Тема

# 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)

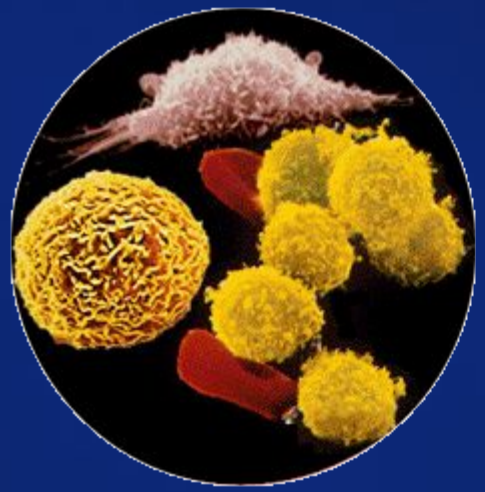
- называют ткани, различные по строению и происхождению, но сходные по способности к выраженным сокращениям.
- они обеспечивают перемещения в пространстве организма в целом, его частей и движение органов внутри организма и состоят из мышечных волокон.

# Свойства мышечных тканей

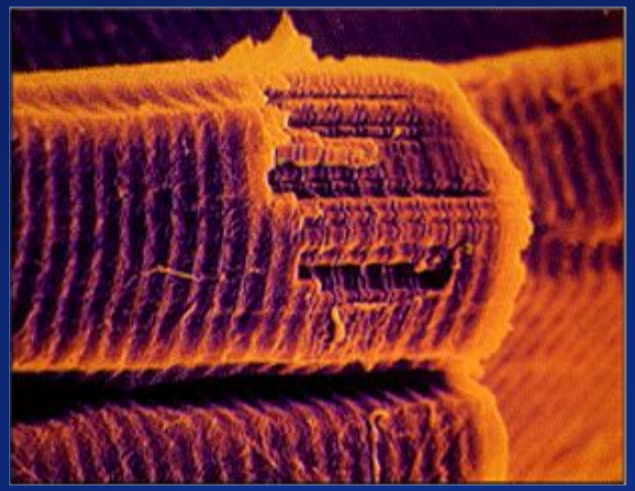
- **Возбудимость** - свойство переходить в состояние возбуждения, которое проявляется в изменении ее напряжения, упругости, вязкости и др.
- **Проводимость** - способность мышечного волокна передавать возбуждение.
- **Сократимость** - способность при возбуждении сокращаться, т. е. при той же нагрузке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

# 4 главных типа движений

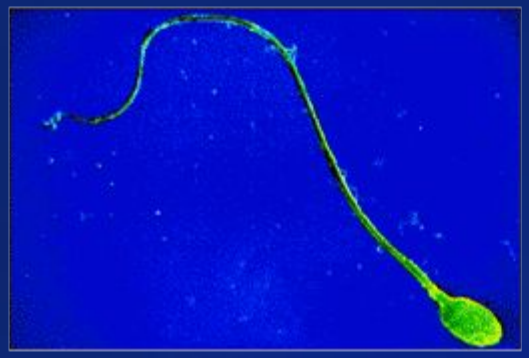
Сократимость – одно из основных свойств живой протоплазмы.



амебовидное



мышечное



жгутиковое

ресничное

# Мышечные движения

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

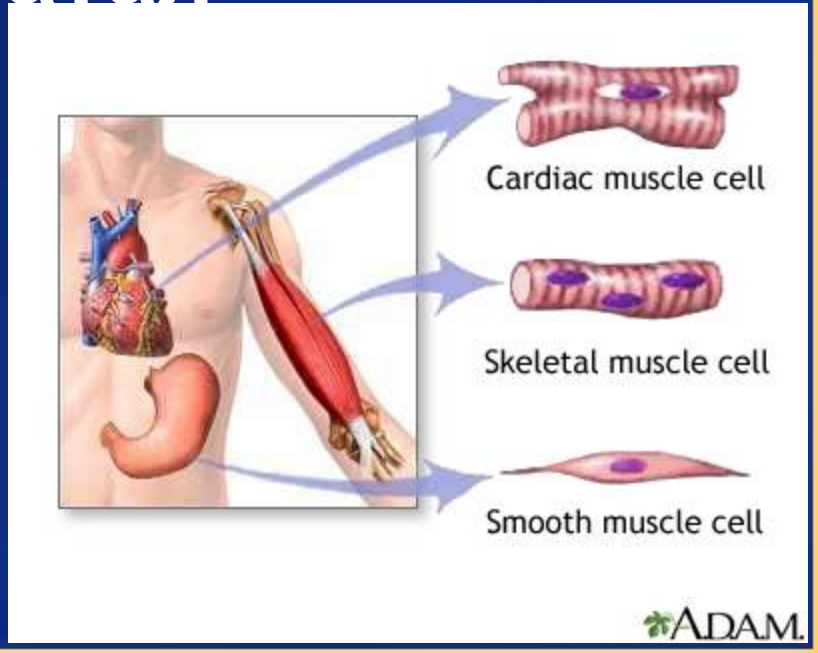
# Виды мышечной ткани

- Гладкая

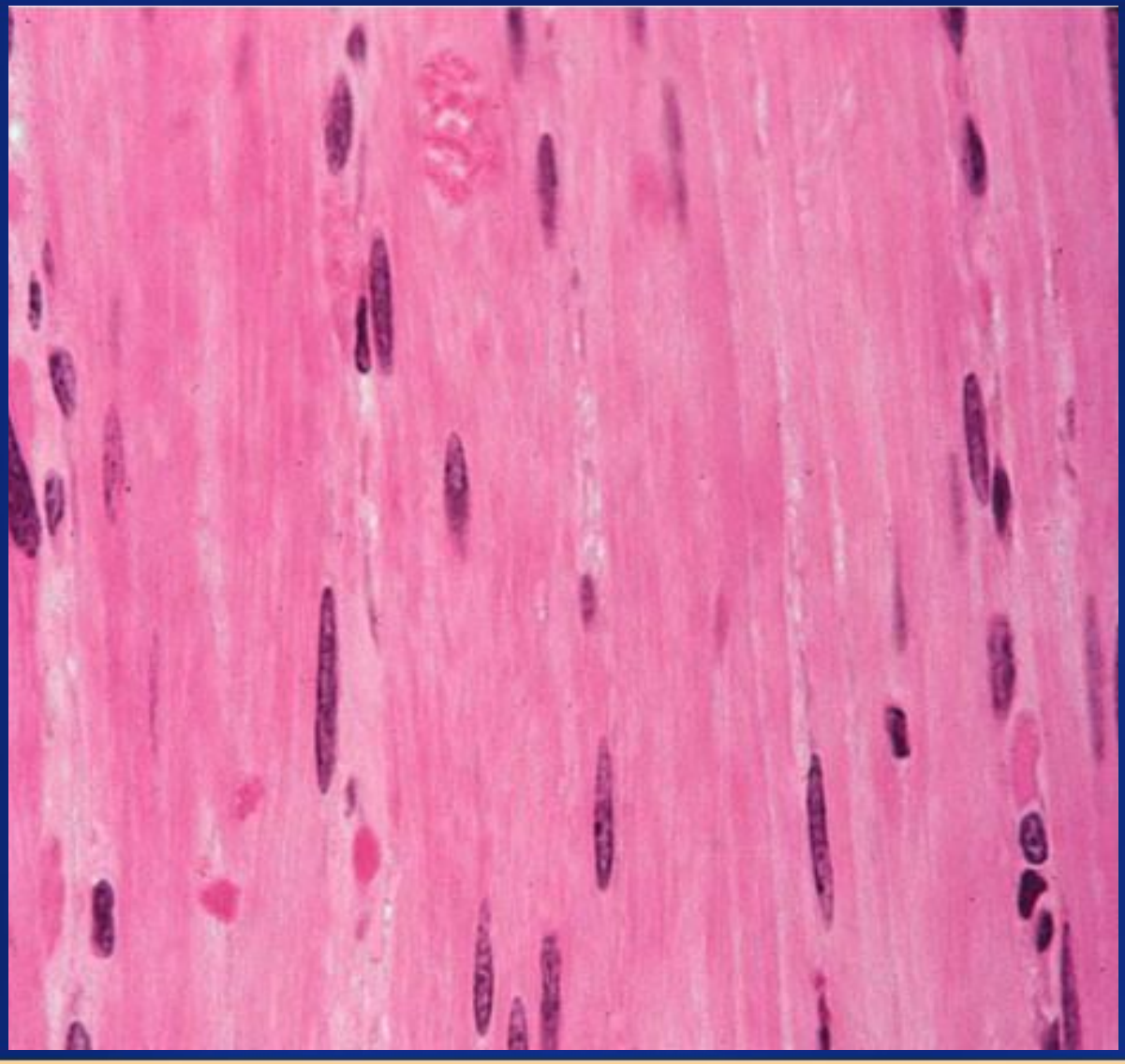
(мезенхимная, эпидермальная, нейральная),

- Поперечно-полосатая скелетная,
- Поперечно-полосатая висцеральная

(сердечная и не сердечная)

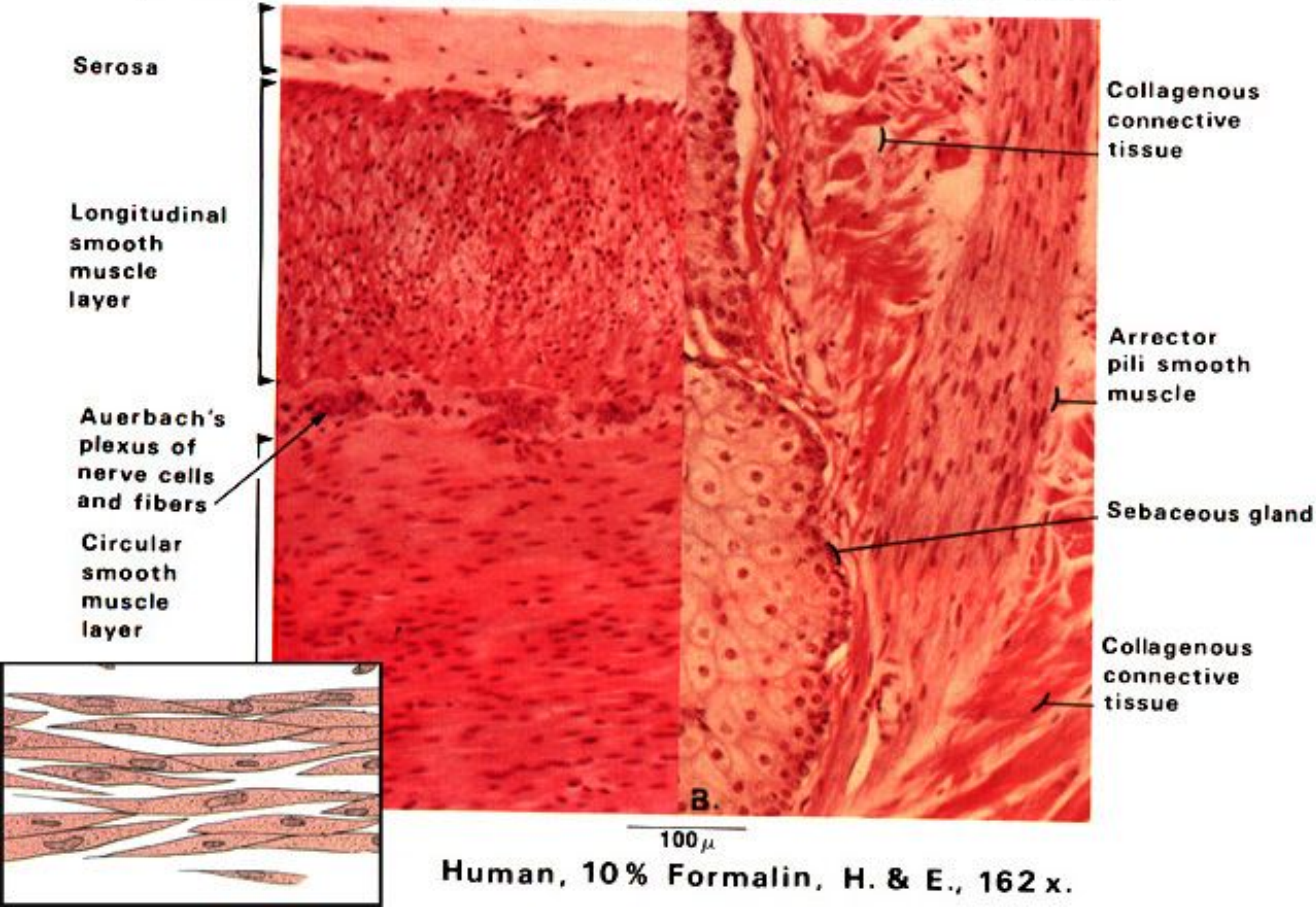


# Гладкая мышца



# SMOOTH MUSCLE

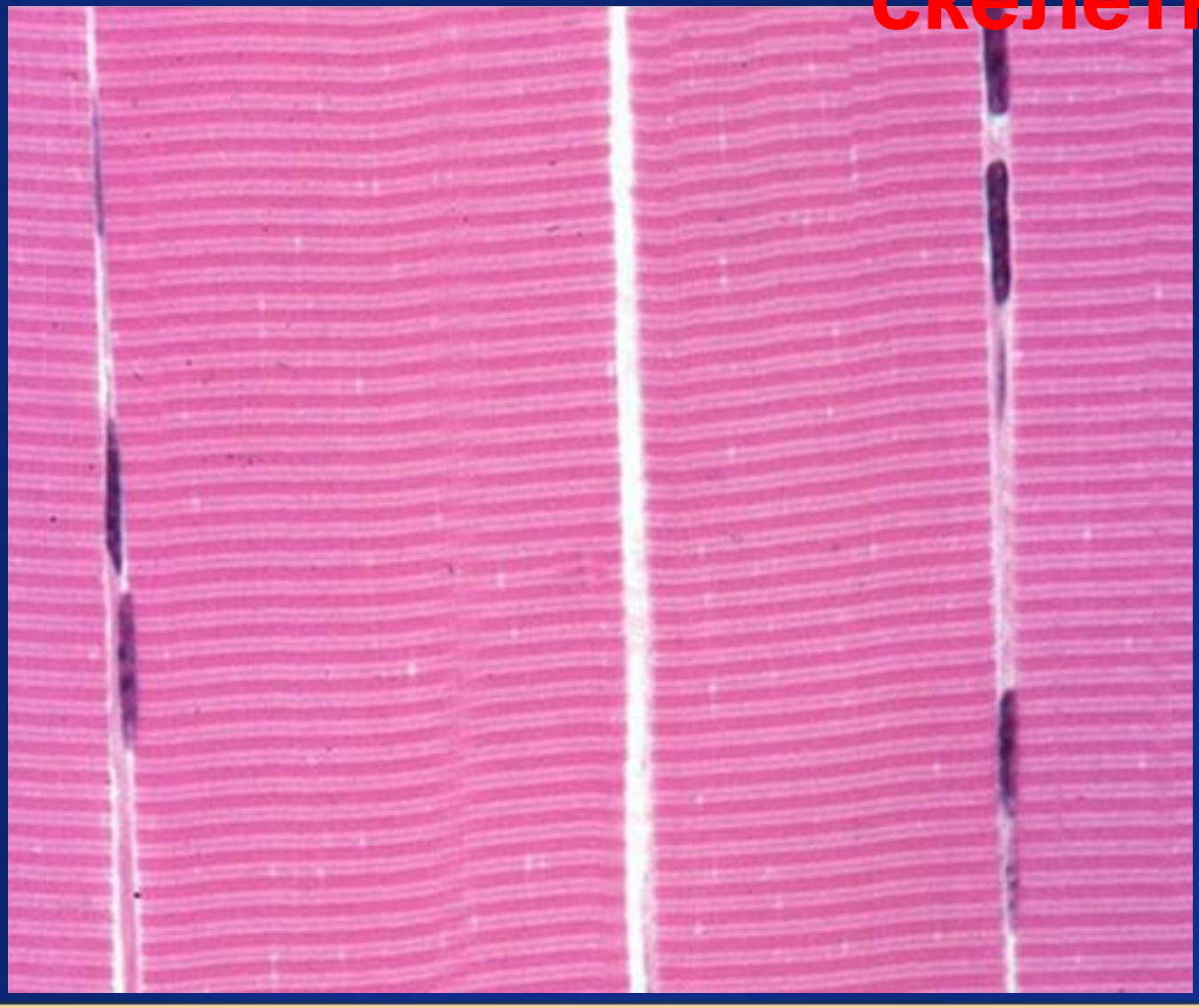
A. Longitudinal and circular (jejunum) B. Small fascicle (skin)



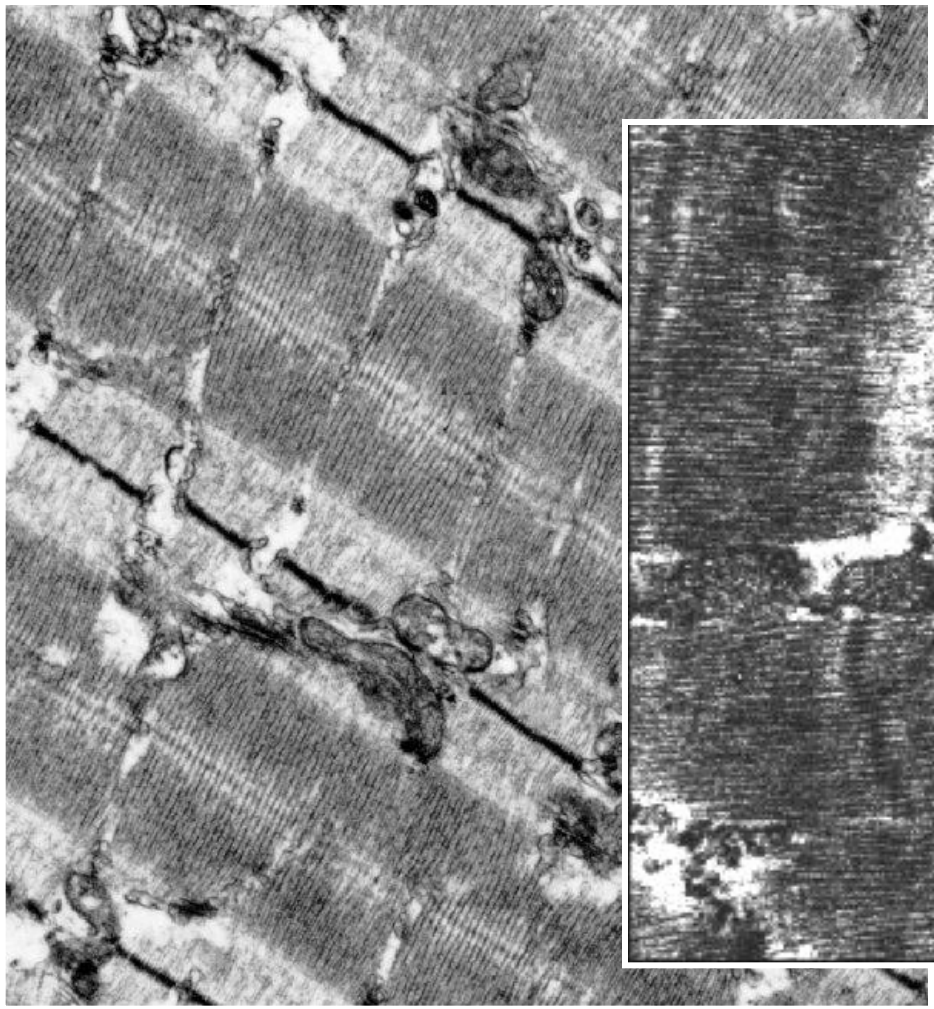

Human, 10% Formalin, H. & E., 162 x.

