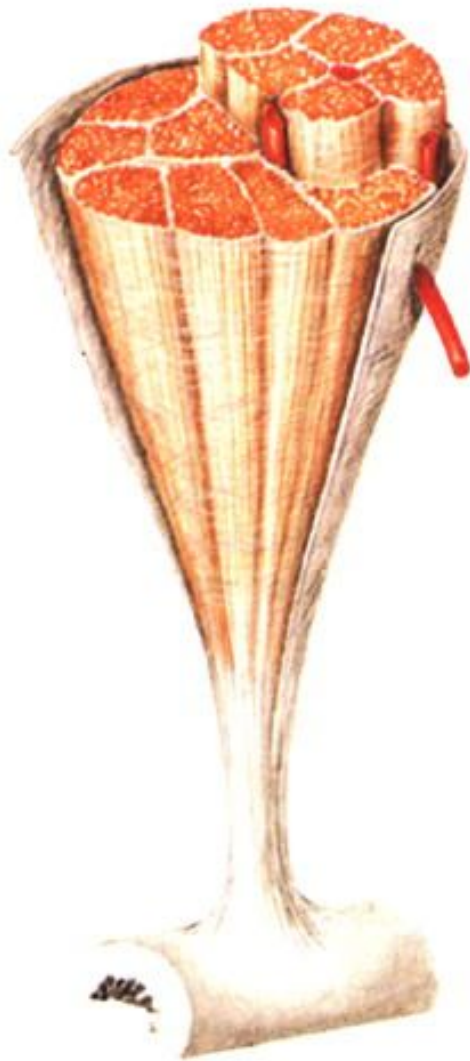
Hilus musculi



- **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 мм²/7 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

длинные

m. rectus abdominis



m. intercostalis internus

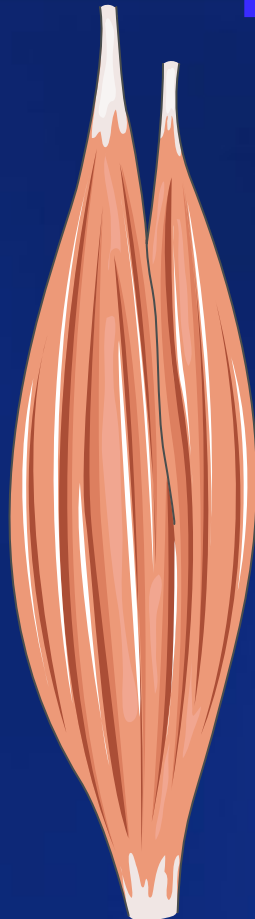
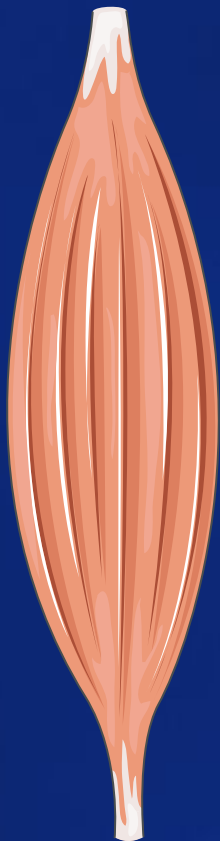
широкие