20-500 мкм
5-8 мкм

# Поперечно-полосатая скелетная

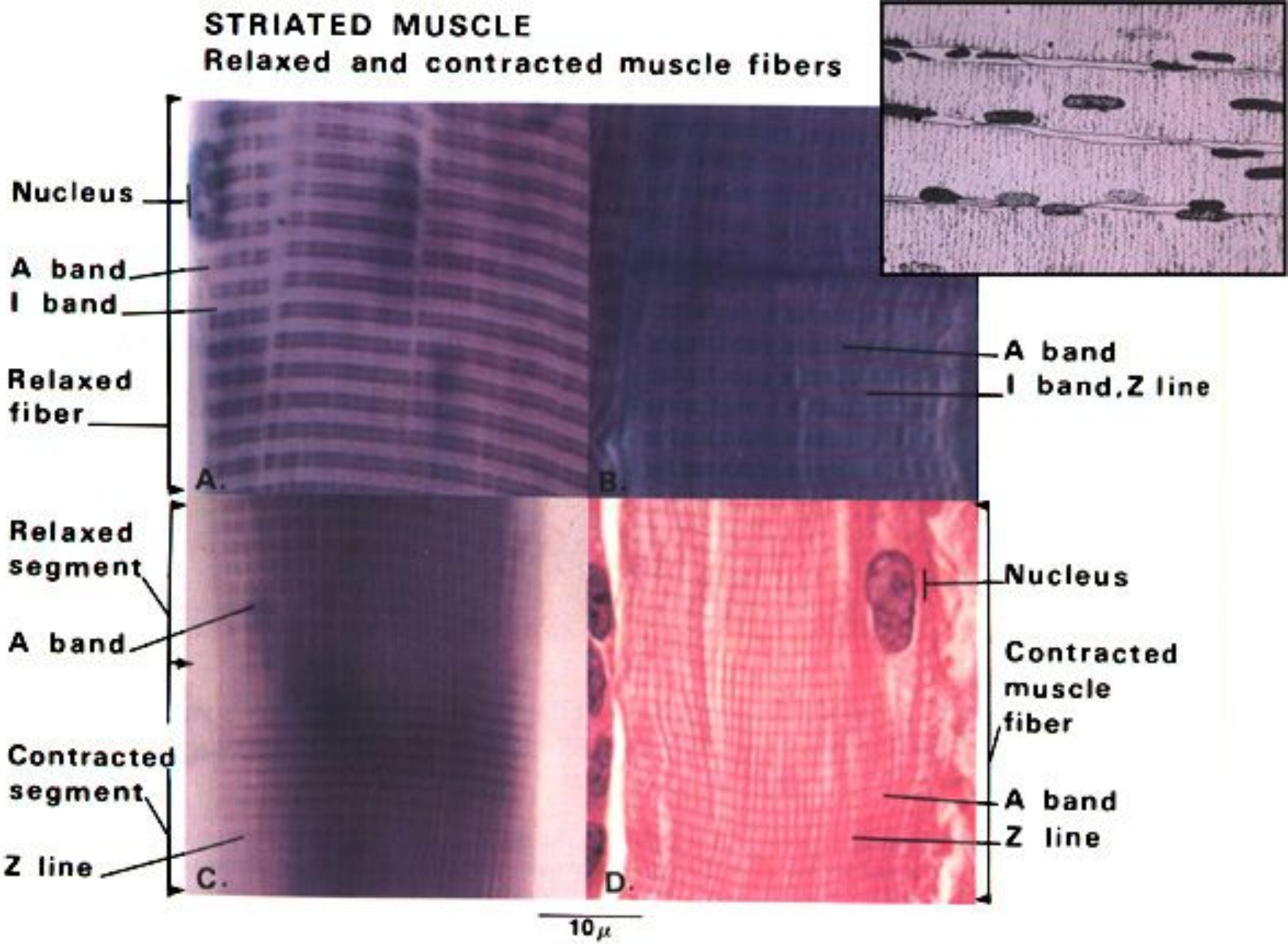


# Поперечно-полосатая скелетная



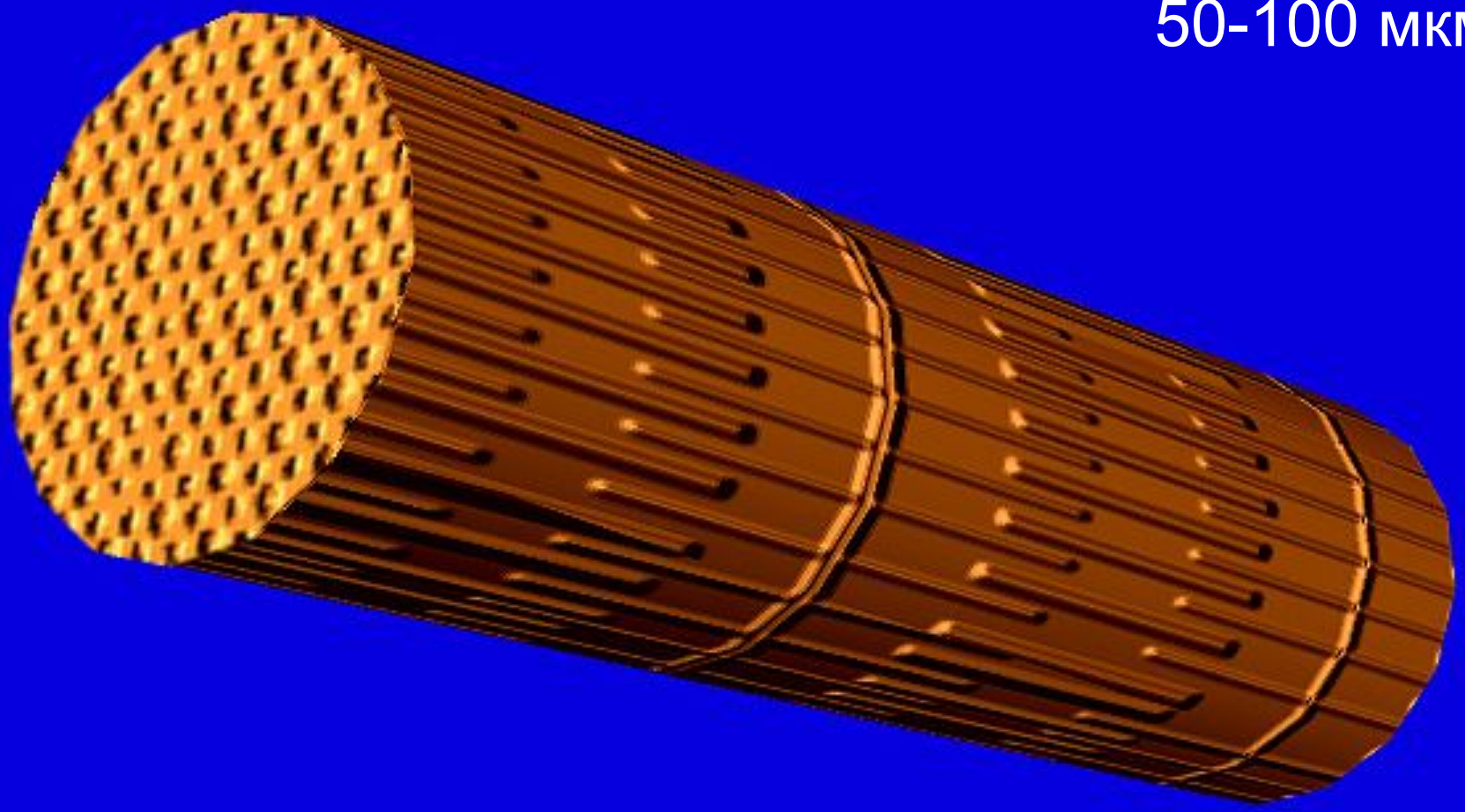
## STRIATED MUSCLE

Relaxed and contracted muscle fibers

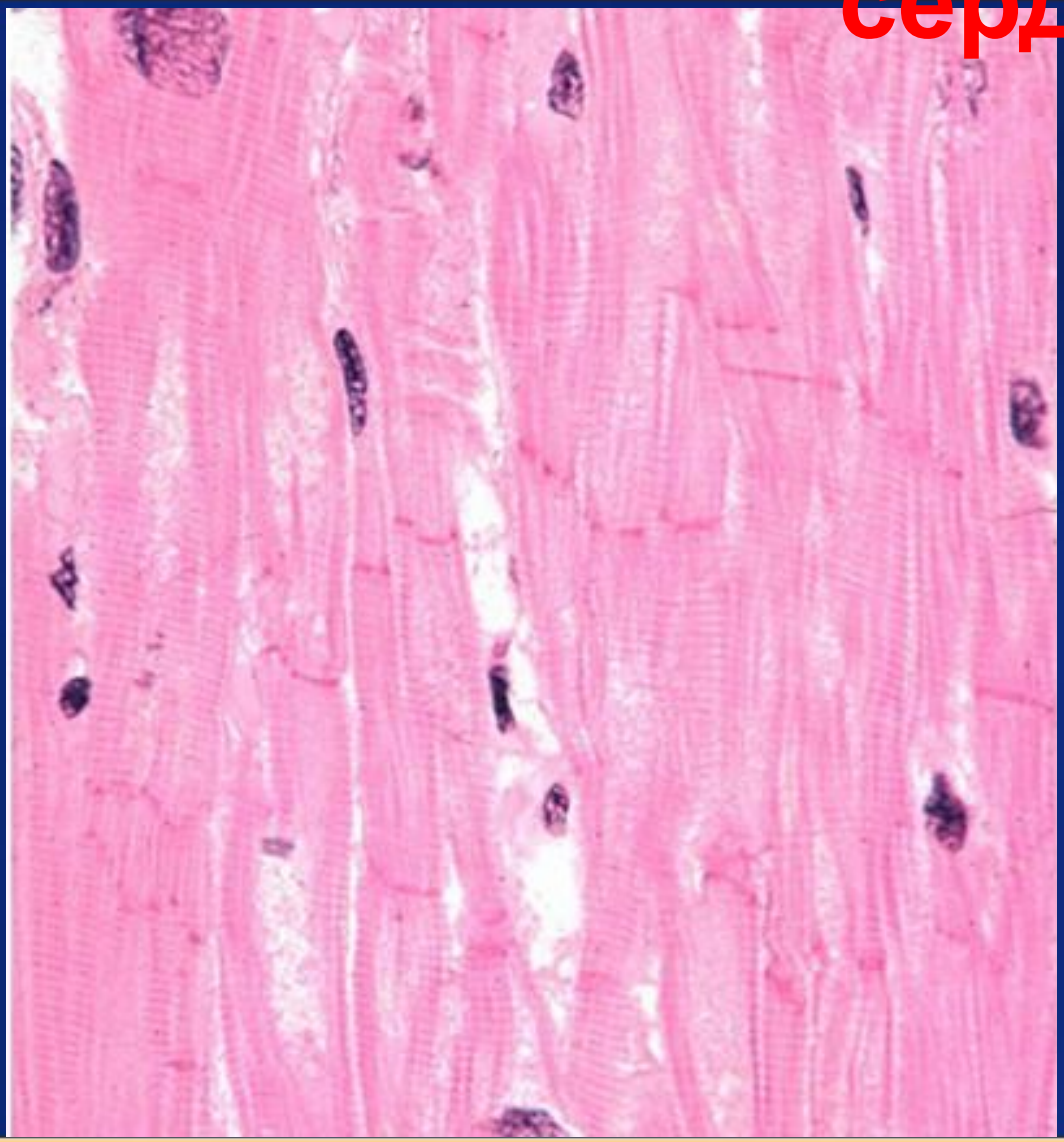



Human; Helly's fluid; A., C., Phosphotungstic acid hematoxylin, B. Mallory-azan, D. H. & E.; 1416x.

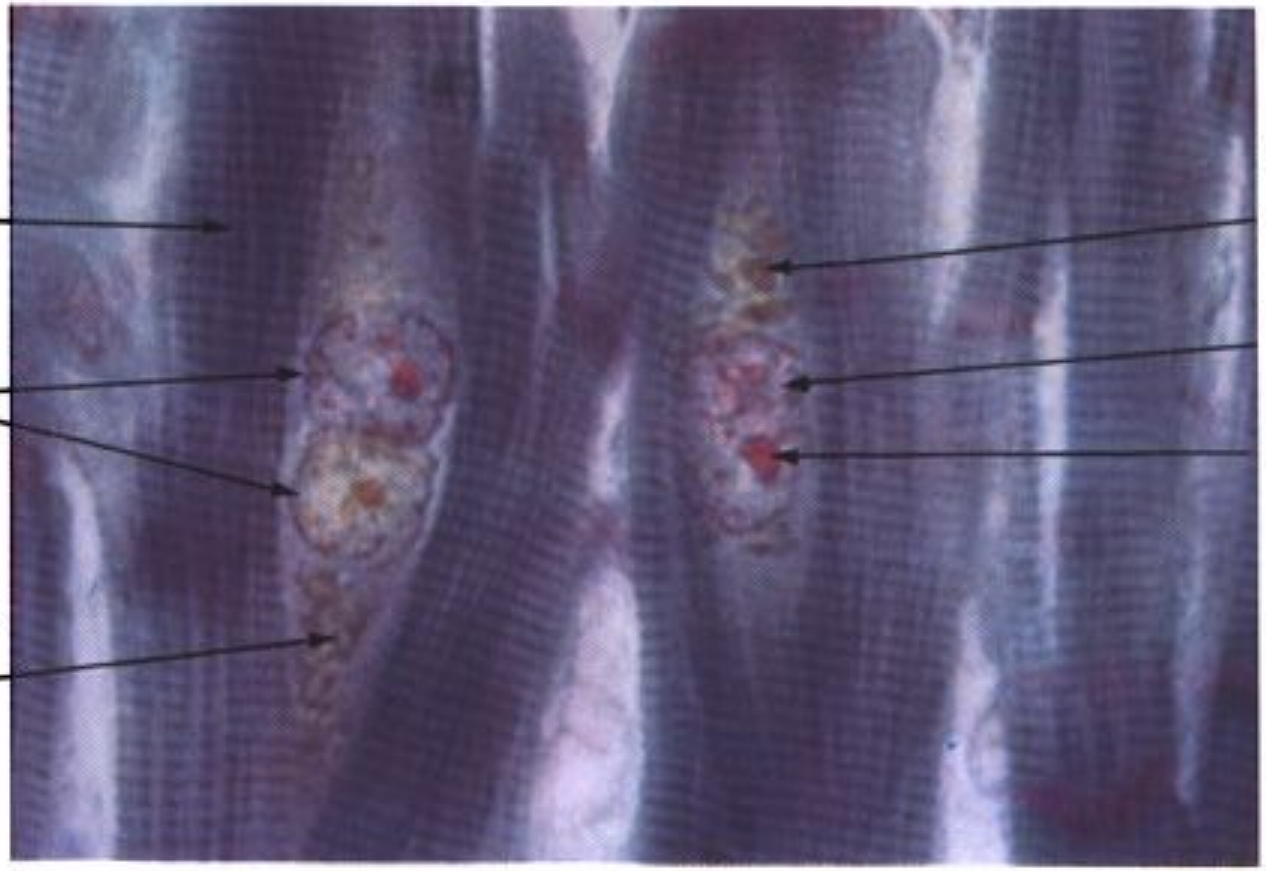
16 см
50-100 мкм



# Поперечно-полосатая сердечная

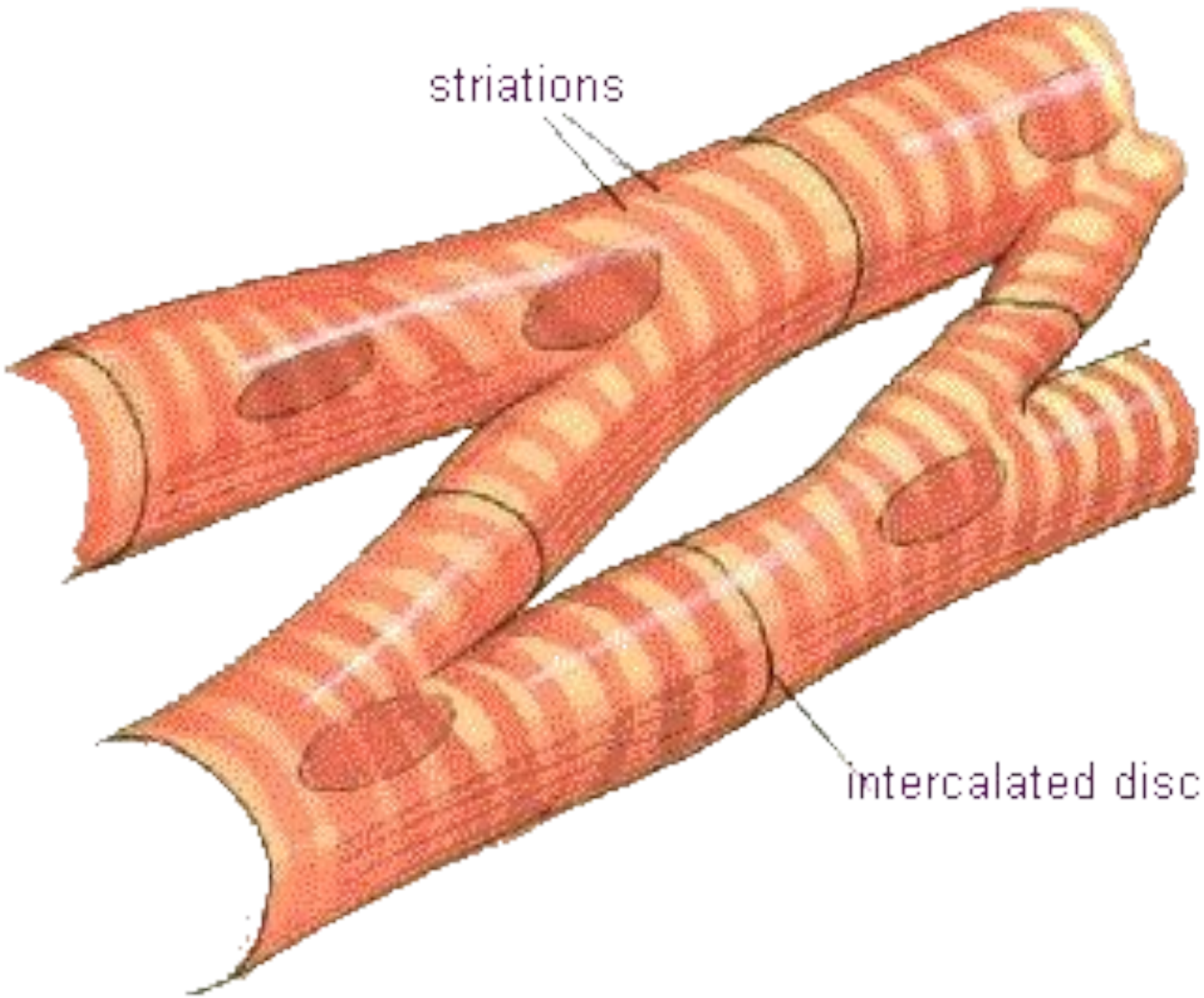


## CARDIAC MUSCLE
### Lipochrome pigment



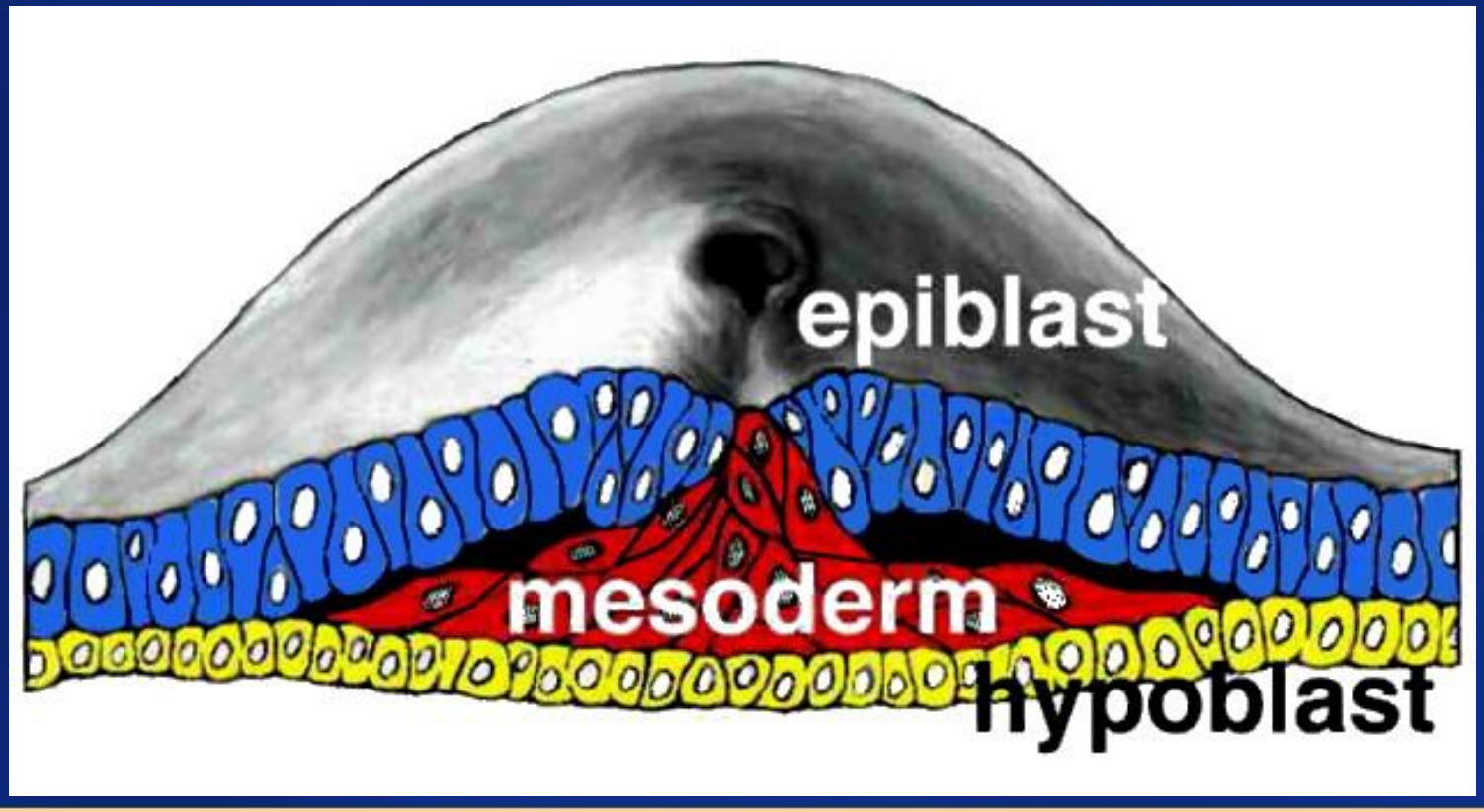

Human, Helly's fluid, Mallory's stain, 1416 x.

100-150 мкм
20 мкм



# Онтогенез скелетной мускулатуры

Все мышцы развиваются из среднего зародышевого слоя - мезодермы



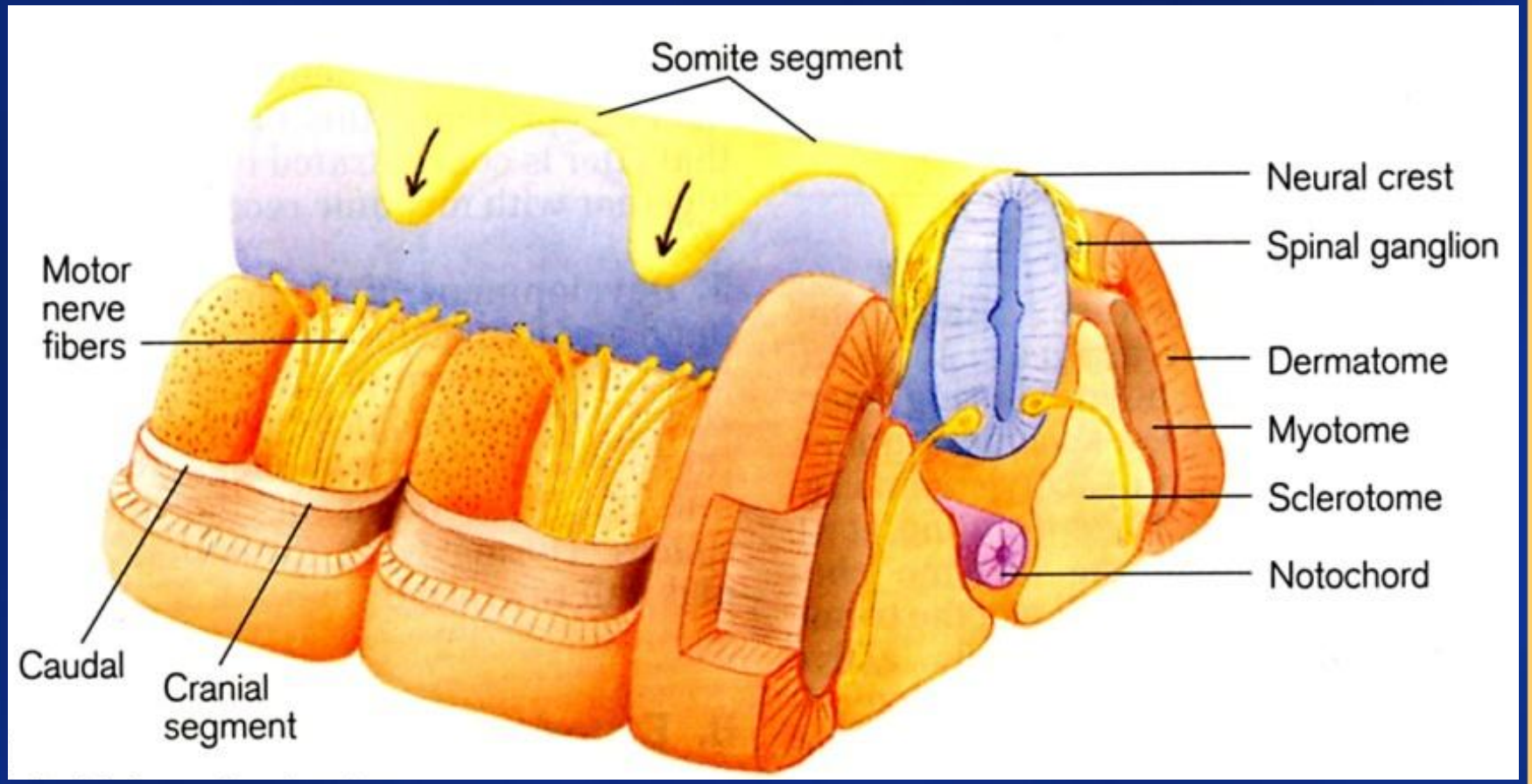
# Из мезодермы формируются сомиты

## Каждый сомит делится на 3 части:

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

- часть между ними дает начало мышечной ткани и называется **миотом** (*Gk* mys мышца)

# Из мезодермы формируются сомиты

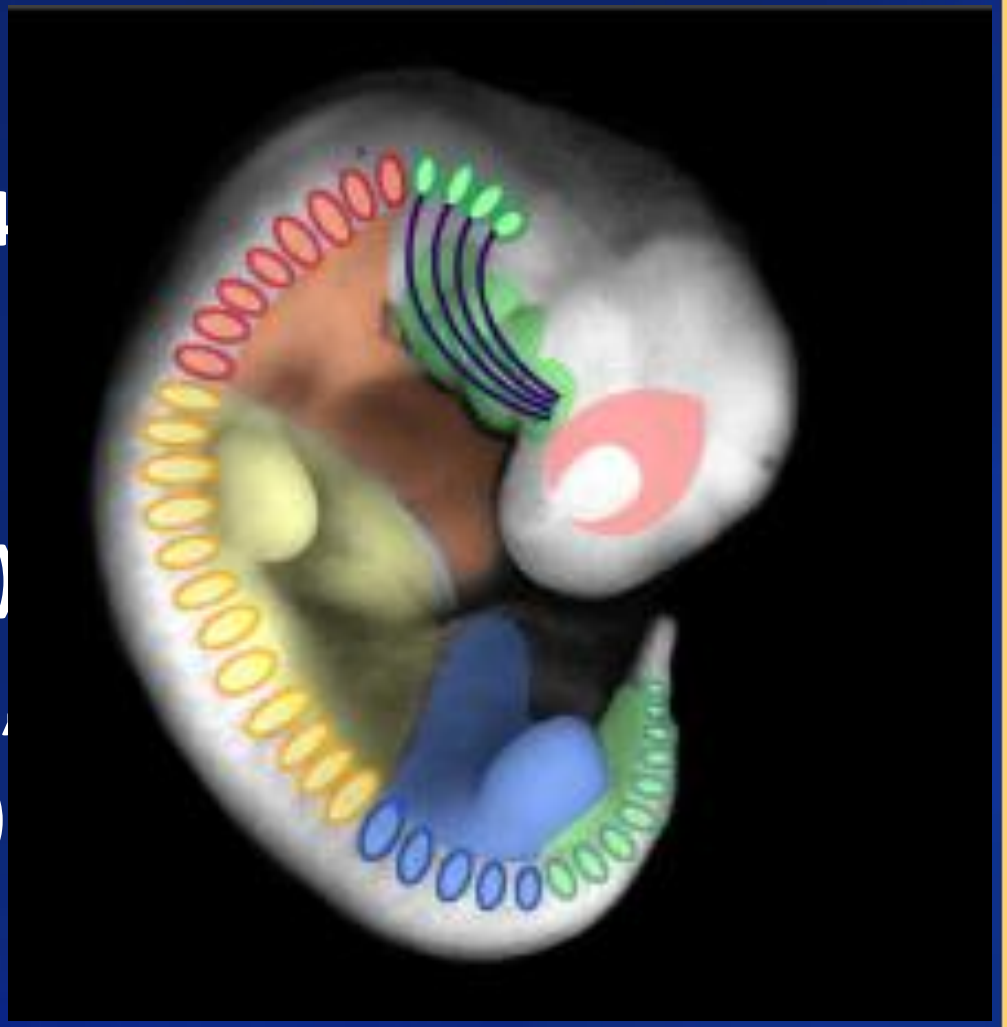


# Развитие невромера

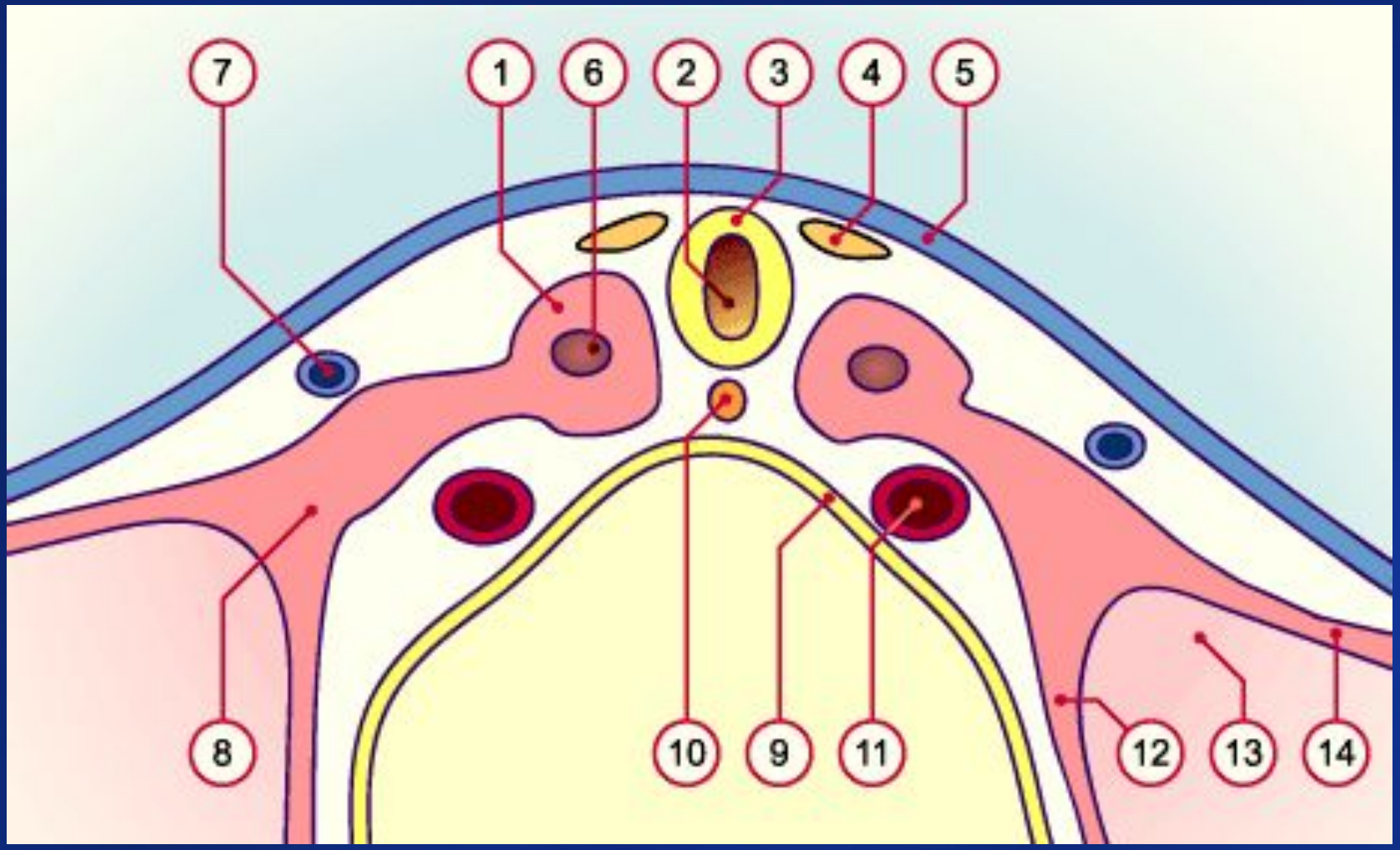
38 пар **миотомов** разрастаются в дорсальном и вентральном направлении по обеим сторонам хорды. Соответственно такому делению от невромера отходят **дорсальные** и **вентральные** ветви спинномозговых нервов

# Отделы миотомов

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



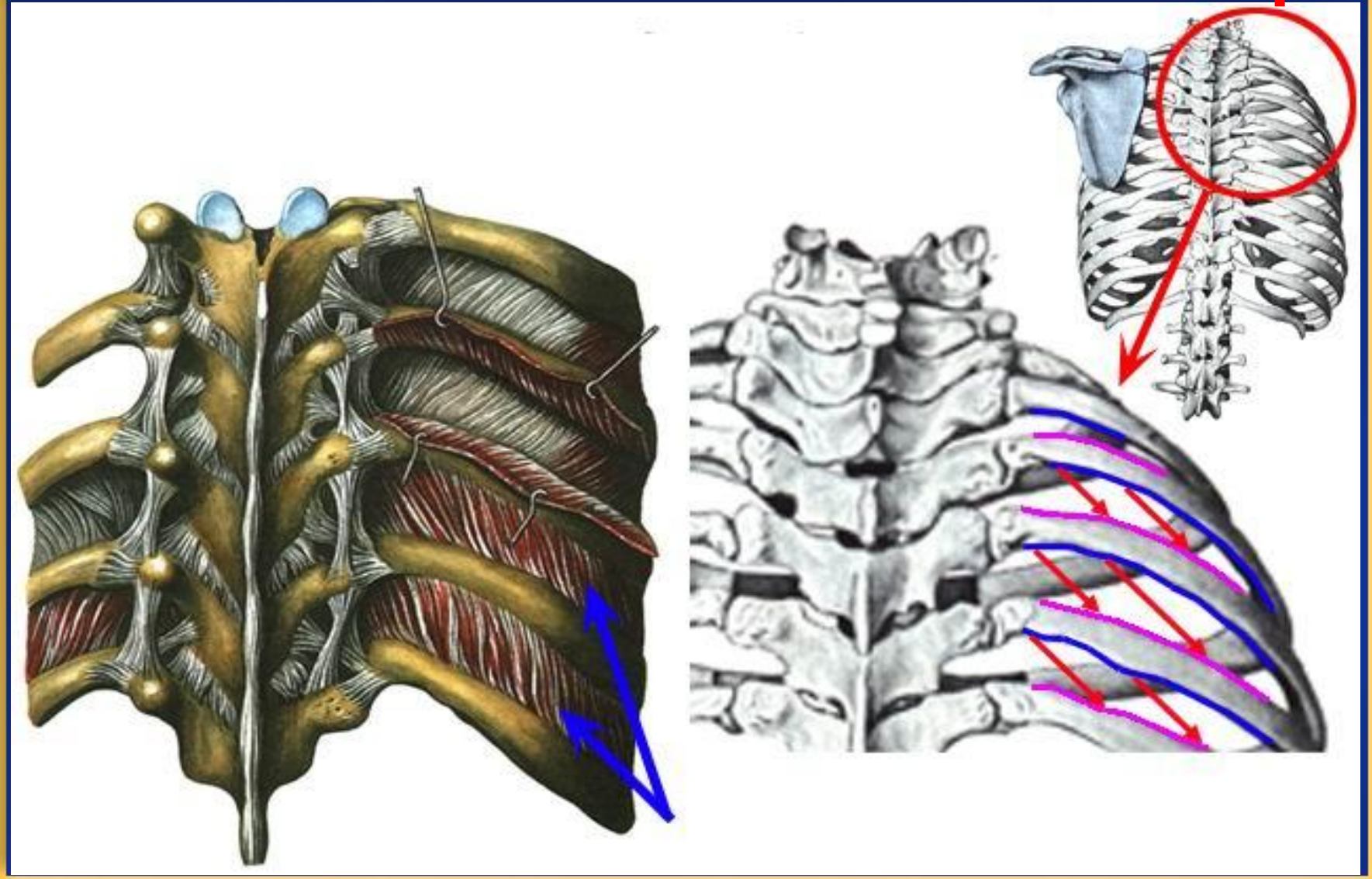
# 33 день развития



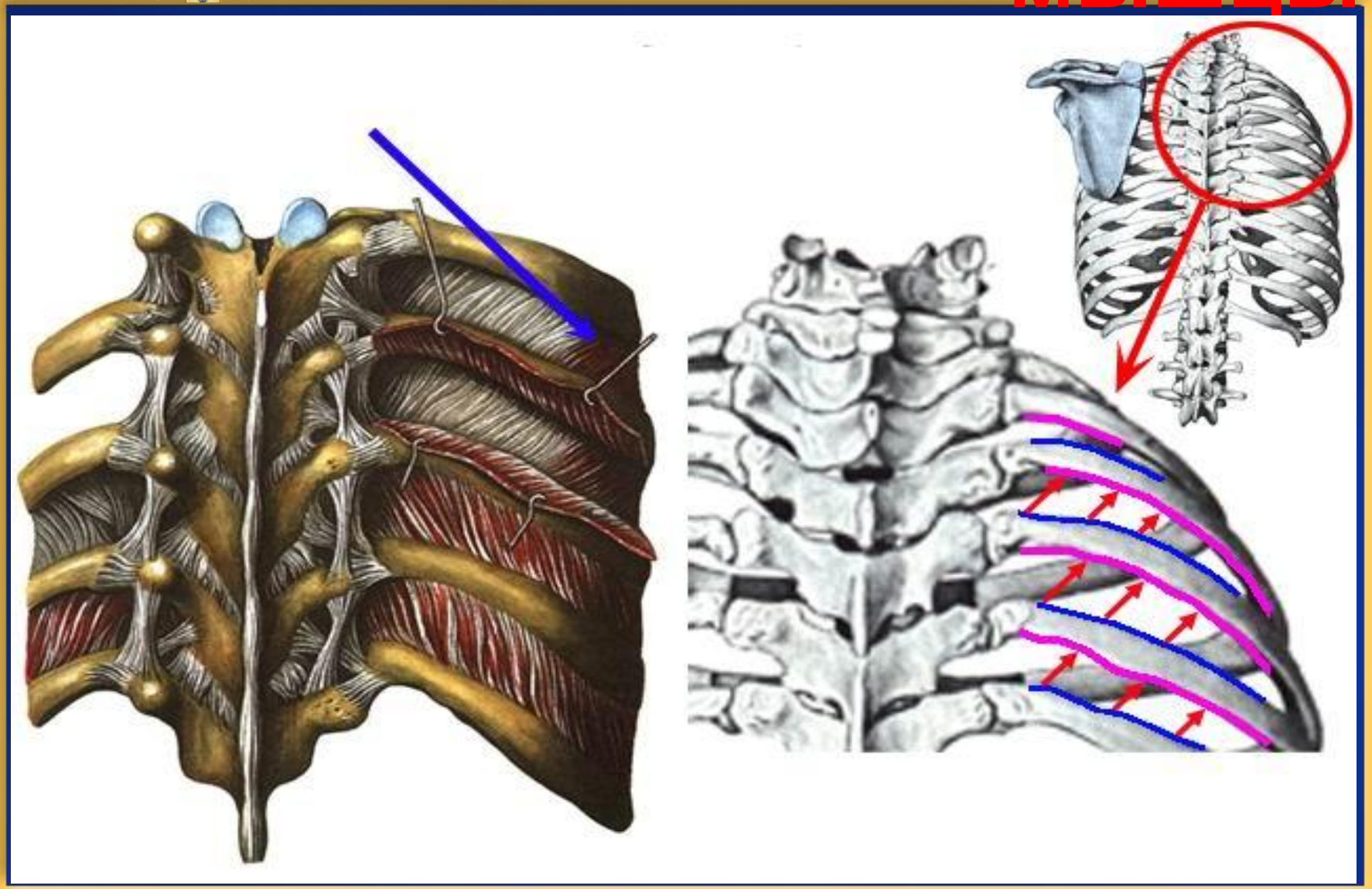
# Смещение миотомов:

- 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



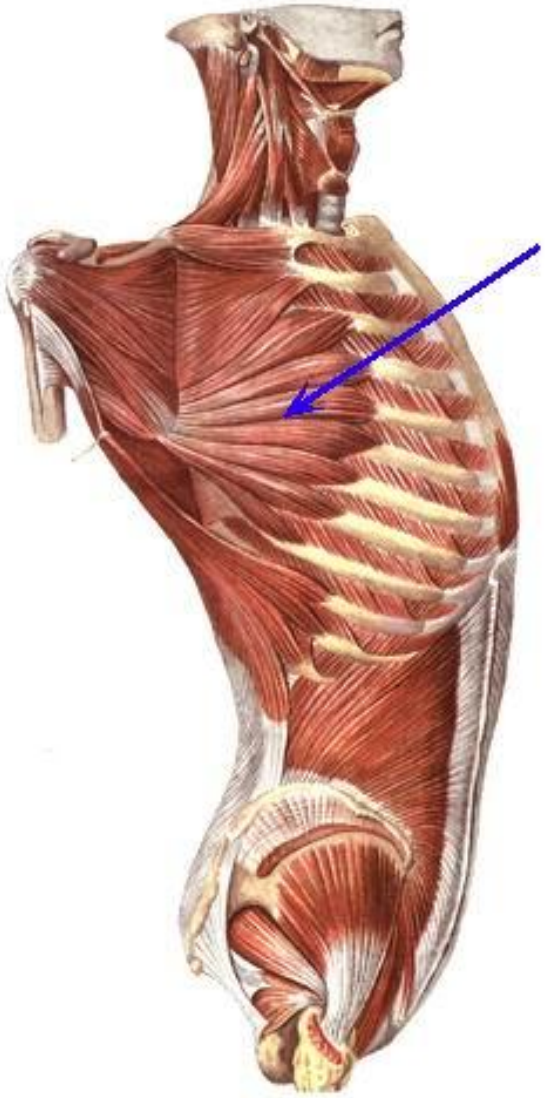
# Аутохтонные мышцы

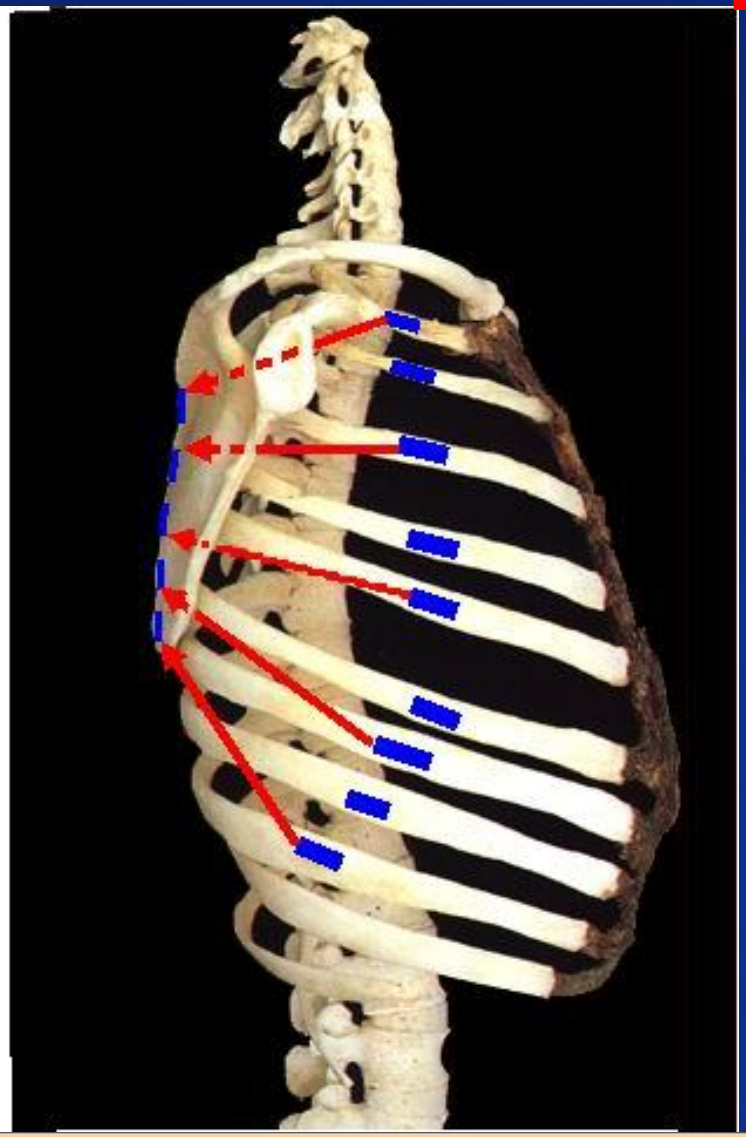


# Смещение миотомов:

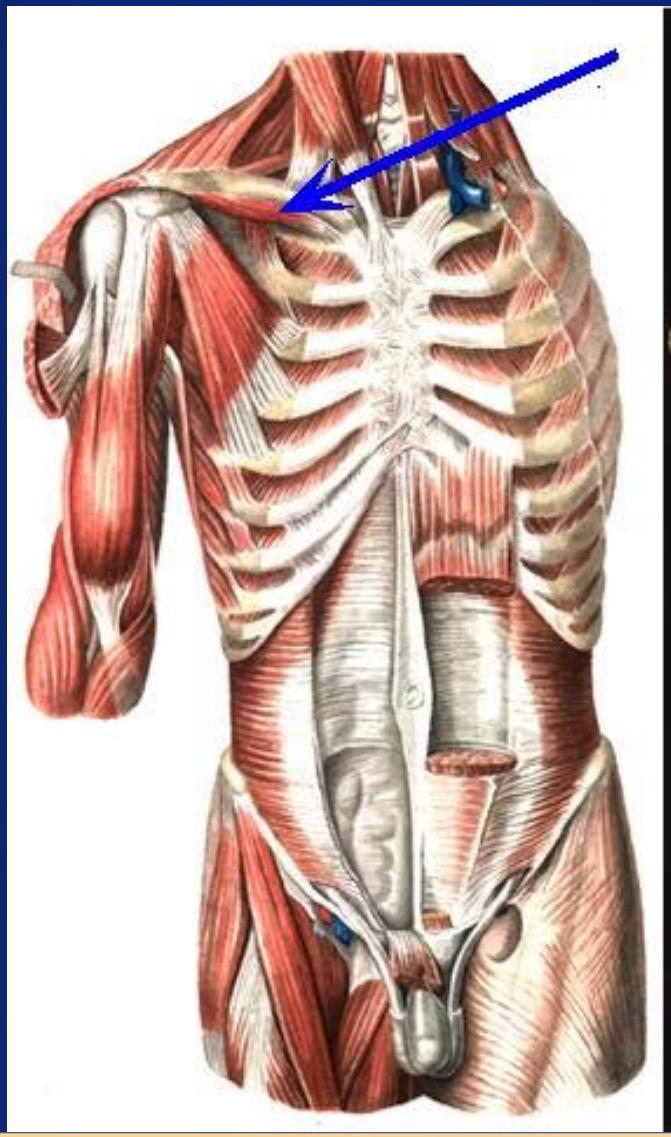
- часть мышц перемещается с туловища на конечности, так называемые трункофугальные (m. serratus anterior, m. subclavius)