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



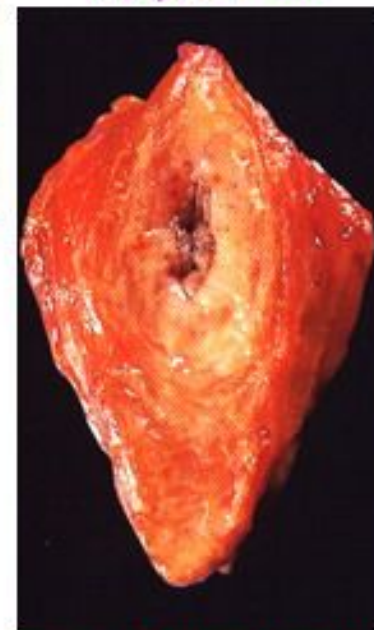
m.obliquus

поперечное



m.transversus

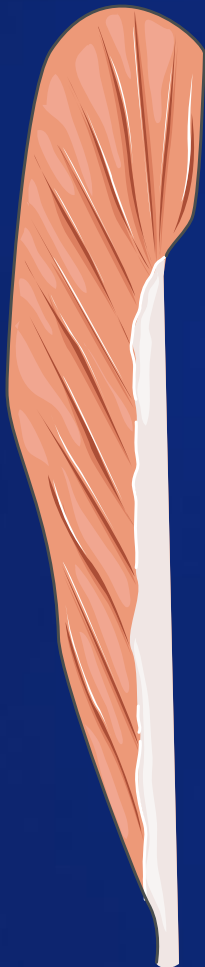
круговое



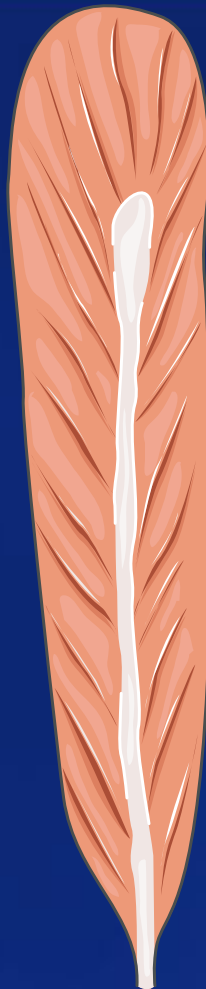
m.orbicularis



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

a. пронаторы **m.pronator quadratus**

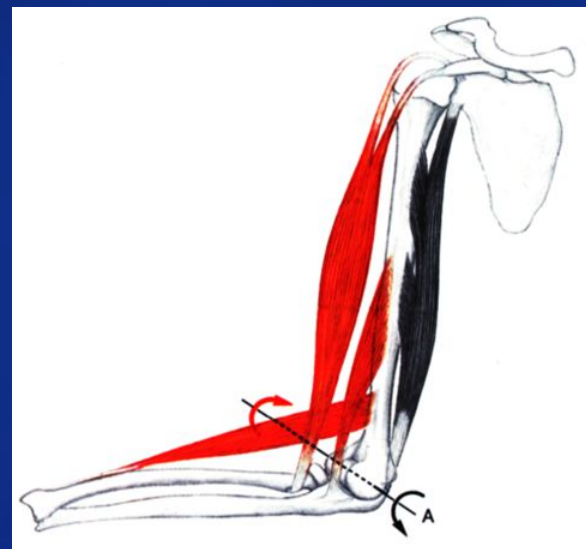
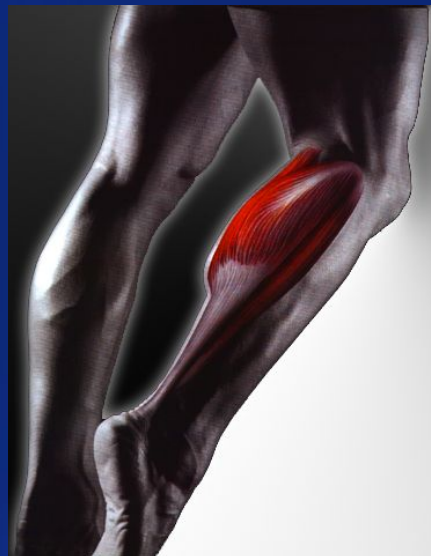
b. супинаторы **m.supinator**



По функции (П.Ф.
Лесгафт)

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

Антагонисты и синергисты





По типу волокон

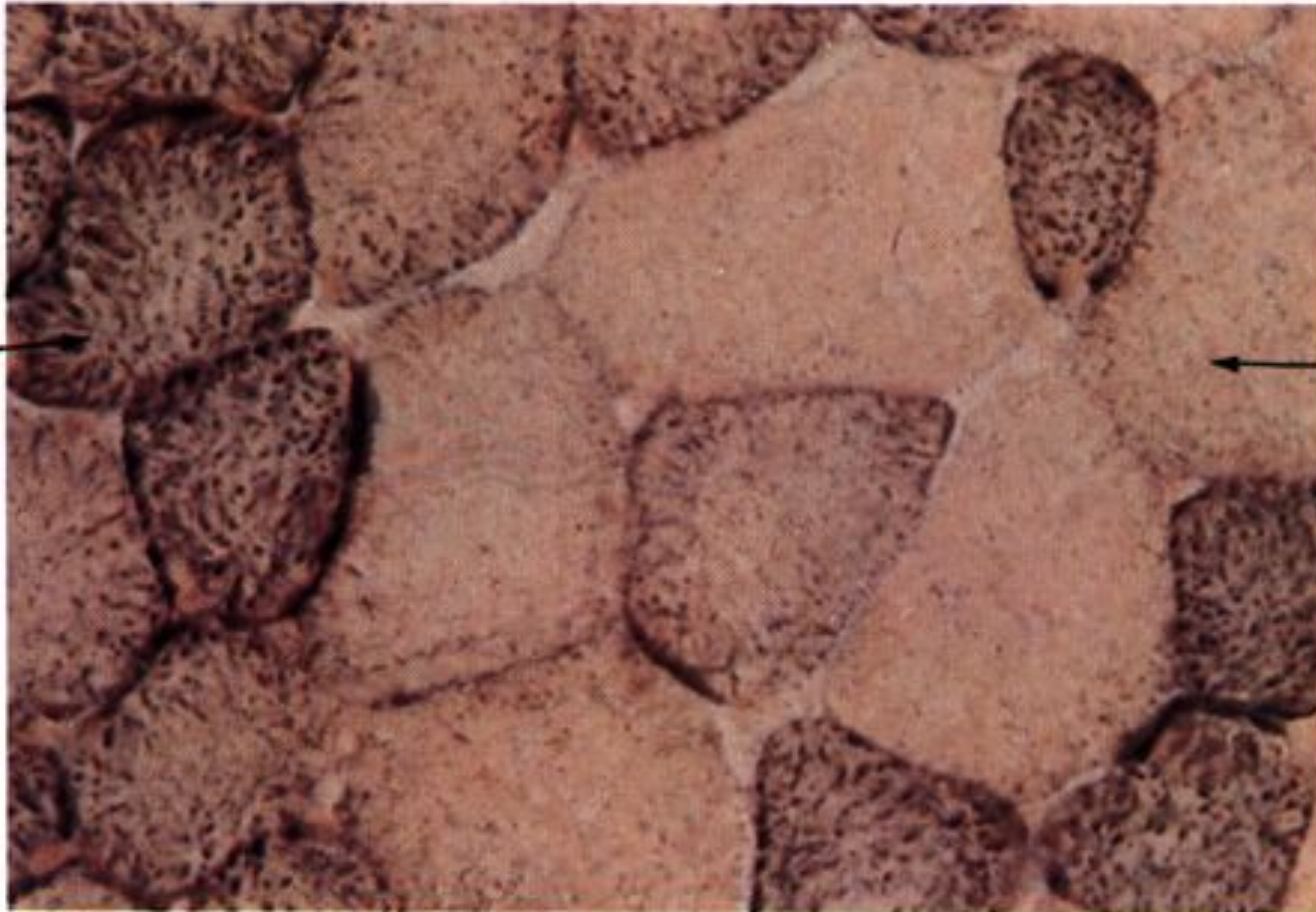
Все мышцы по
содержанию
пигмента
(миоглобин) делят
на **красные** и **белые**