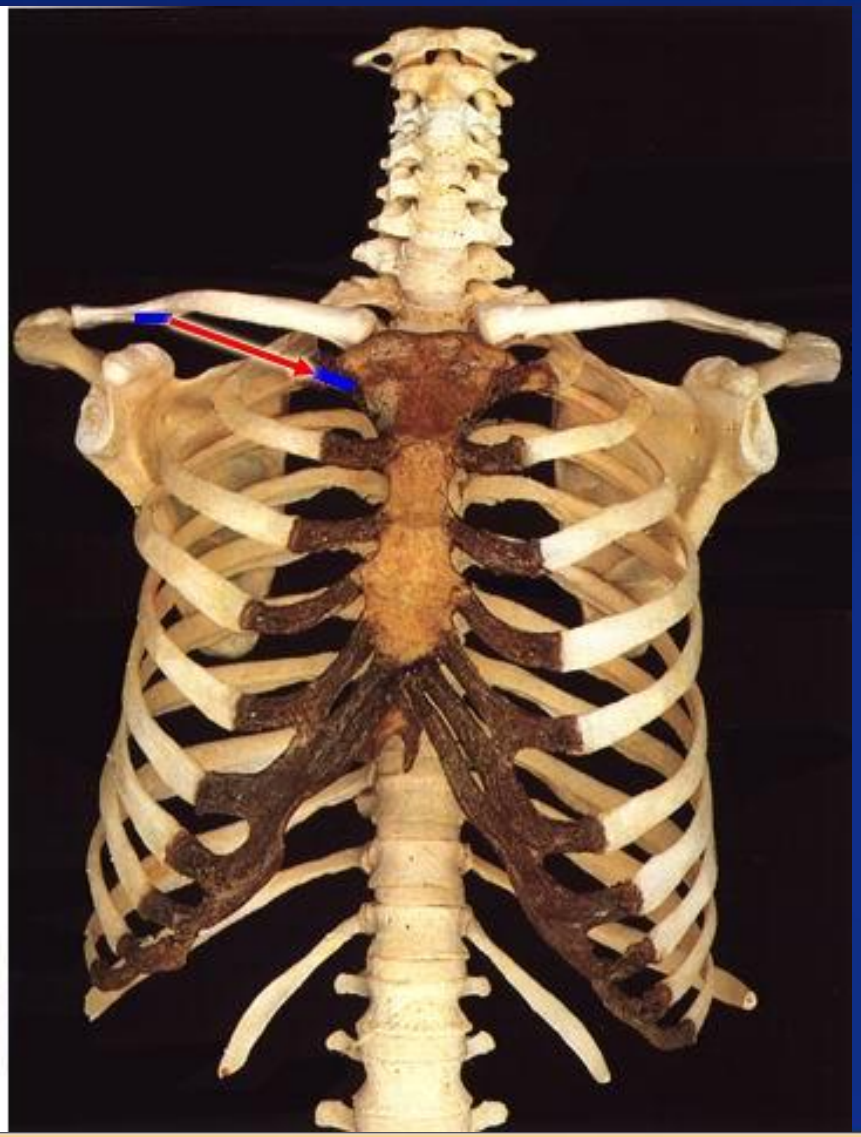
# Трункофугальные мышцы





# Трункофугальные мышцы

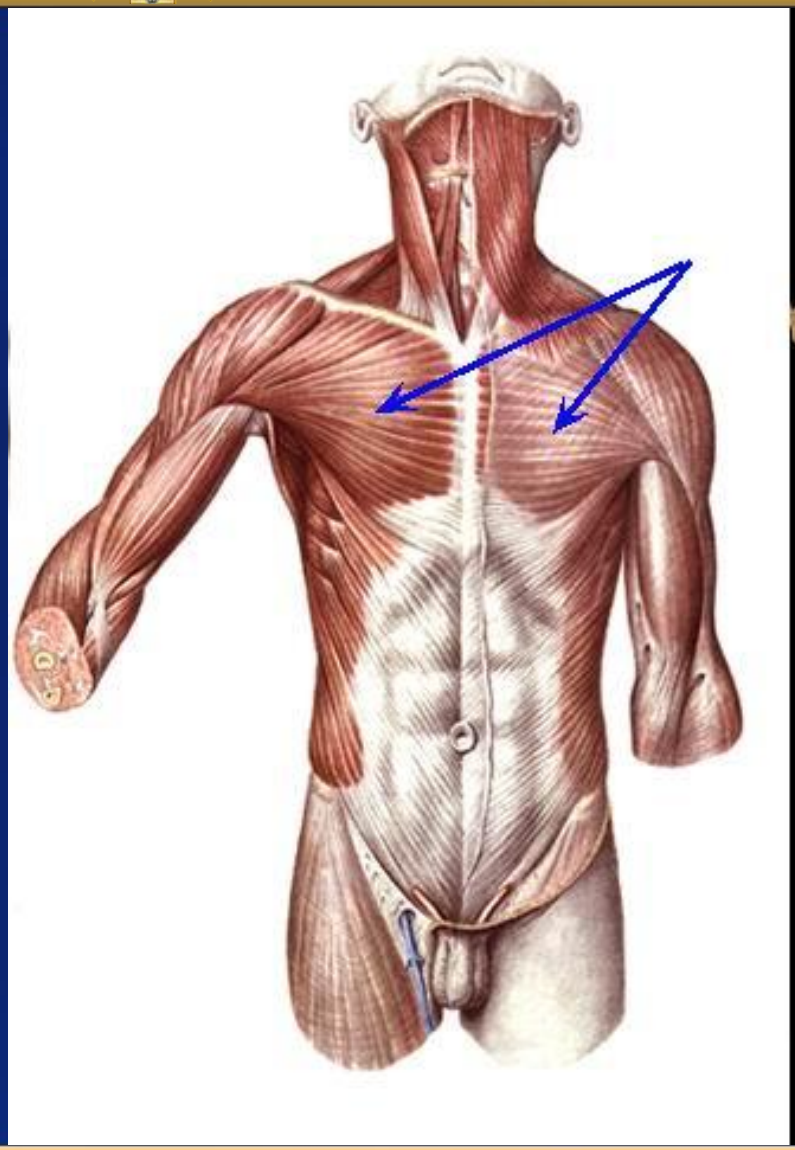


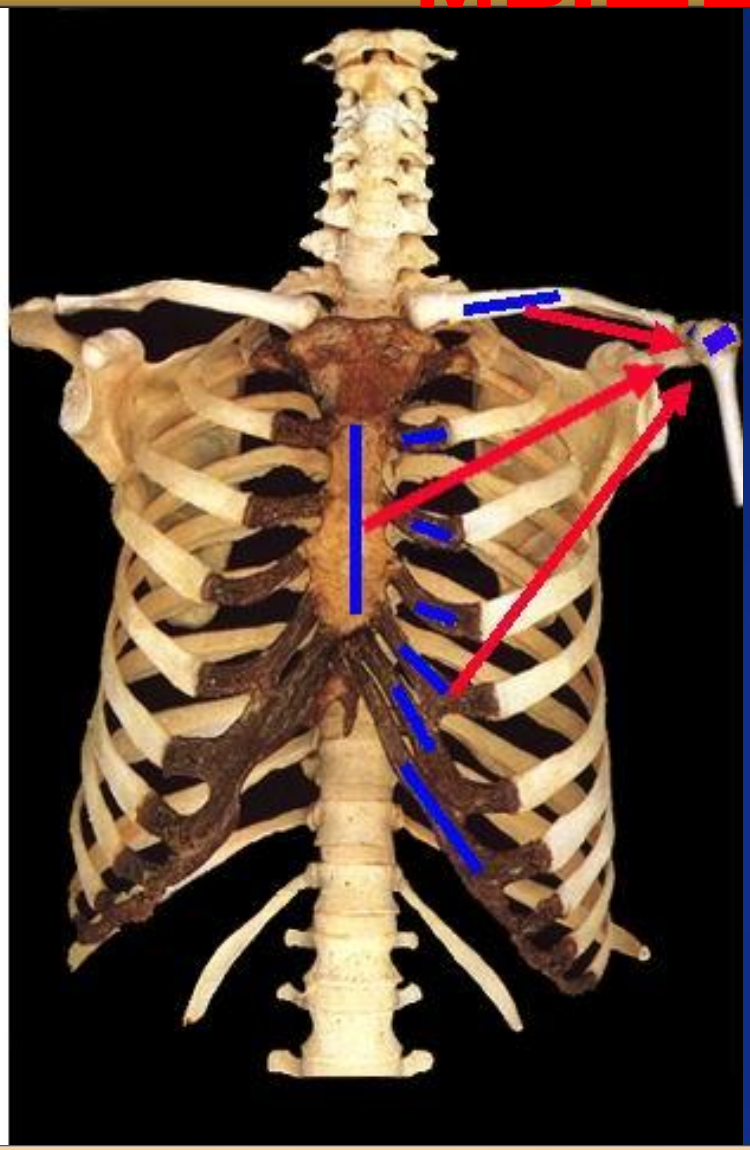


# Смещение миотомов:

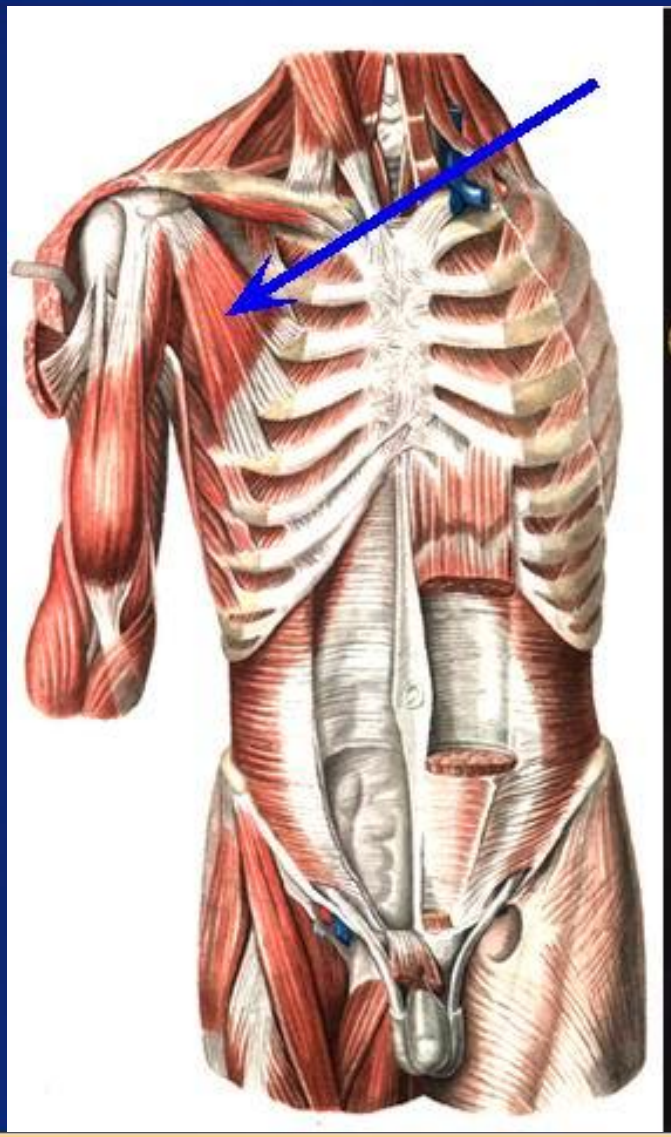
- часть мышц, возникнув на конечностях, перемещается на туловище, т. н. трункопетальные (mm. pectorales major et minor)

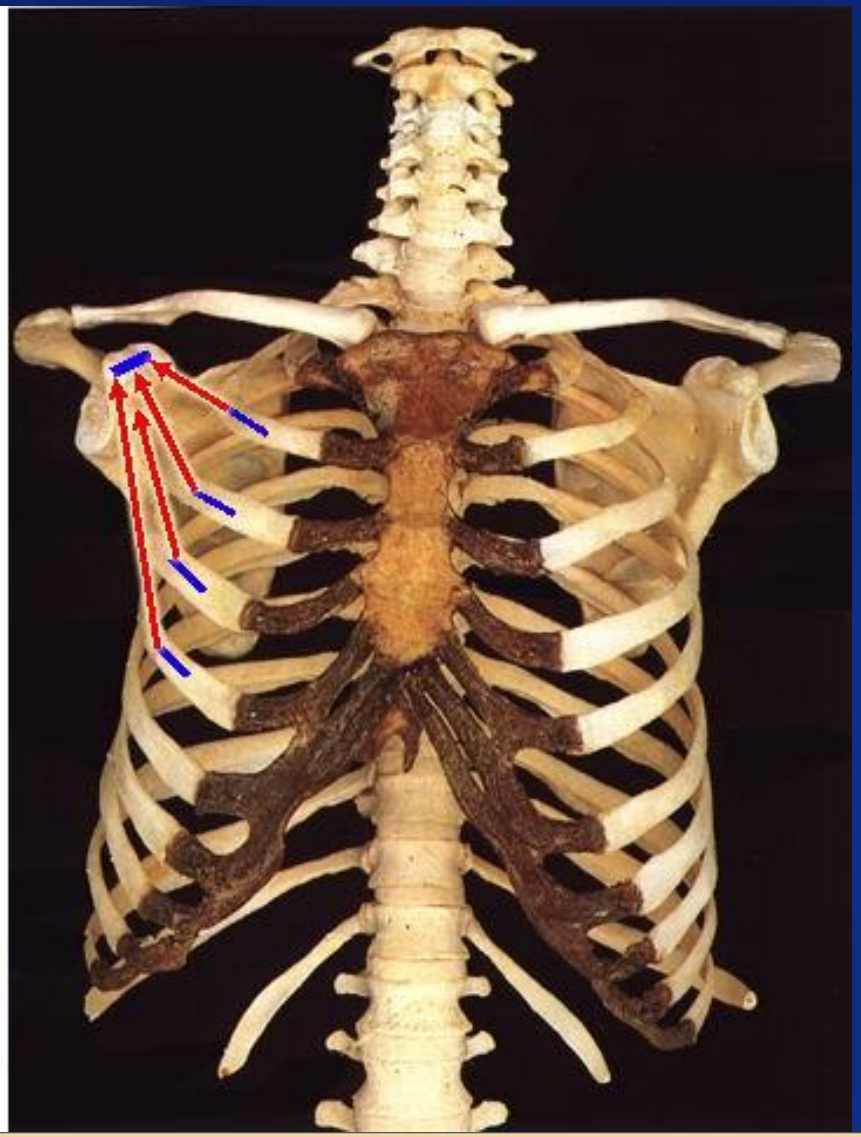
# Трункопетальные мышцы





# Трункопетальные мышцы

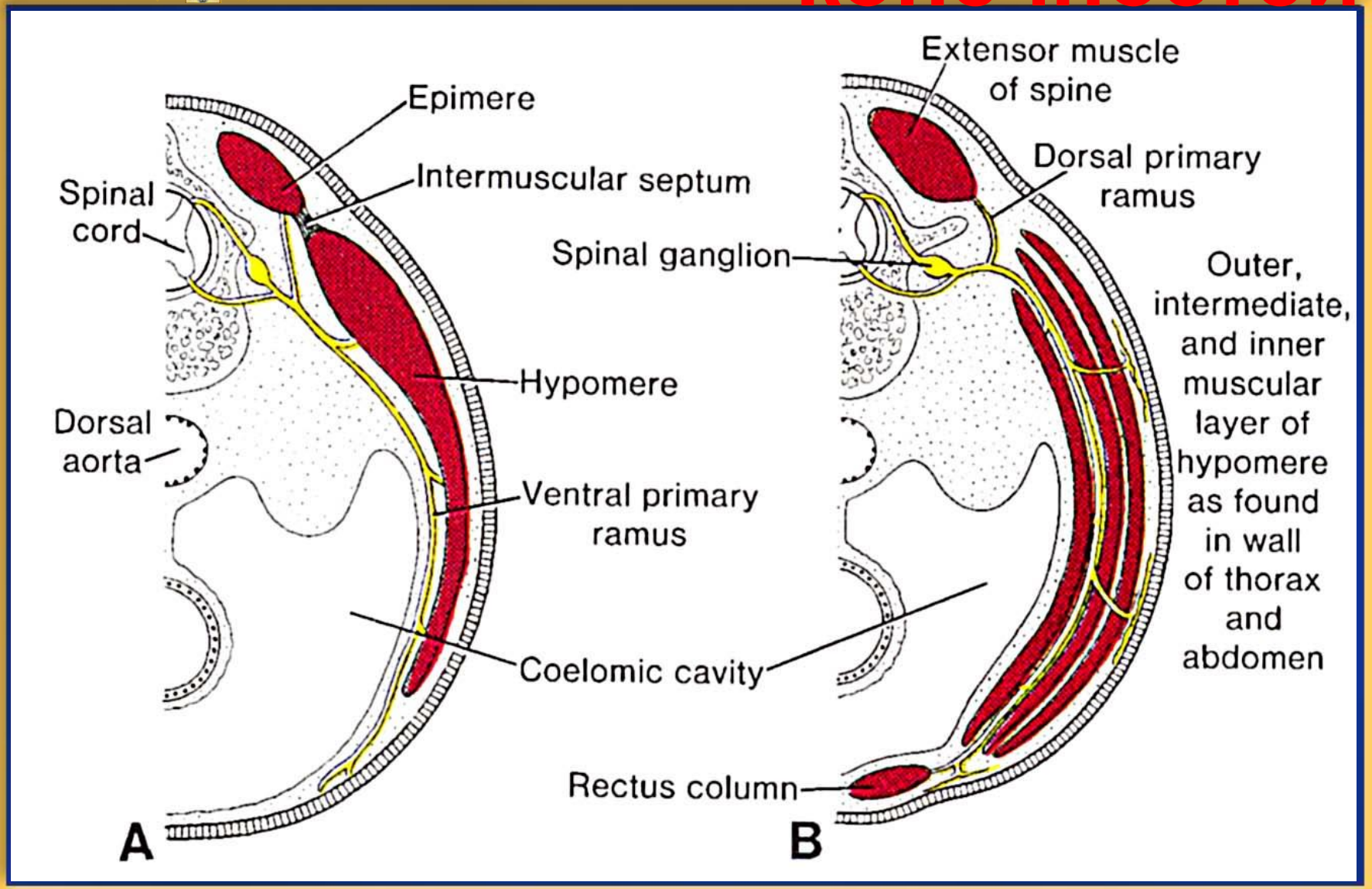




# Развитие мышц конечностей

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

# Развитие мышц конечностей



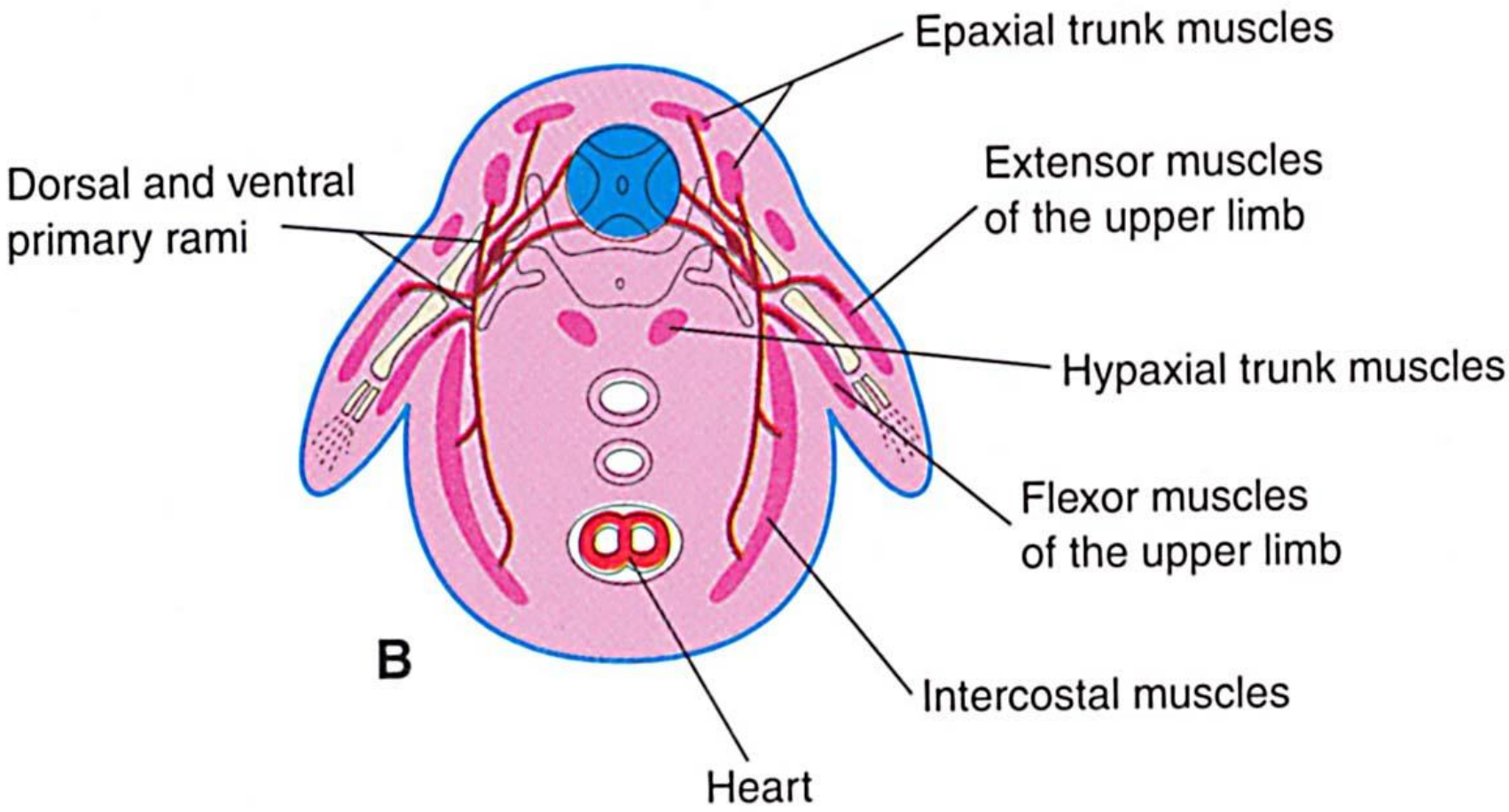
# Развитие мышц конечностей

- Миотомы дают начало мышечным почкам, растущим в дистальном направлении, которые делятся на два слоя:

передние → сгибатели

задние → разгибатели

# Развитие мышц конечностей

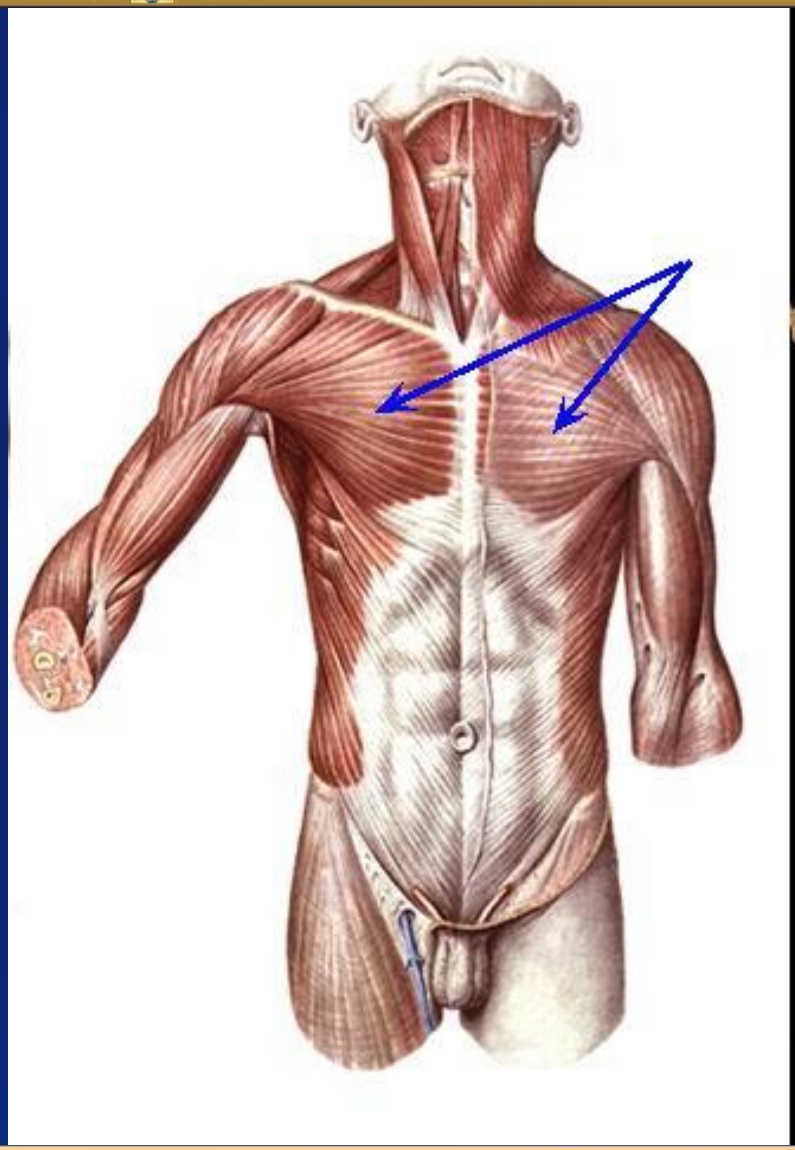


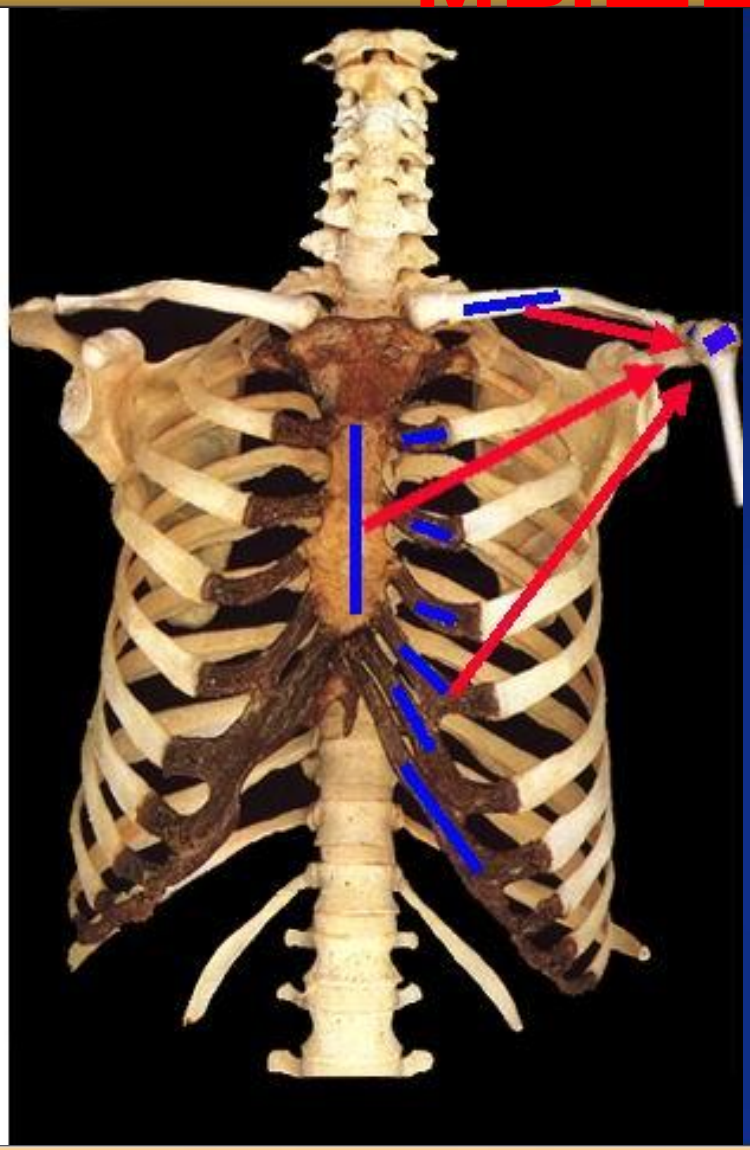
# Развитие мышц конечностей

- Зачатки мышц развиваются так, что покрывают аутохтонную мускулатуру туловища

(mm. pectorales major et minor покрывают mm. intercostales interni et externi)

# Трункопетальные мышцы

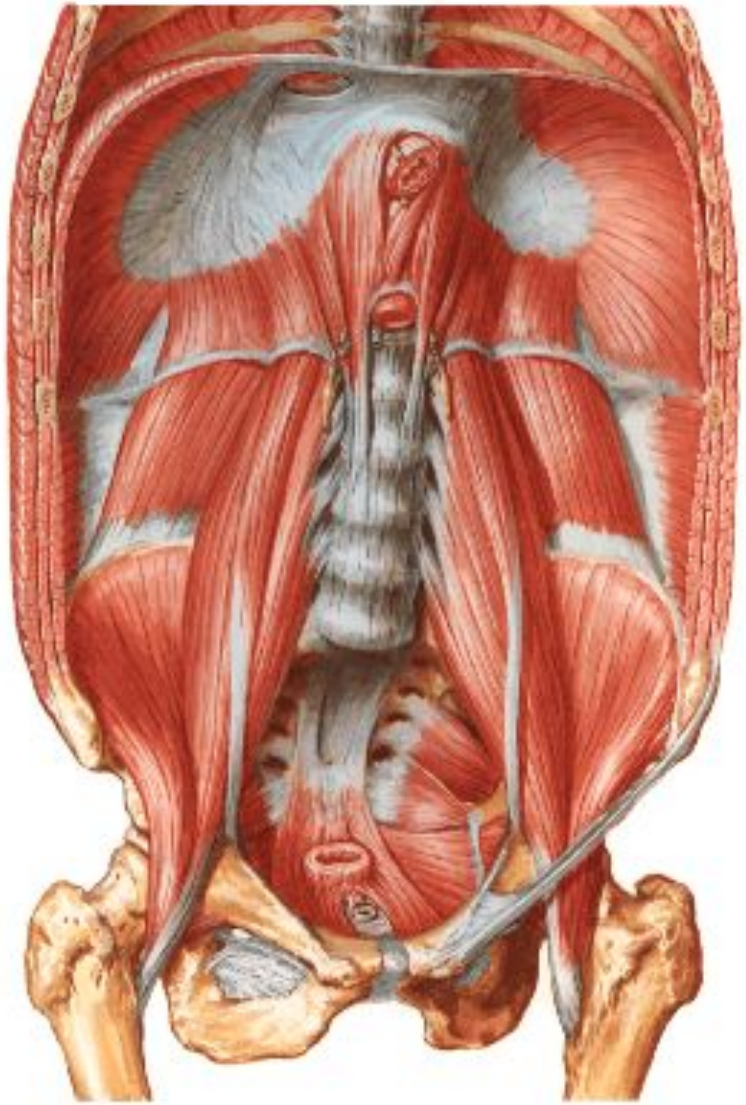


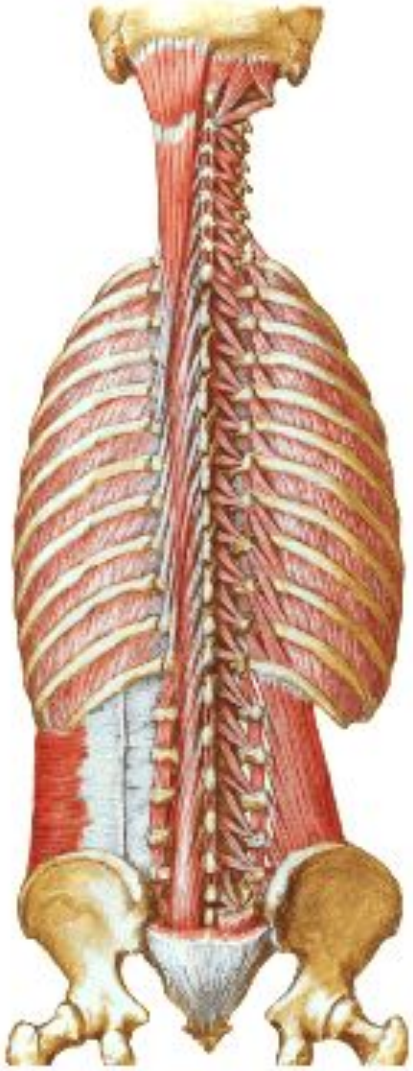


# Развитие мышц конечностей

- 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

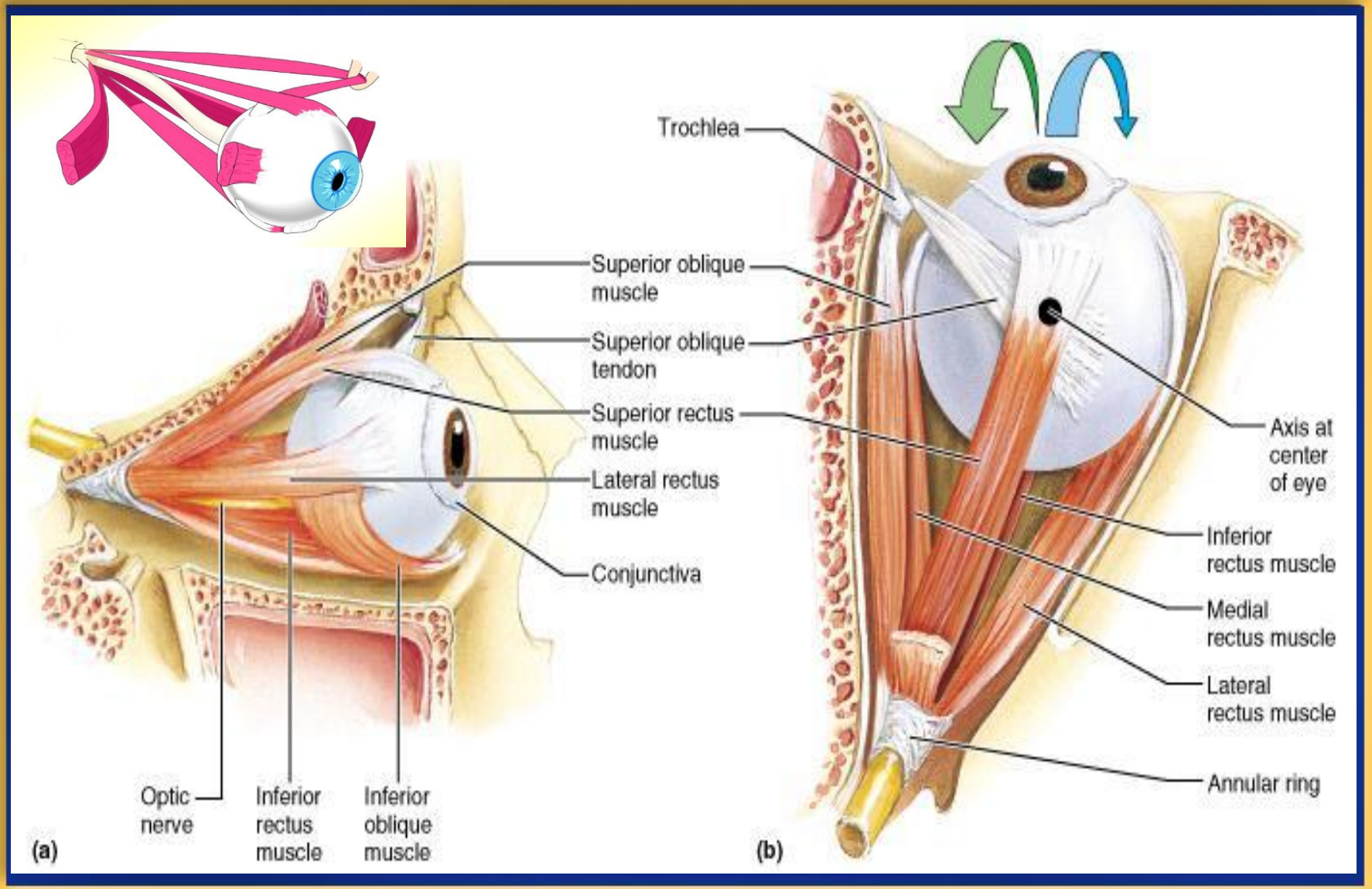




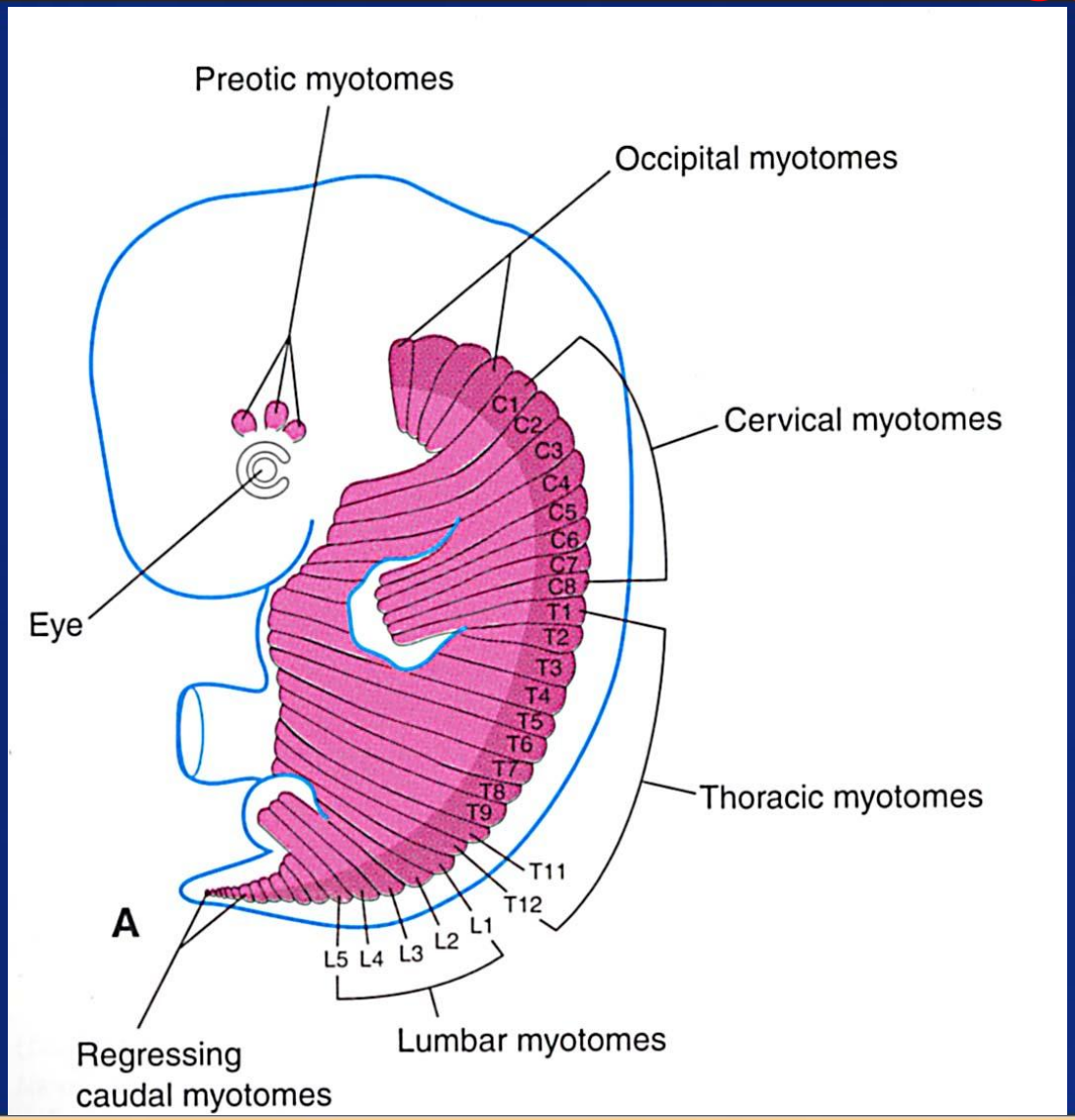
# Развитие мышц головы

- 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

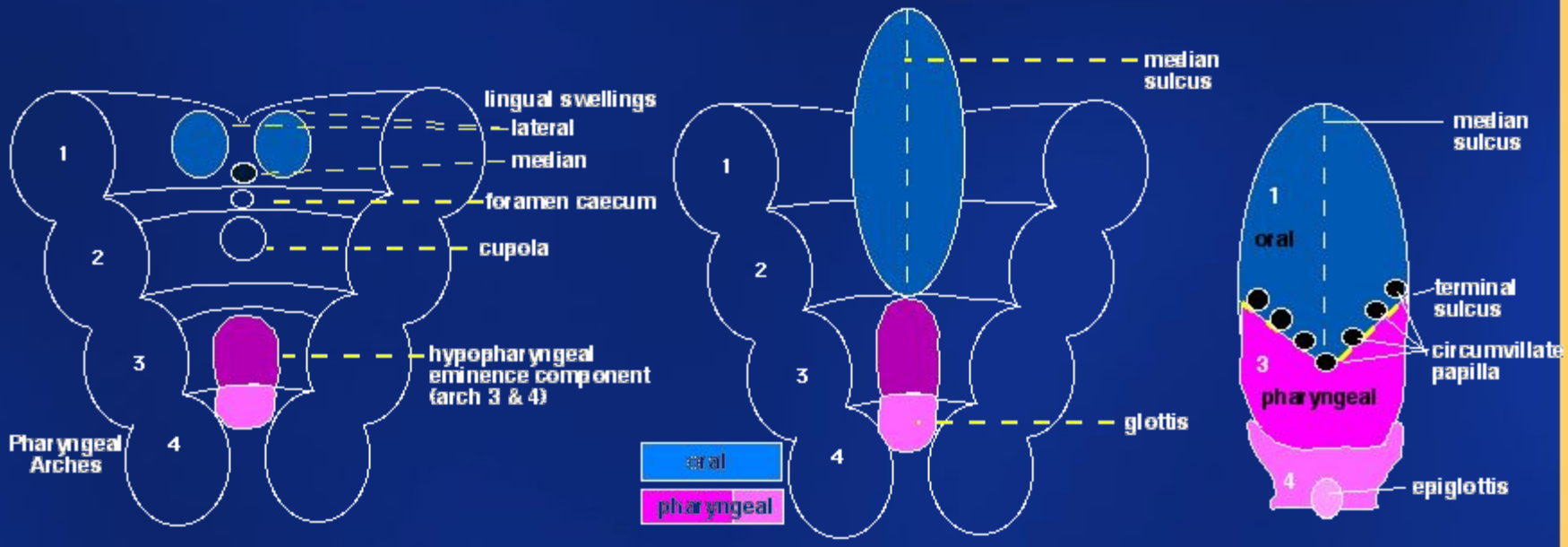
- Мезодерма в области головы и головной кишки подвергается расчленению в связи с развитием жаберных карманов, которые формируют жаберные дуги

# Жаберные дуги и их производные

| ARCH/NERVE/ARTERY | MUSCLES |
|---|---|
| Первая (**V**)<br>(*mandibularis*)<br>***a.* maxillary** | 1) Жевательные мышцы (височная, жевательная, крыловидные)<br>2) M. tensor tympani<br>3) M. tensor velli palati<br>4) M. mylohyoideus<br>5) Venter anterior m. digastricus |
| Вторая (**VII**)<br>(*hyoideus*)<br>**a.stapedial (embryonal)**<br>**a.corticotympanici** | 1) Мимические мышцы (включая platisma)<br>2) M. stapedius<br>3) M. stylohyoid<br>4) Venter posterior m. digastricus |
| Третья (**IX**)<br>**a. carotis communis,**<br>**a.icarotis iternal** | M. stylopharyngeus |
| Четвертая (**X**)<br>**arcus aortae,**<br>**a.subclavia dextra** | 1) Все мышцы гортани<br>2) Все мышцы глотки (кроме stylopharyngeus)<br>3) Все мышцы мягкого неба (кроме tensor velli palati) |
| Шестая (**XI**)<br>**ductus arteriosus,**<br>**aa.pulmonary** | 1) M. sternocleidomastoideus<br>2) M. trapezius |