STRIATED MUSCLE

Semitendinosus, cross section

Mitochondria; succinic dehydrogenase localization

Red
muscle
fiber



White
muscle
fiber

20 μ

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**.

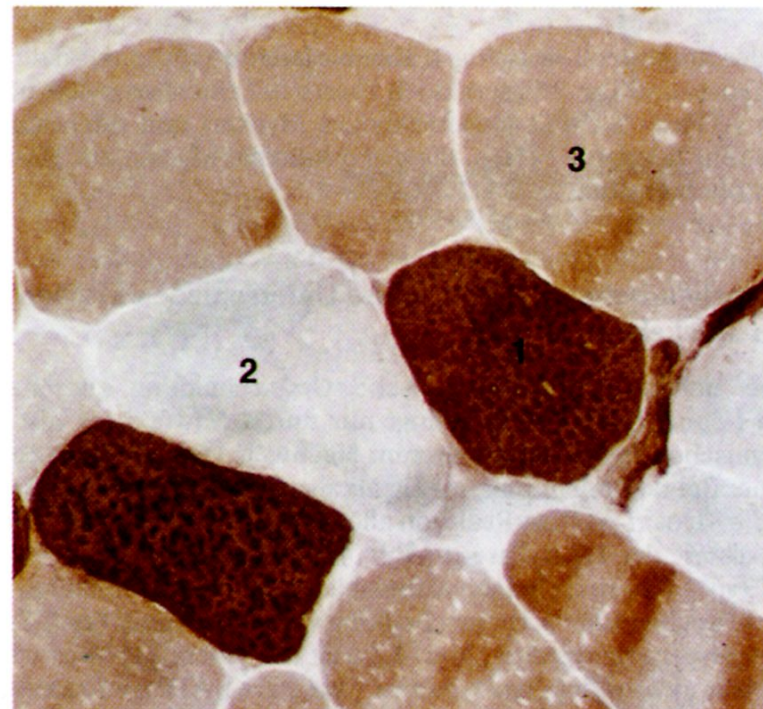
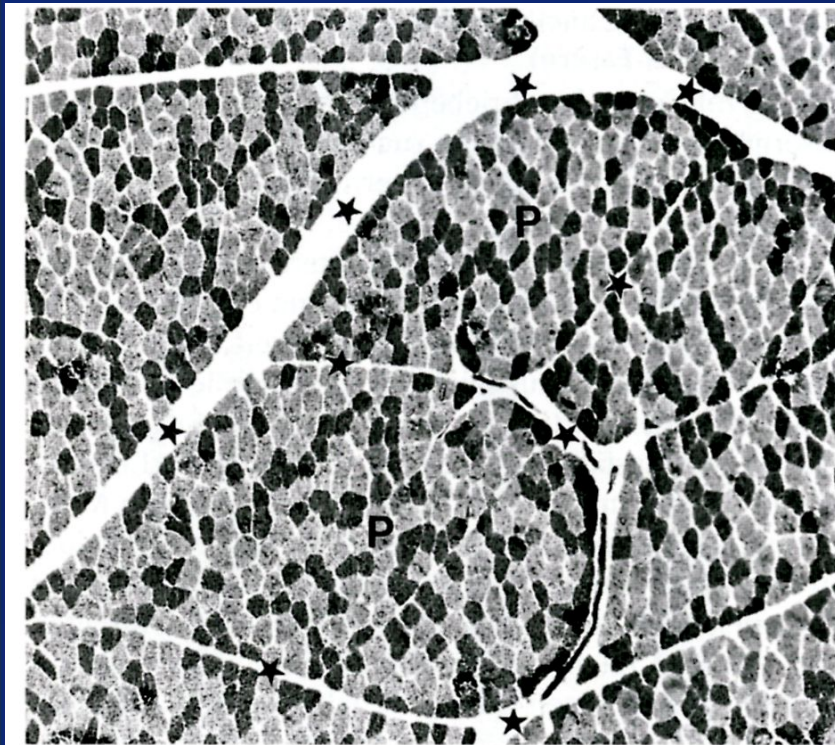