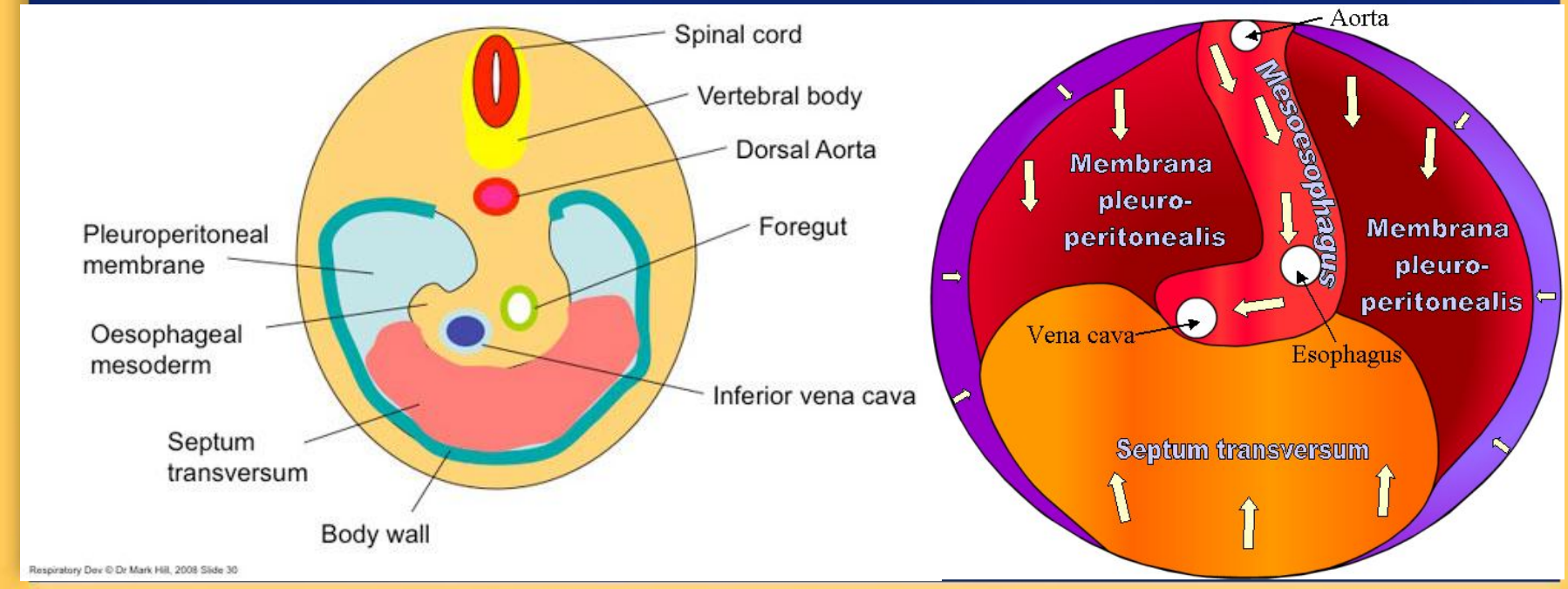
# Развитие мышц головы

- 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
**mesentry of oesophagus** - connective tissue around oesophasus and IVC
**pleuroperitoneal membranes** - connective tissue around central tendon



# Развитие диафрагмы

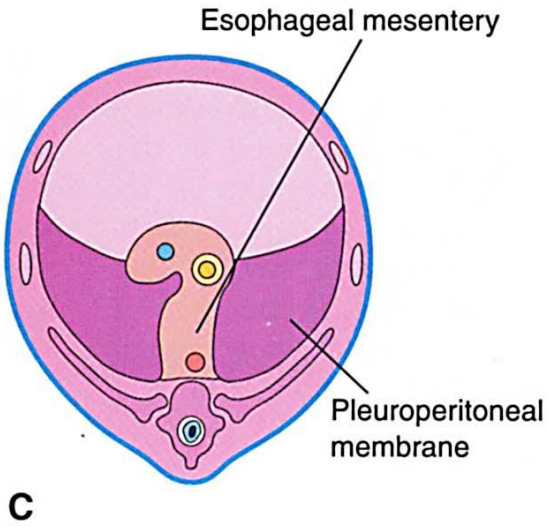
- Мышца развивается в передней части туловища из III до V шейных сегментов, лежащих симметрично слева и справа, т. н. диафрагмальные почки

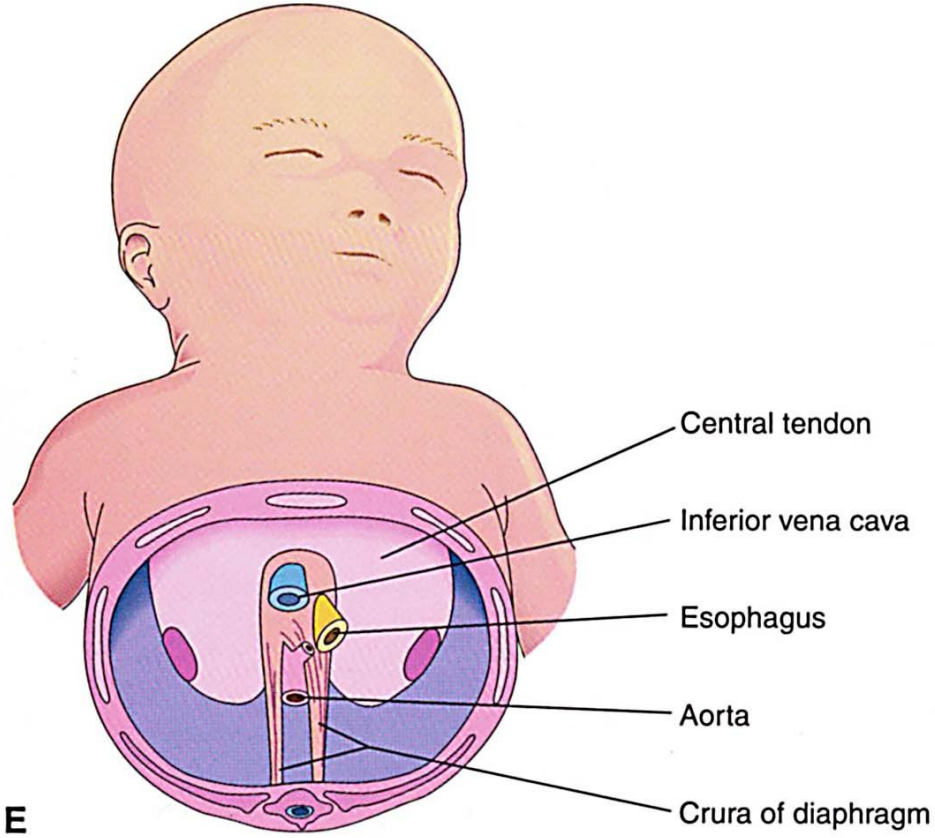
(одна грудинная,

две реберные,

одна поясничная)

# Развитие диафрагмы

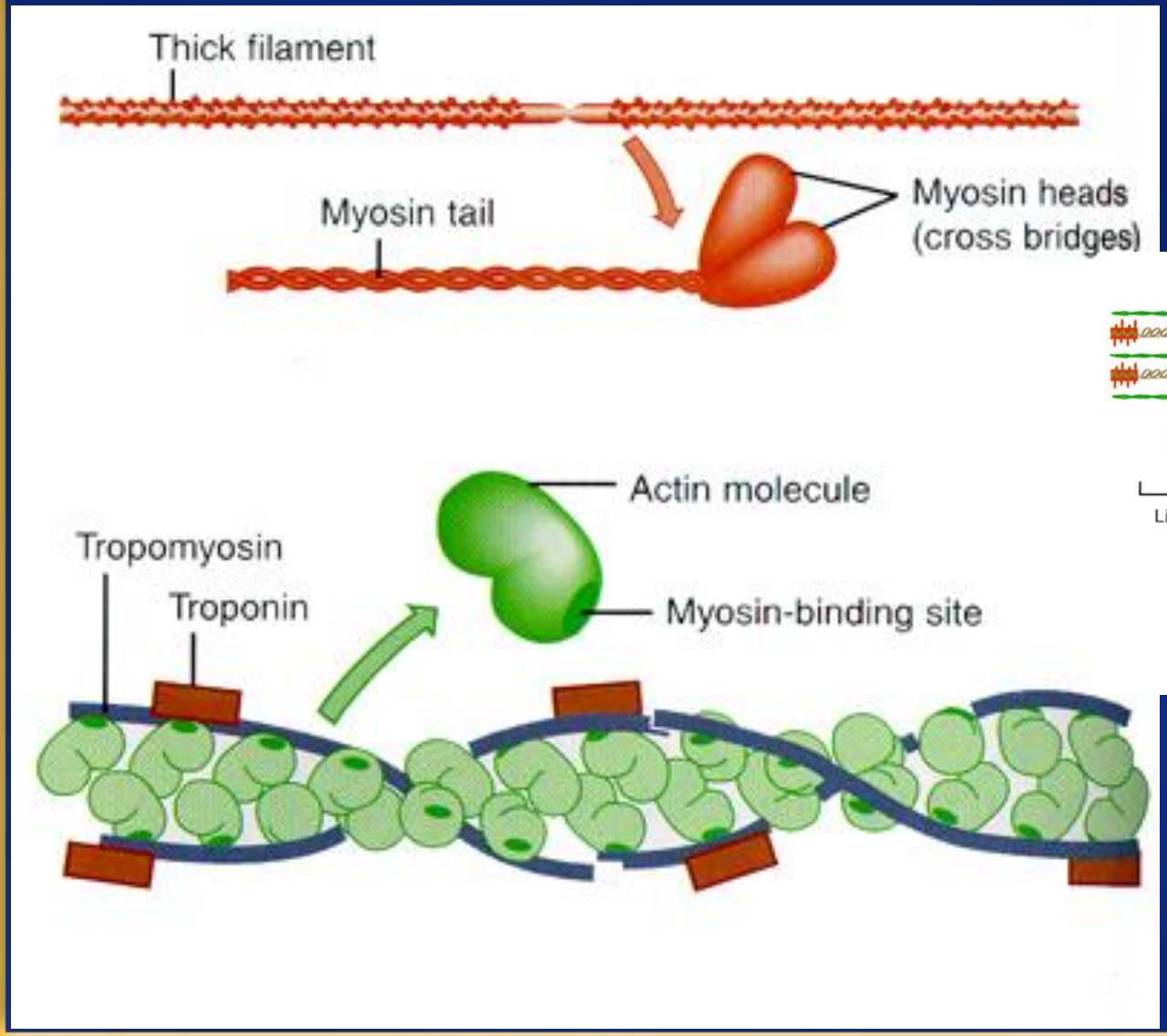


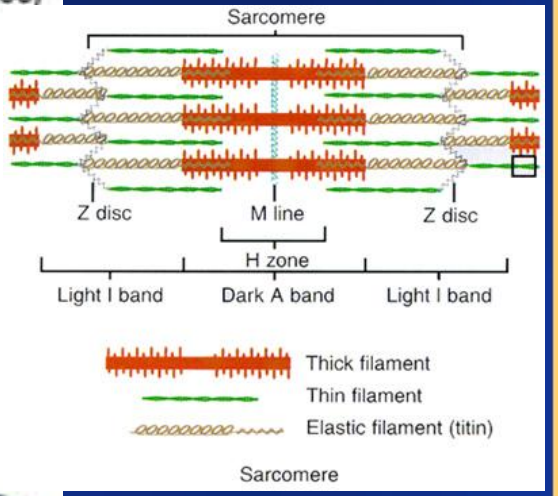



# Мышечная ткань

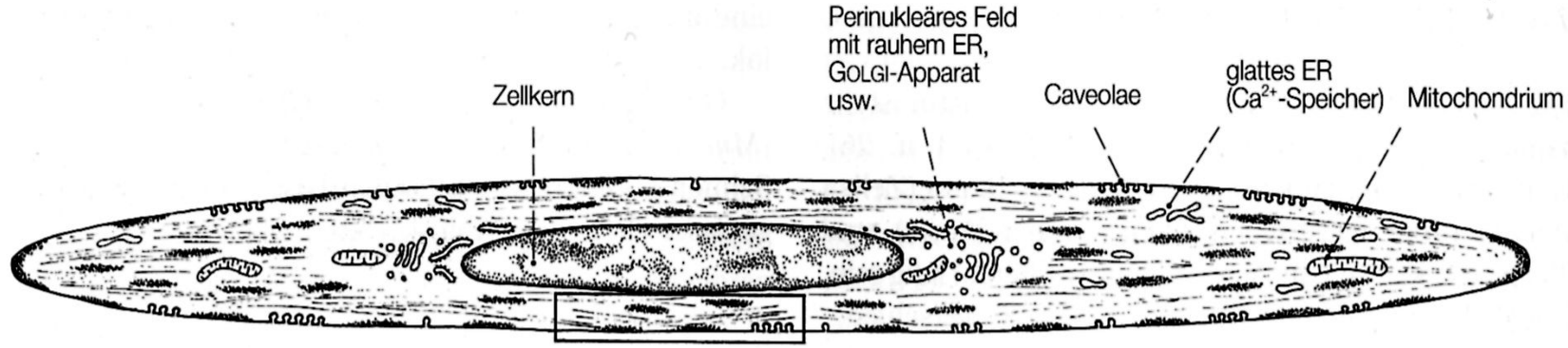
состоит из различных мышечных волокон, обязательными элементами которых являются сократительные структуры и опорные структуры, передающие механическую силу подвижным частям организма