Белые(20%):

- **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

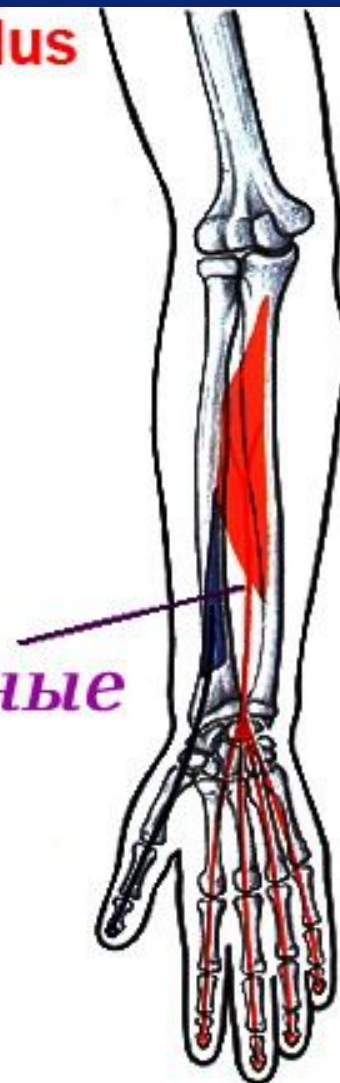


По отношению к суставам

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

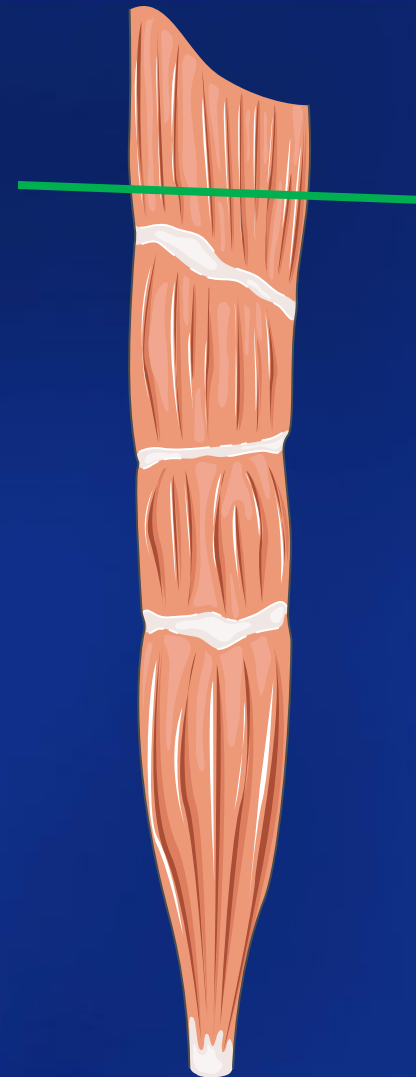
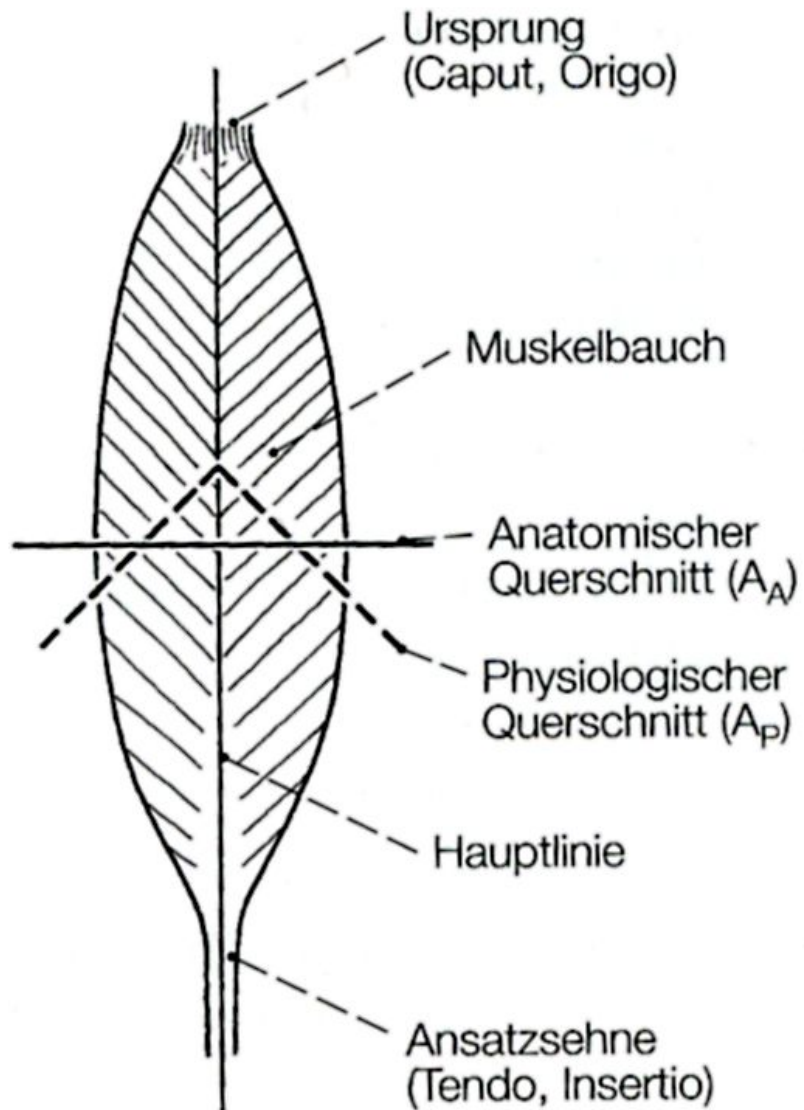
мышечных волокон). Это

«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

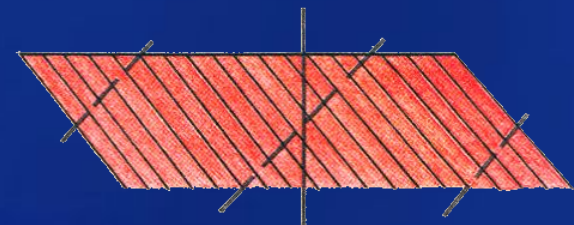
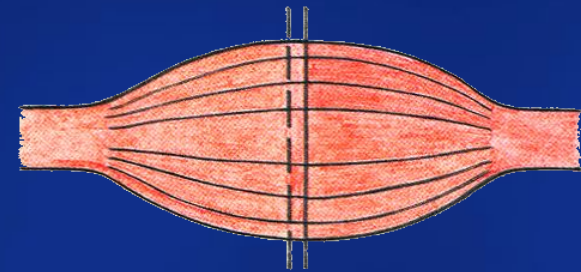
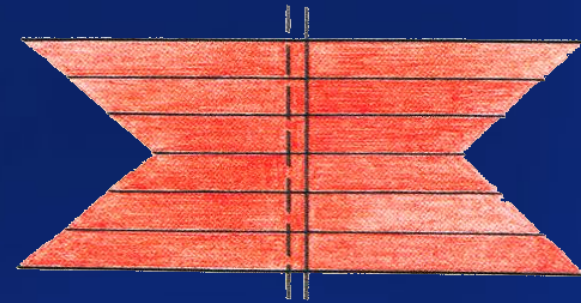
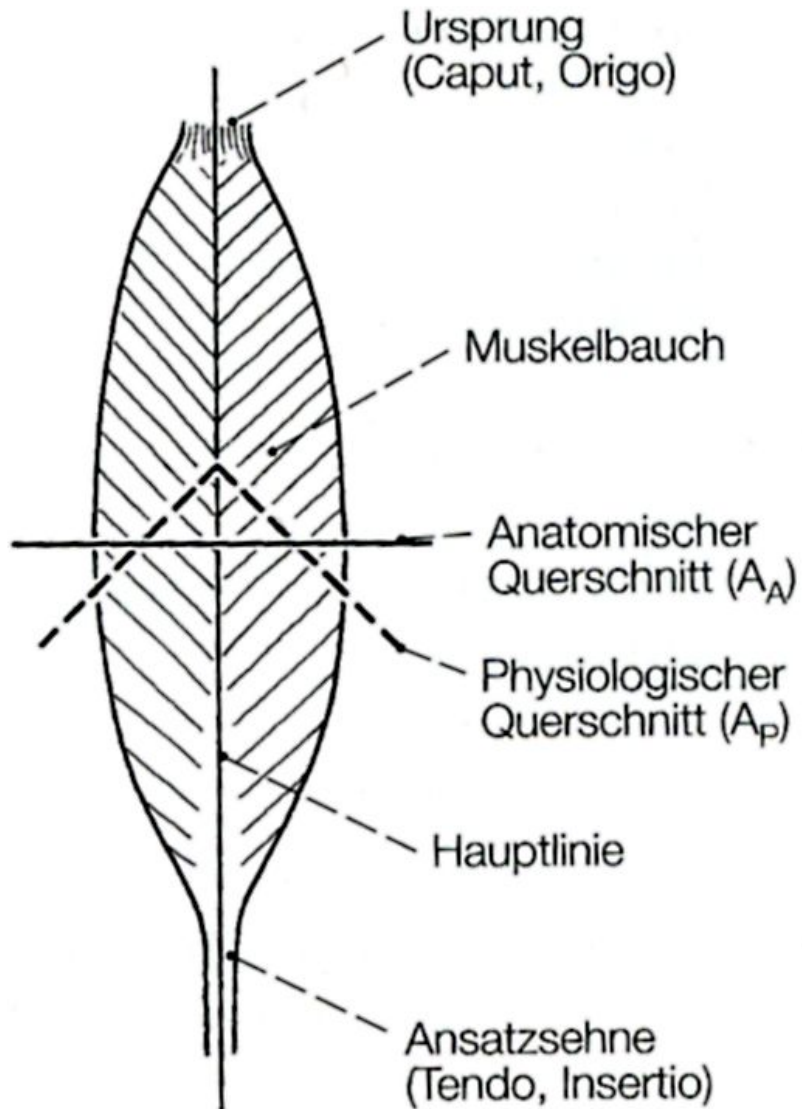
$$\Phi_{\text{п}} = \text{длина} \times \cos \alpha$$