# Миофибриллы и Саркомер

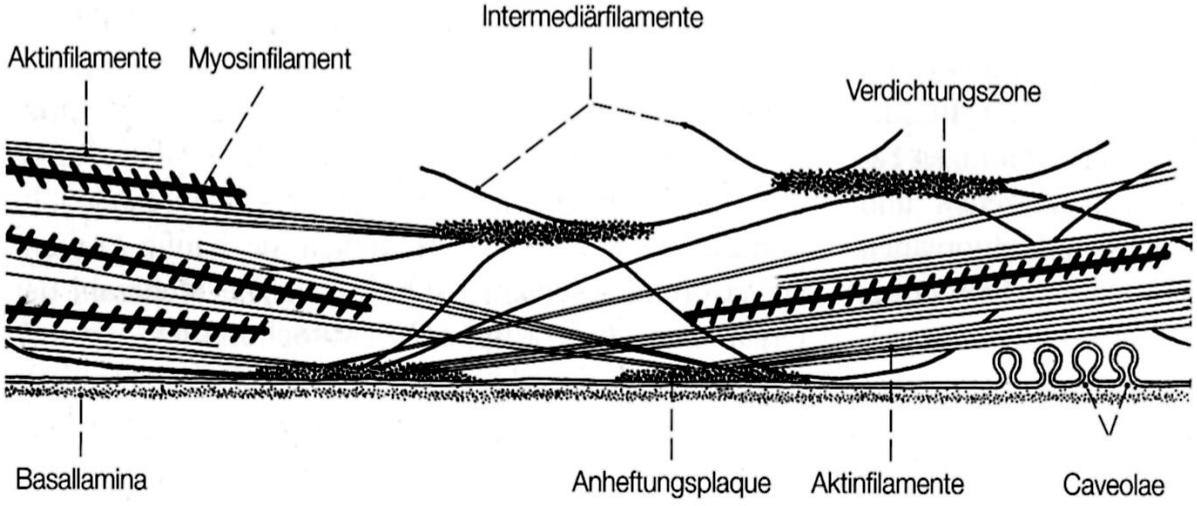


# Протофибриллы



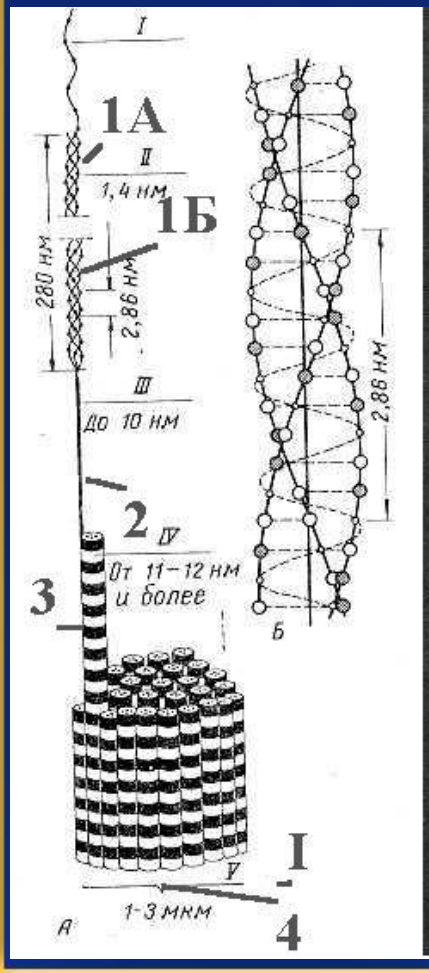

a

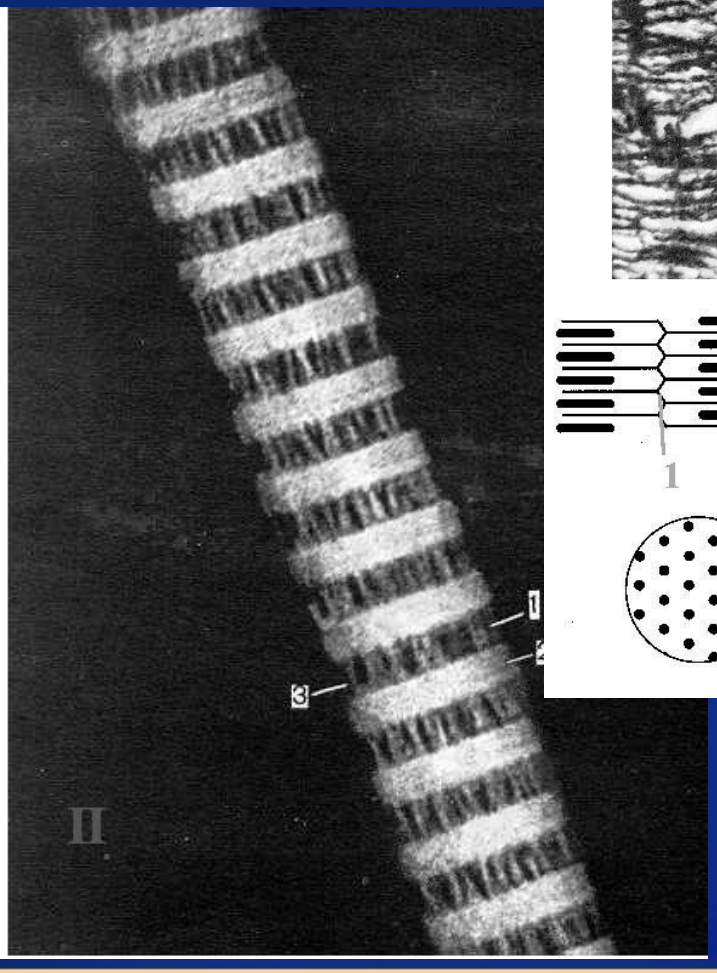


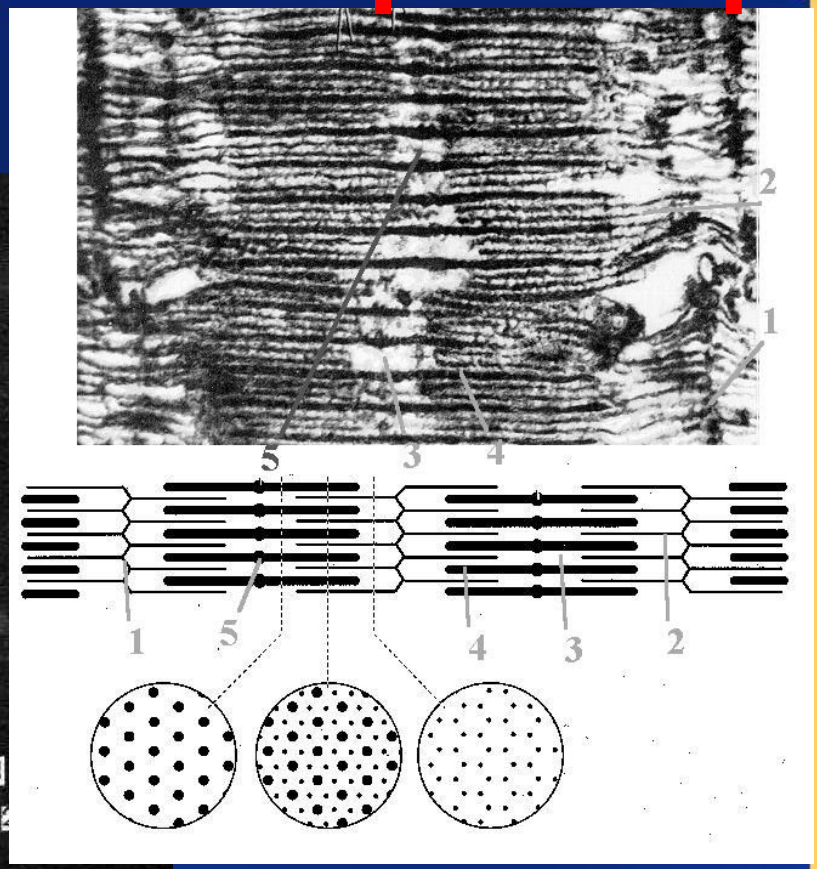

b

**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 kontraktilen Filamentsystems.

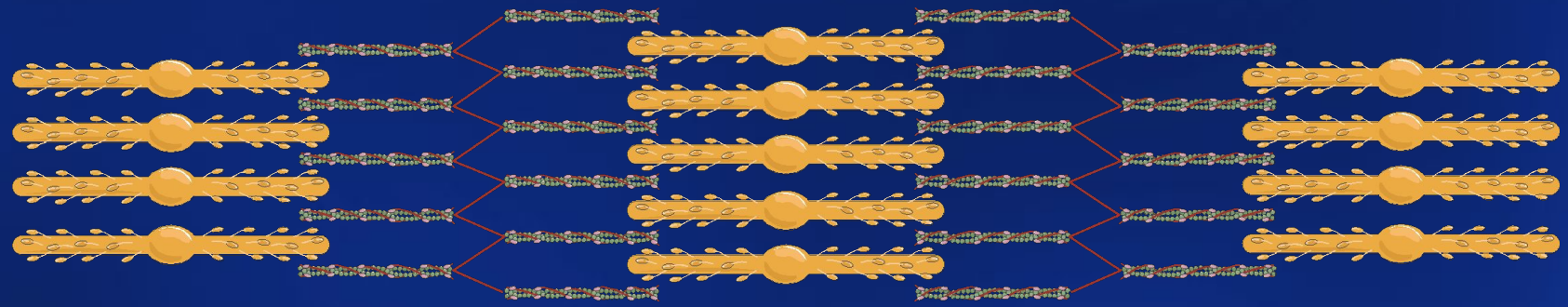
# Миофибриллы и Саркомер

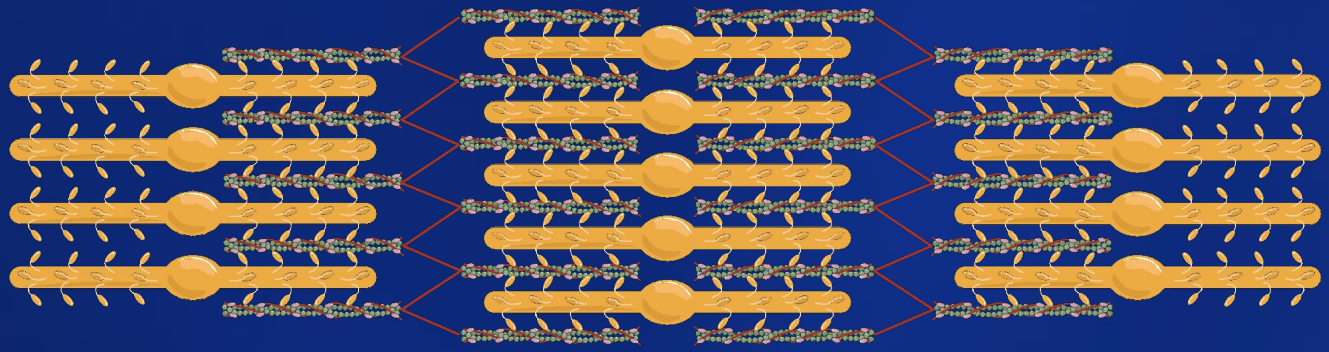


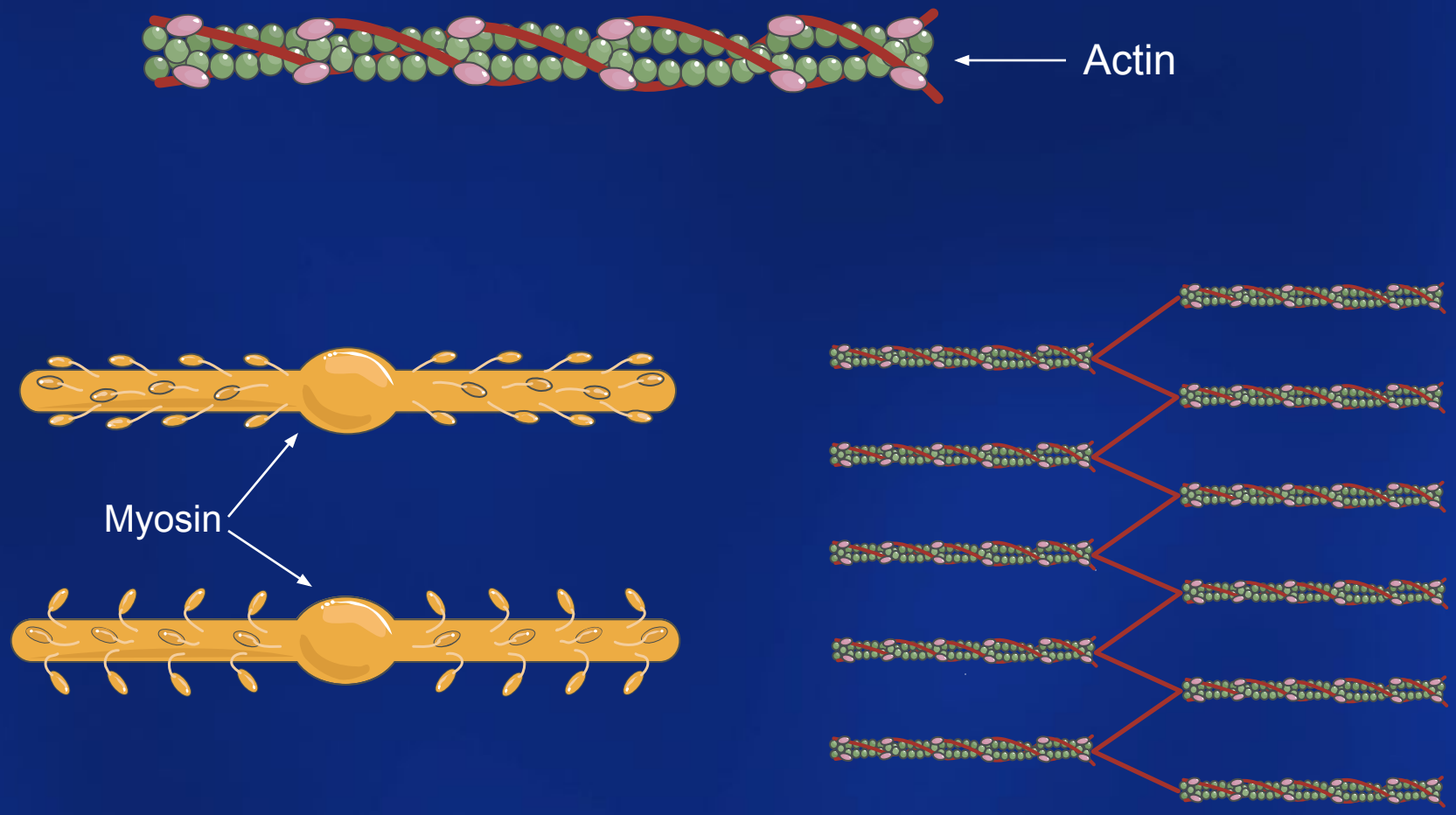



# Мышечное сокращение

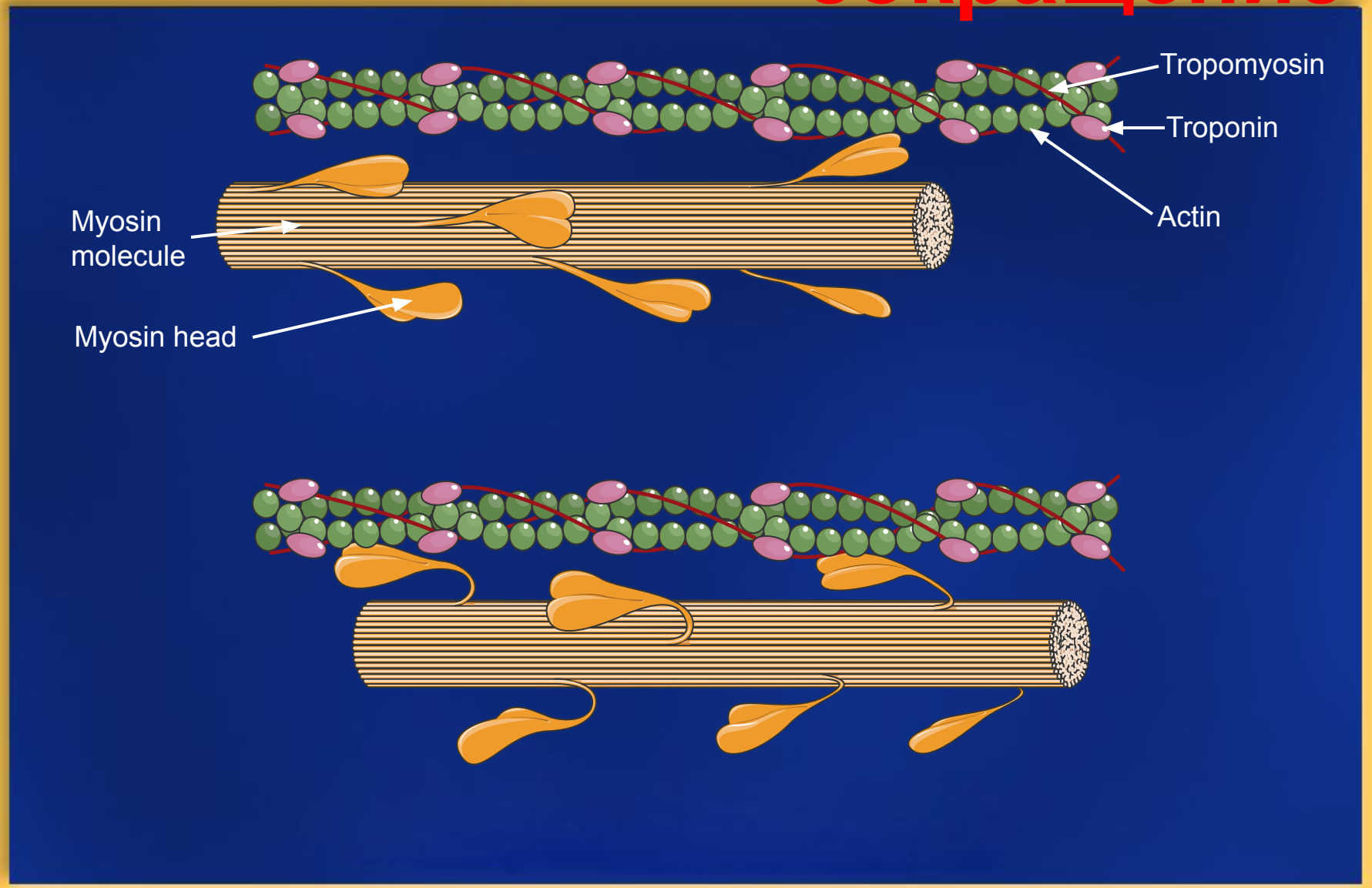




# Мышечное сокращение



# Мышечное сокращение



# Опорный аппарат

**Поперечно-полосатые мышечные ткани:**

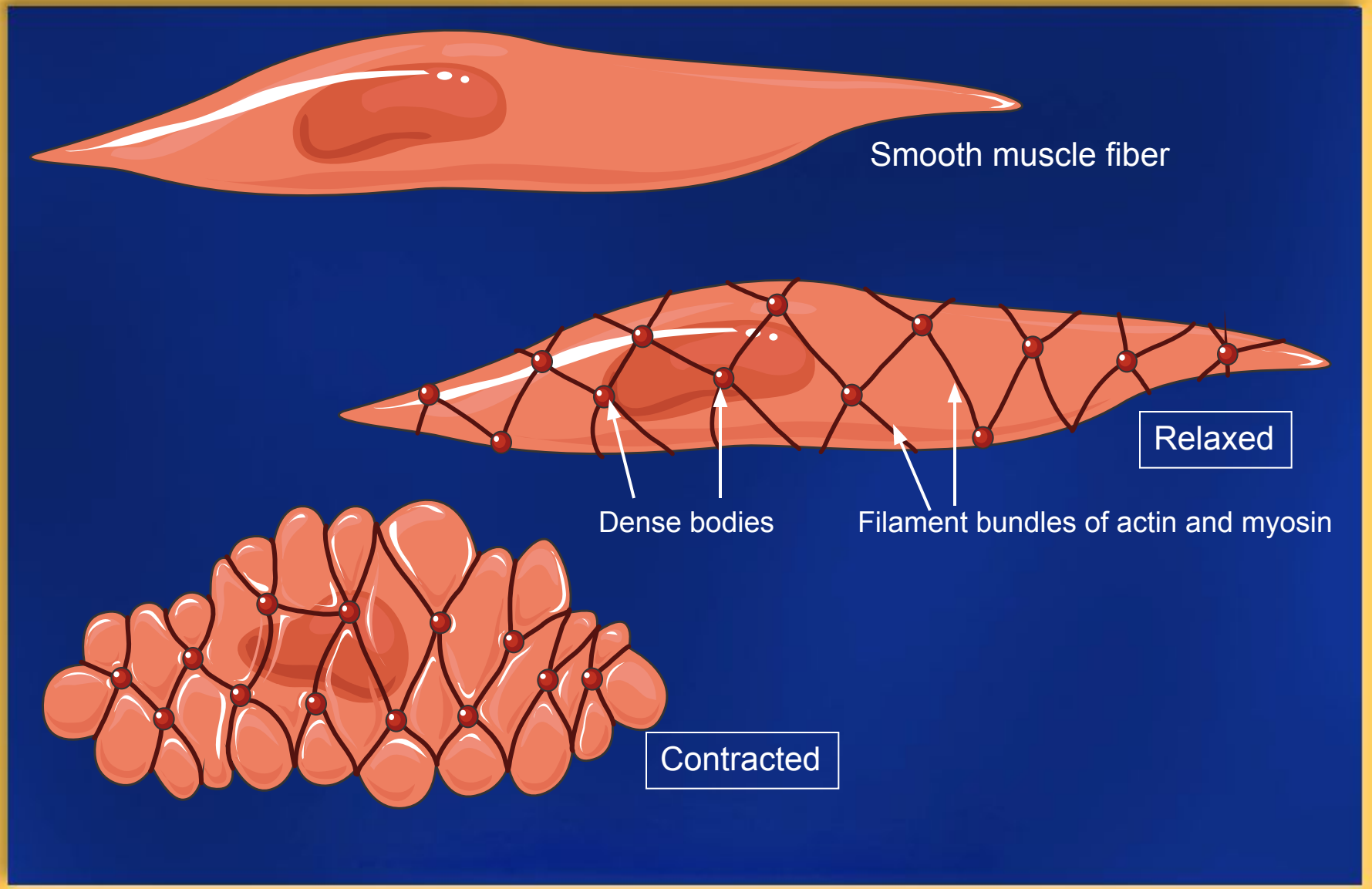
собственная оболочка мышечного волокна,

сеть коллагеновых волокон, оплетающих мышечные волокна и связанных с волокнами сухожилий

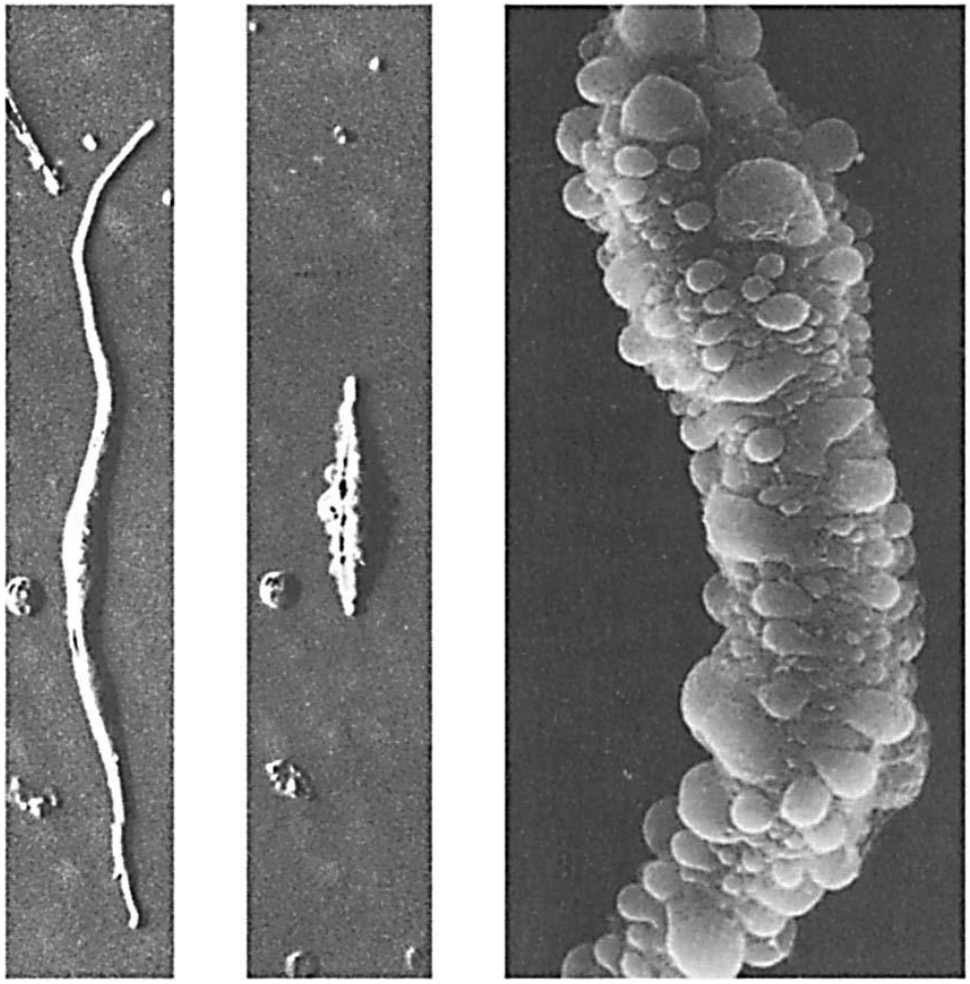
**Гладкие мышечные ткани:**

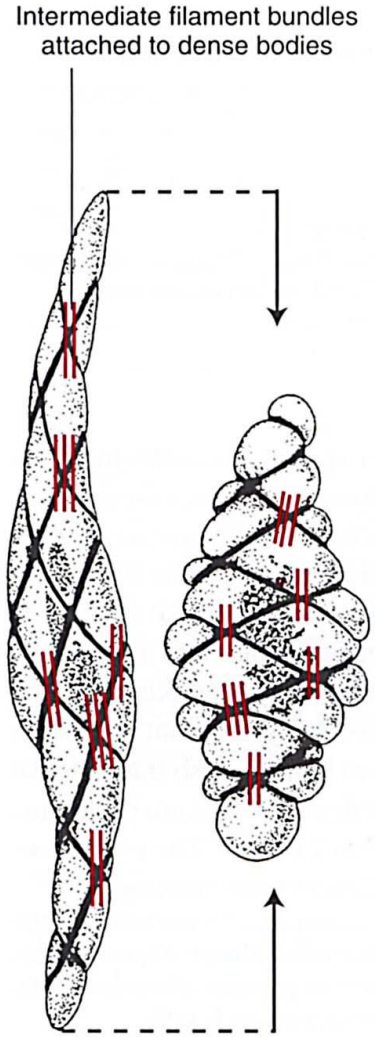
каркас коллагеновых и эластических волокон вокруг каждой клетки