где угол α - 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)



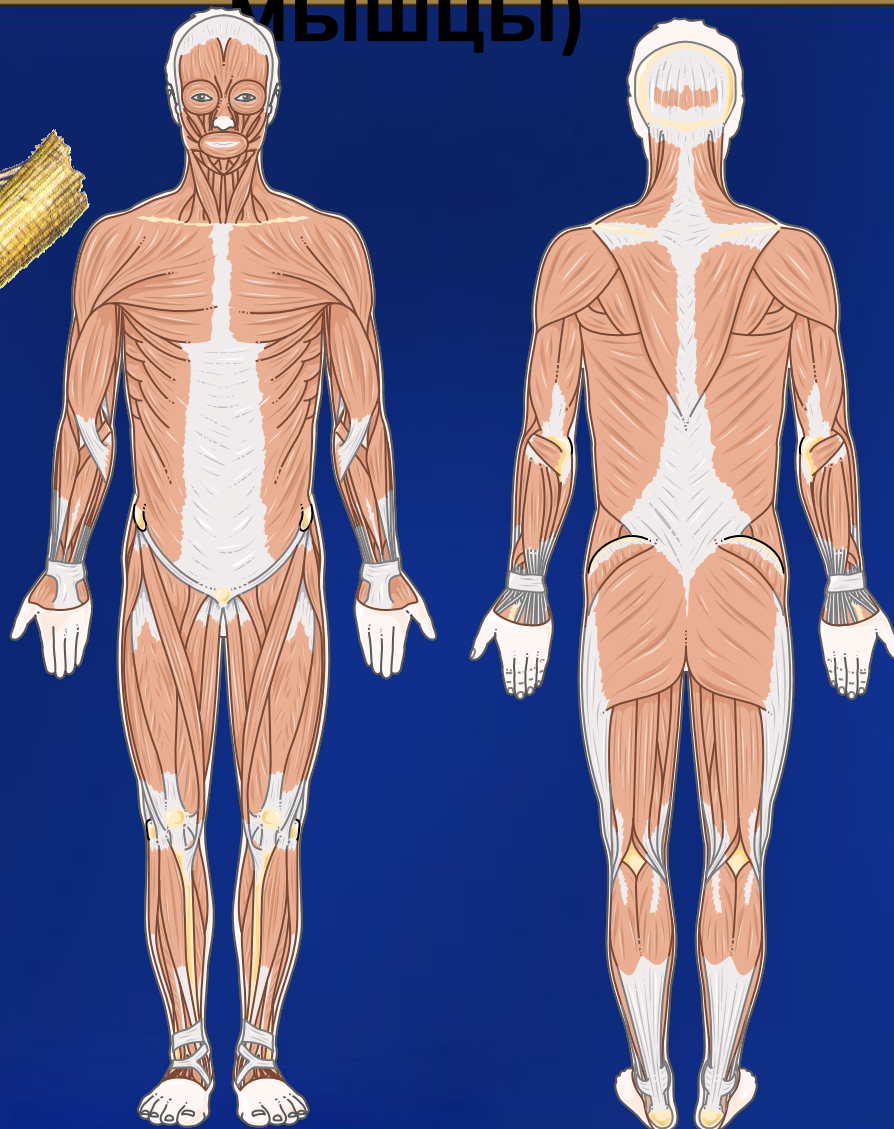
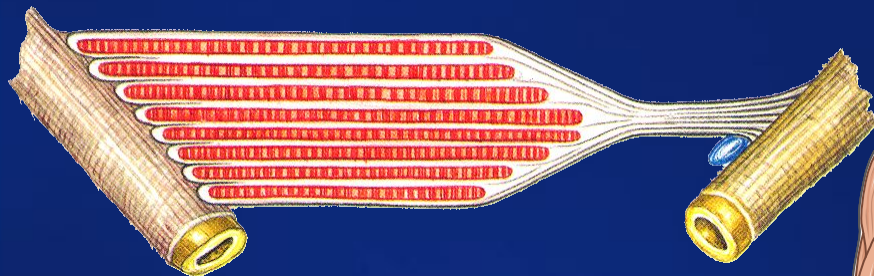


Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

- **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)





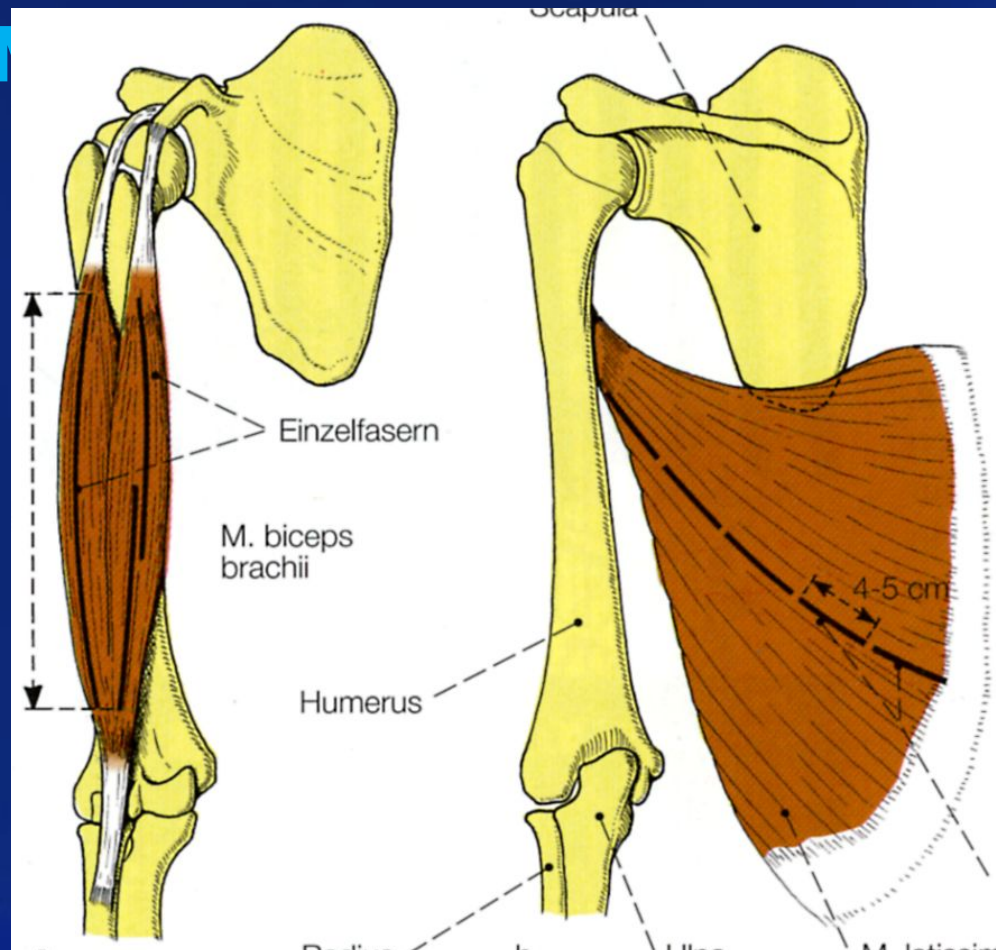
Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

- **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





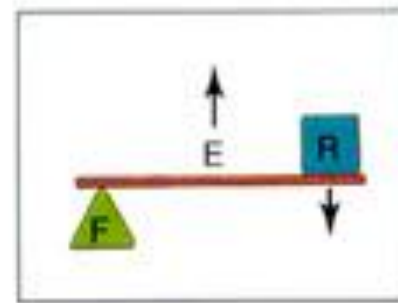
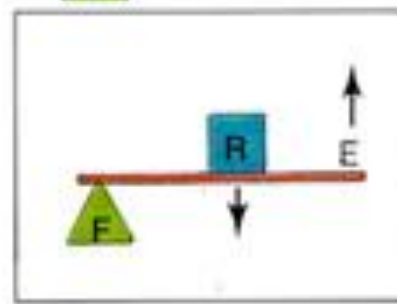
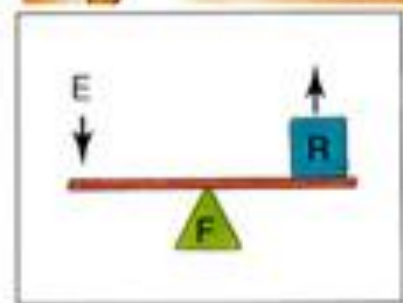
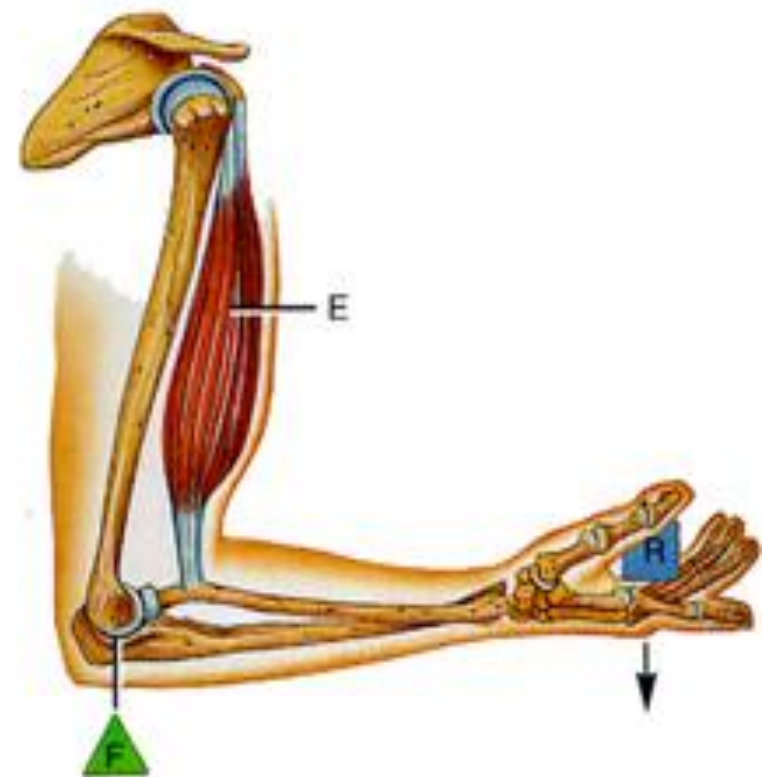
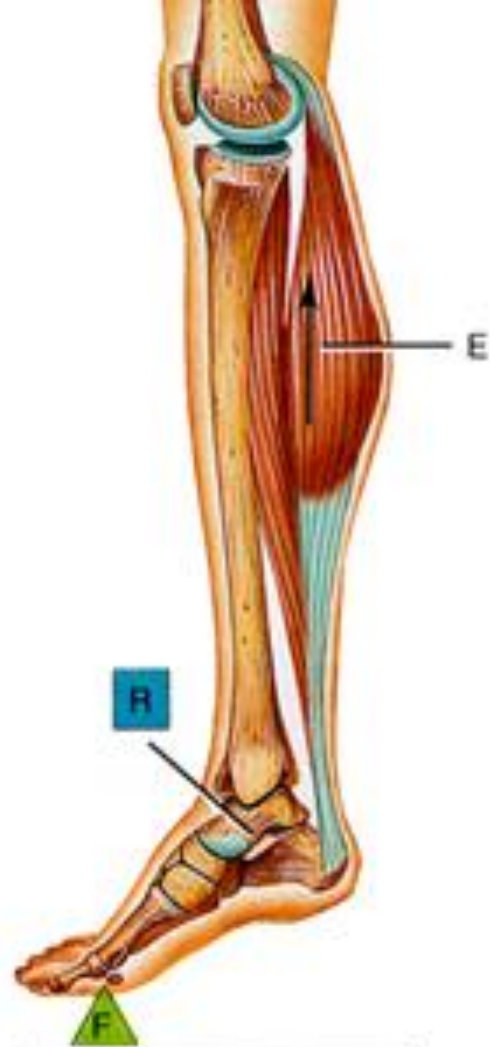
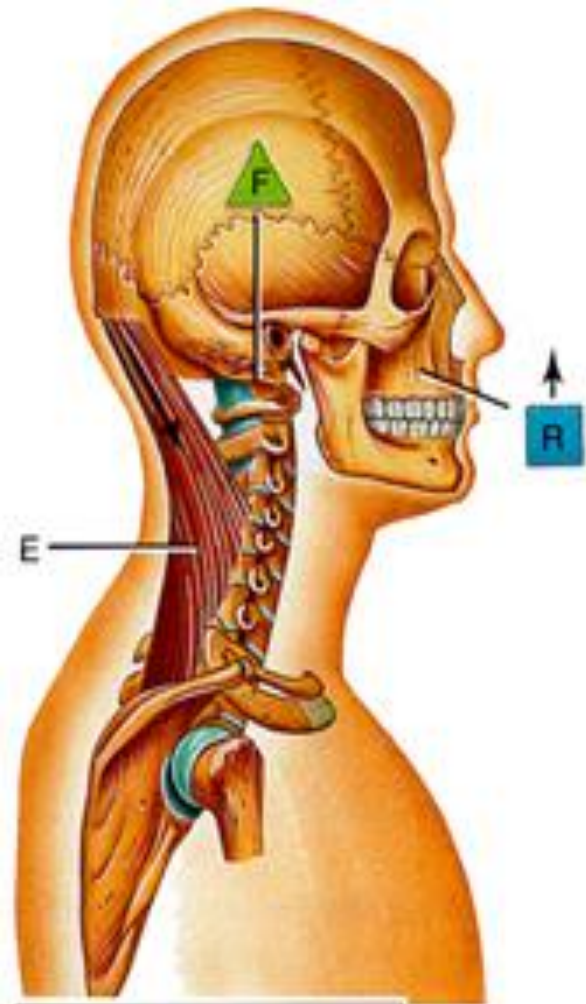
Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

- **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)