# Гладкая мышца

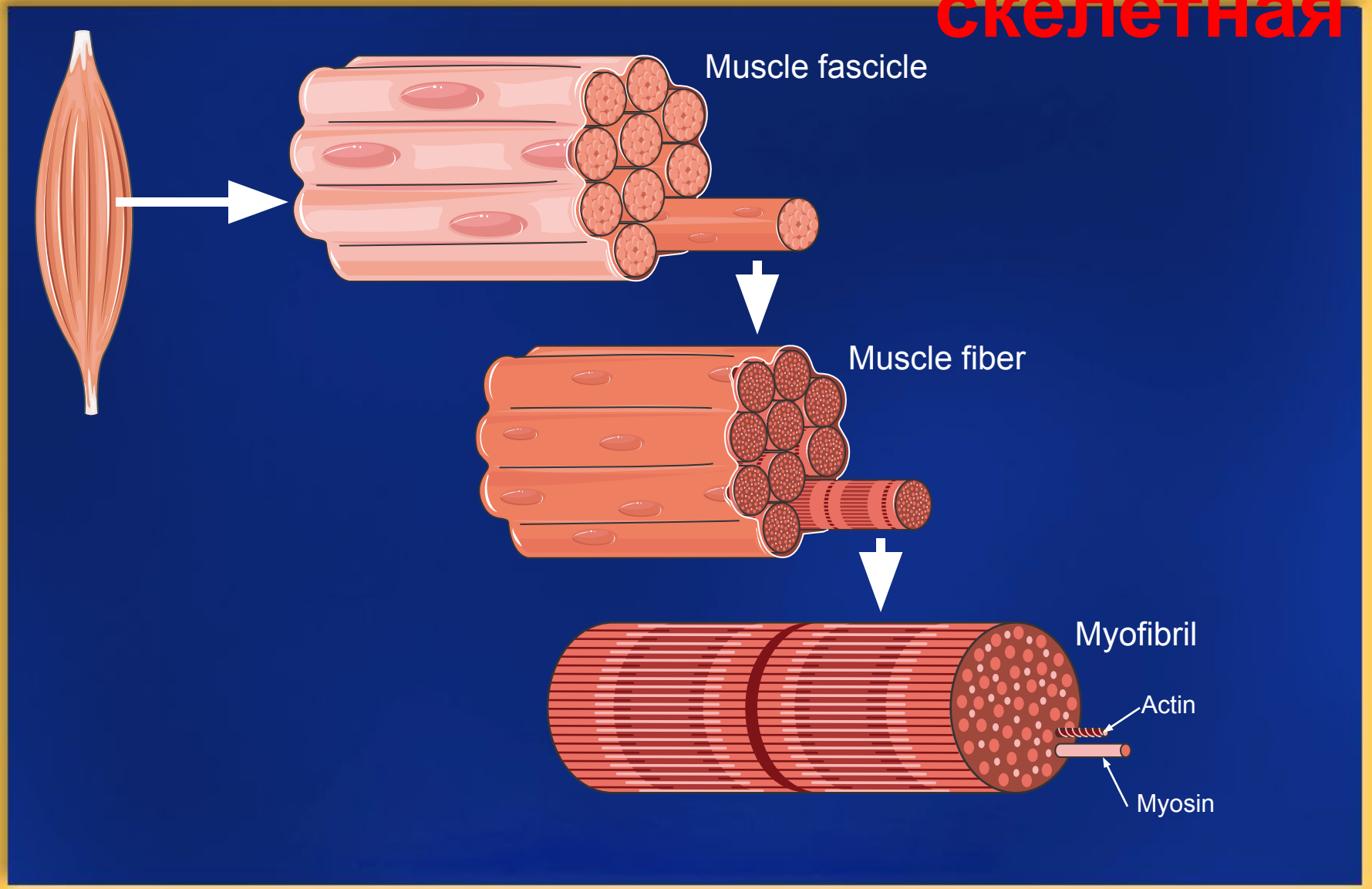


# Гладкая мышца

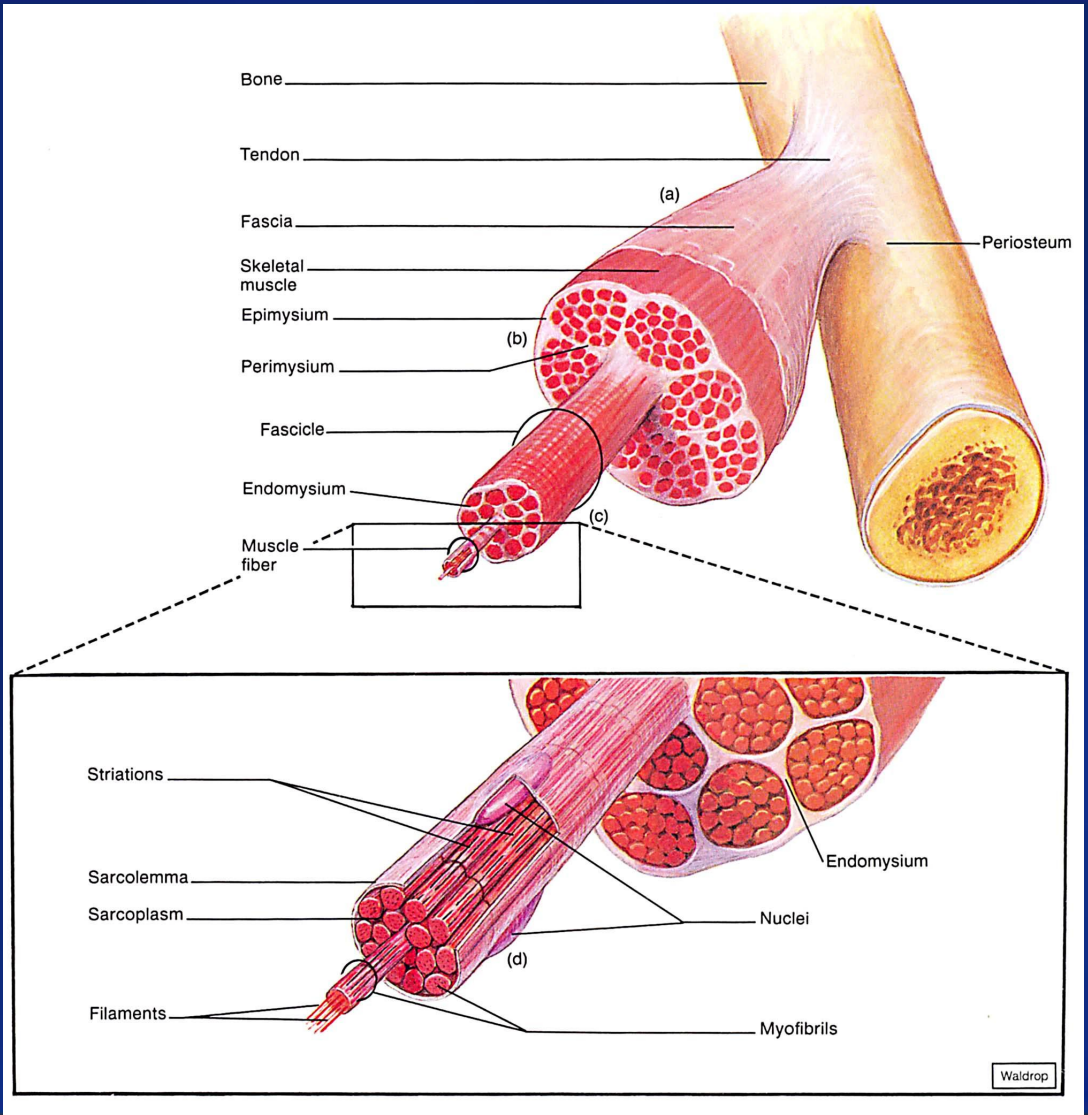


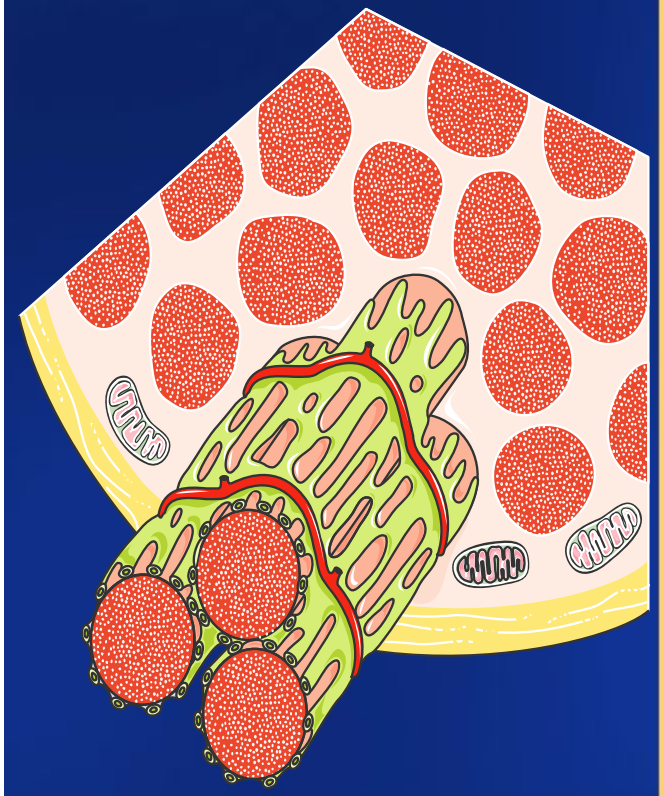



# Поперечно-полосатая скелетная

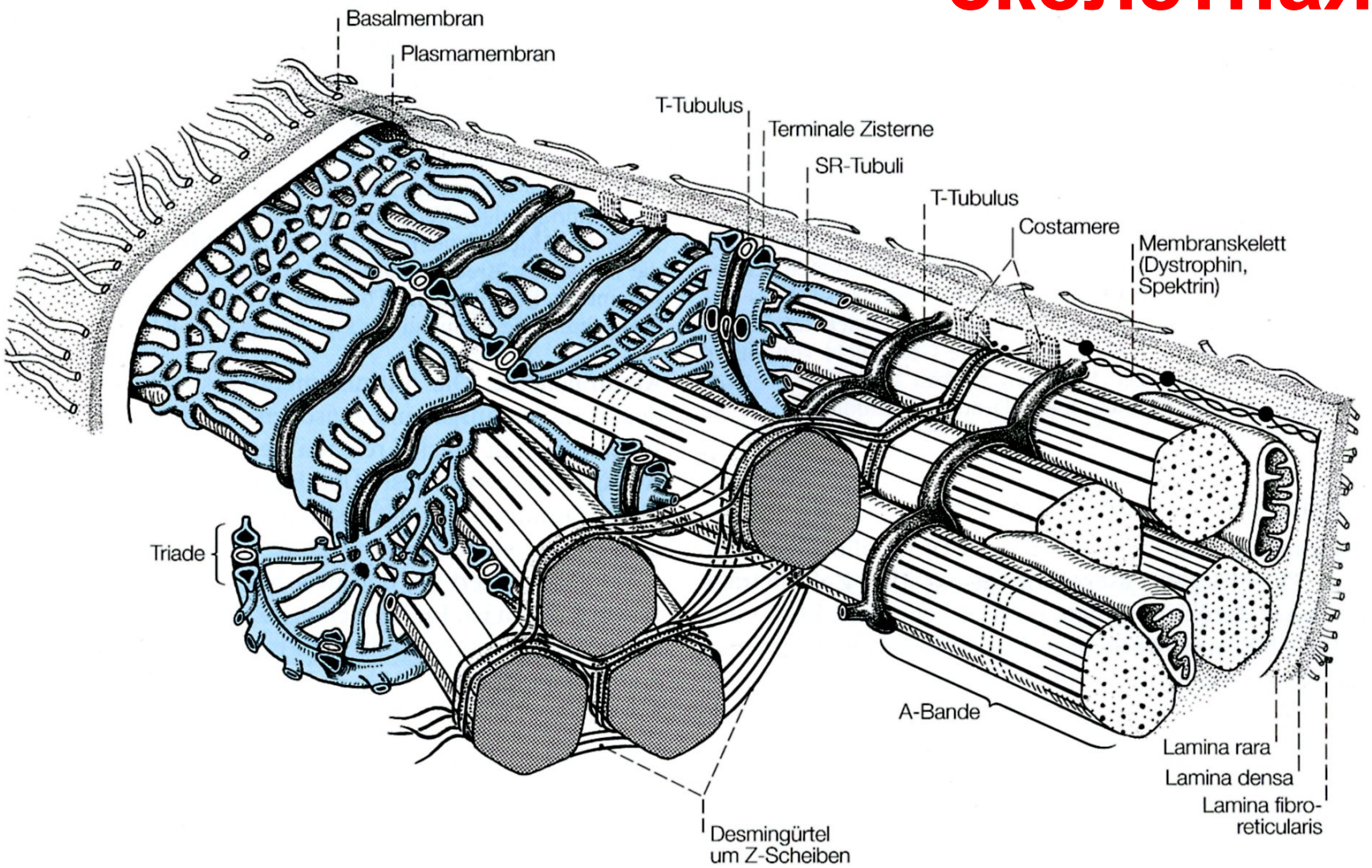


# Поперечно-полосатая скелетная



# Поперечно-полосатая скелетная



# Опорный комплекс

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

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

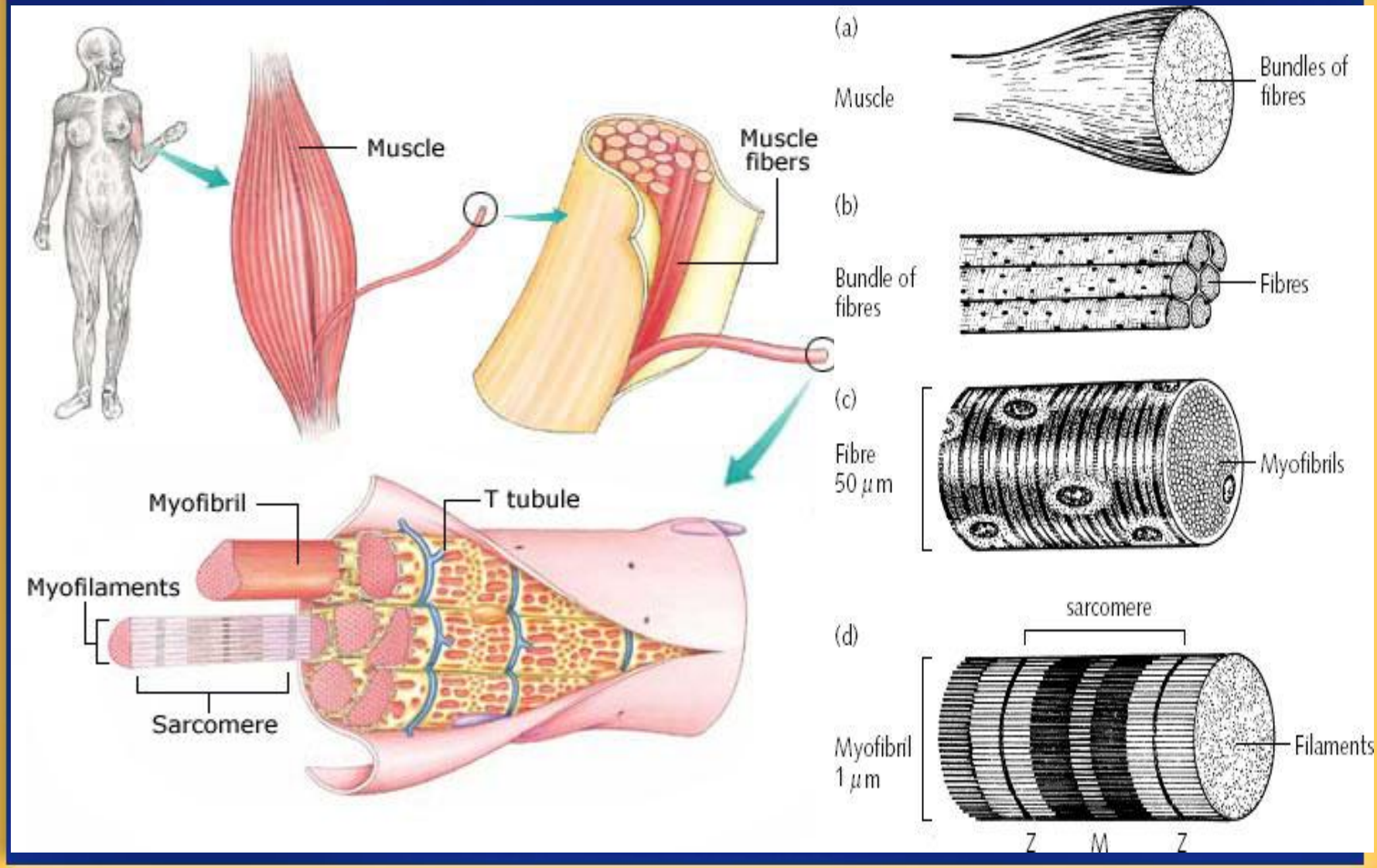
Группы пучков 2 порядка (мышца в целом) окружена эпимизием.

# Опорный комплекс

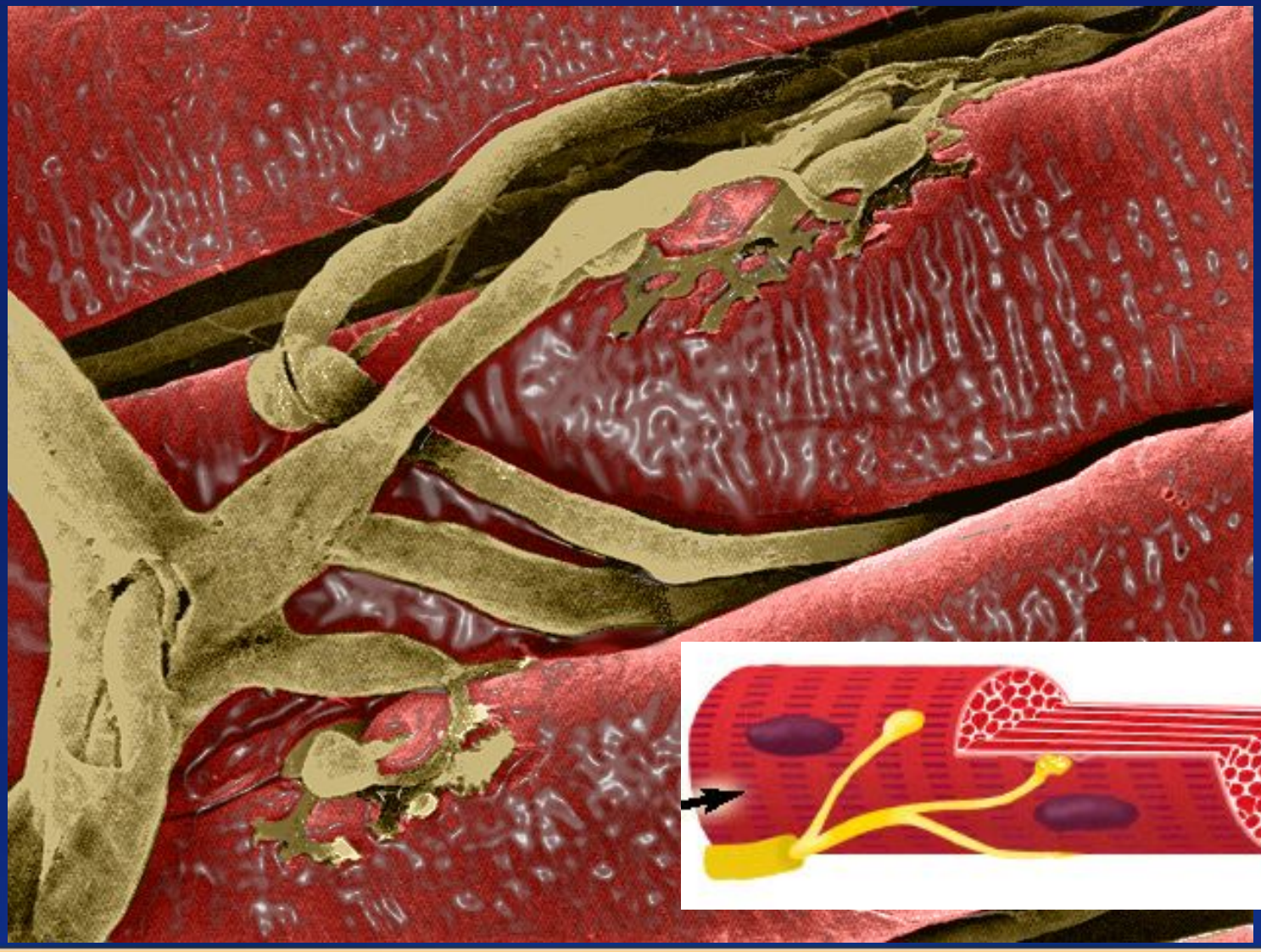
# Мион – СФЕ мышцы

- 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

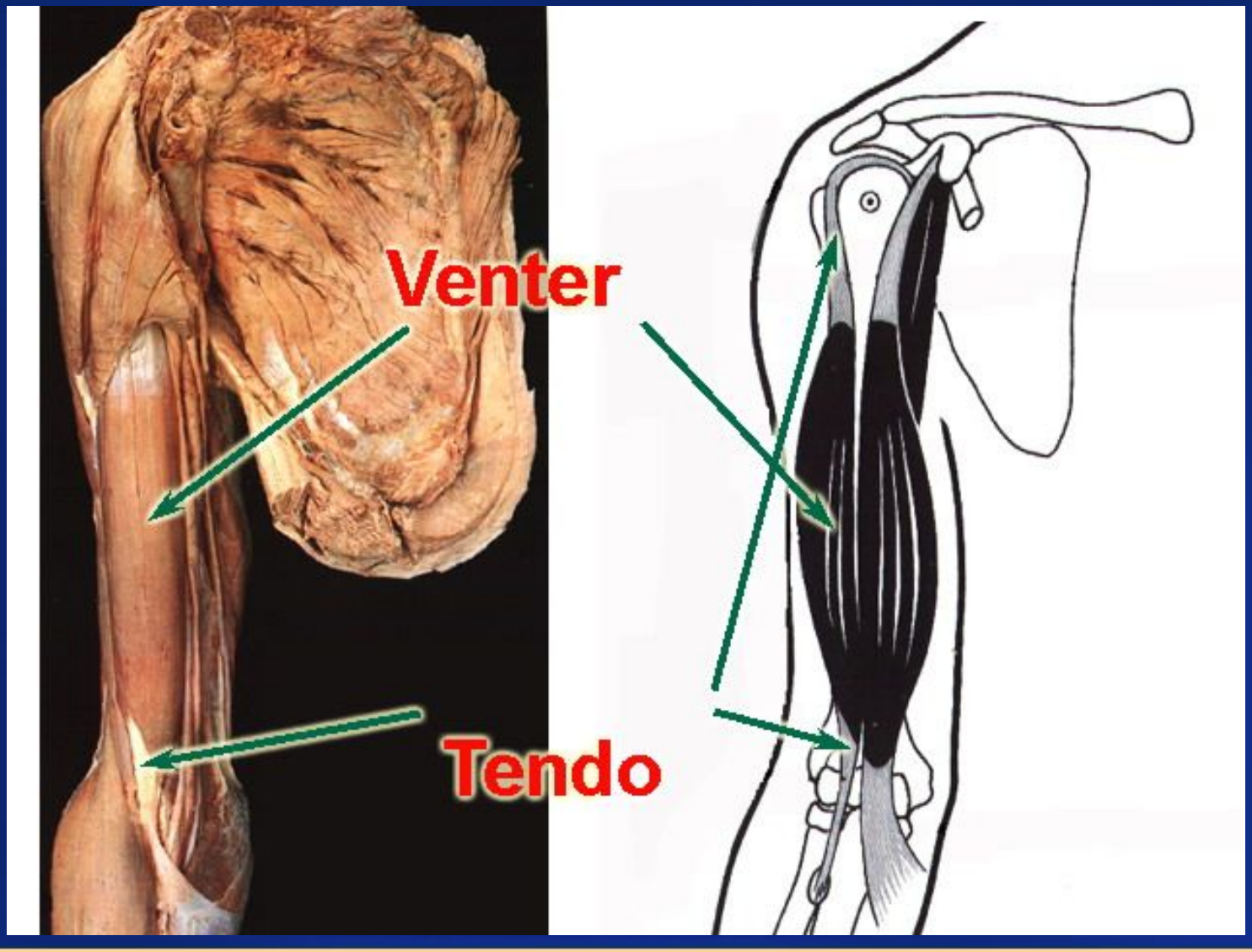
В мышце различают:

тело, или брюшко и

сухожилие, покрытое снаружи *перитенонием*, внутри имеется *эндотенониий*

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

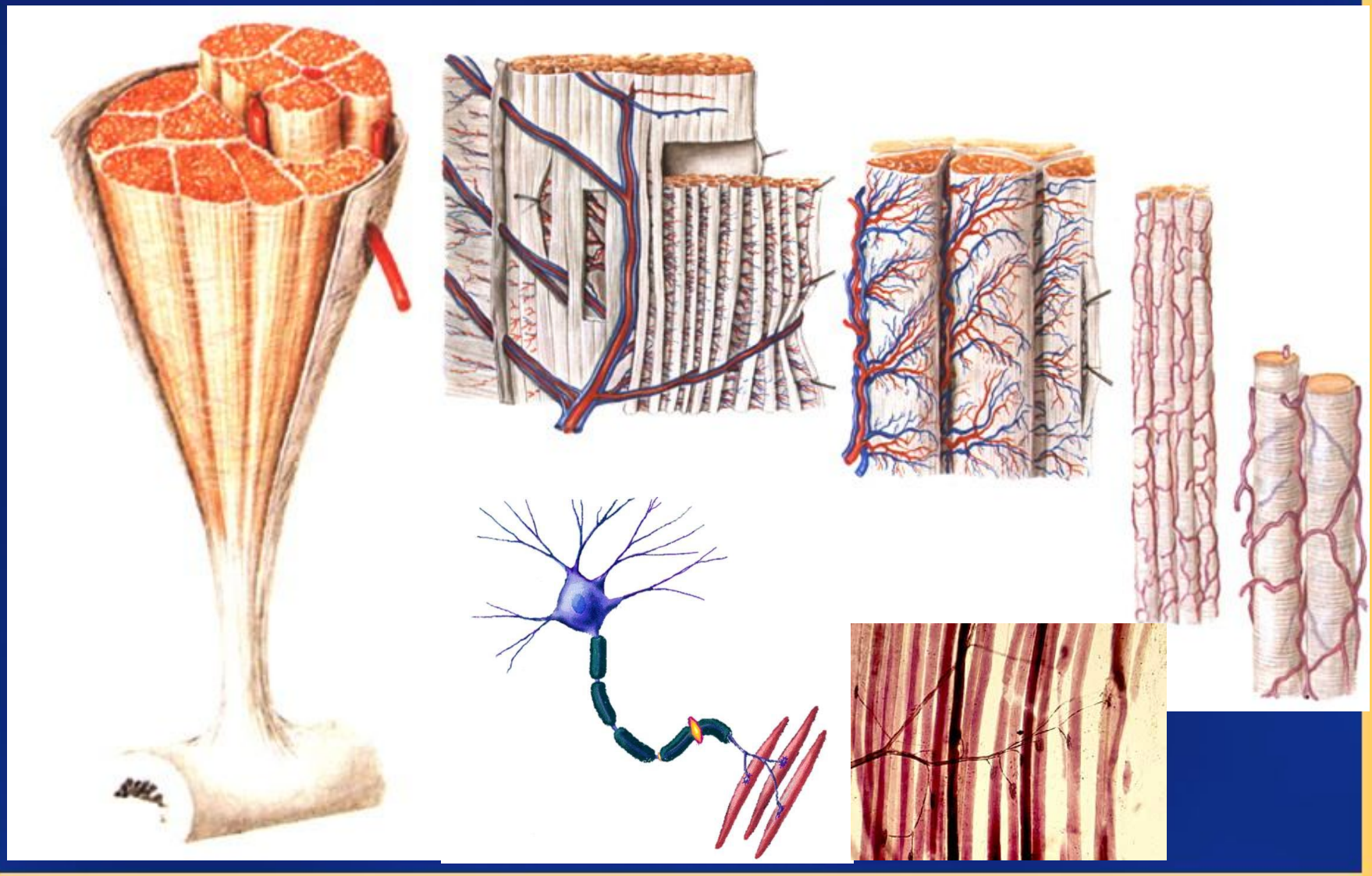
# Мышца как орган



# 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 волоконце
- tendo 1 мм$^2$/7 кг
  - all 3, extend out to connect to bone
  - aponeurosis – плоское широкое сухожилие
- vagina synovialis tendines
  - visceral (inner) and parietal (outer) layer
  - synovia l 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

m.intercostalis internus

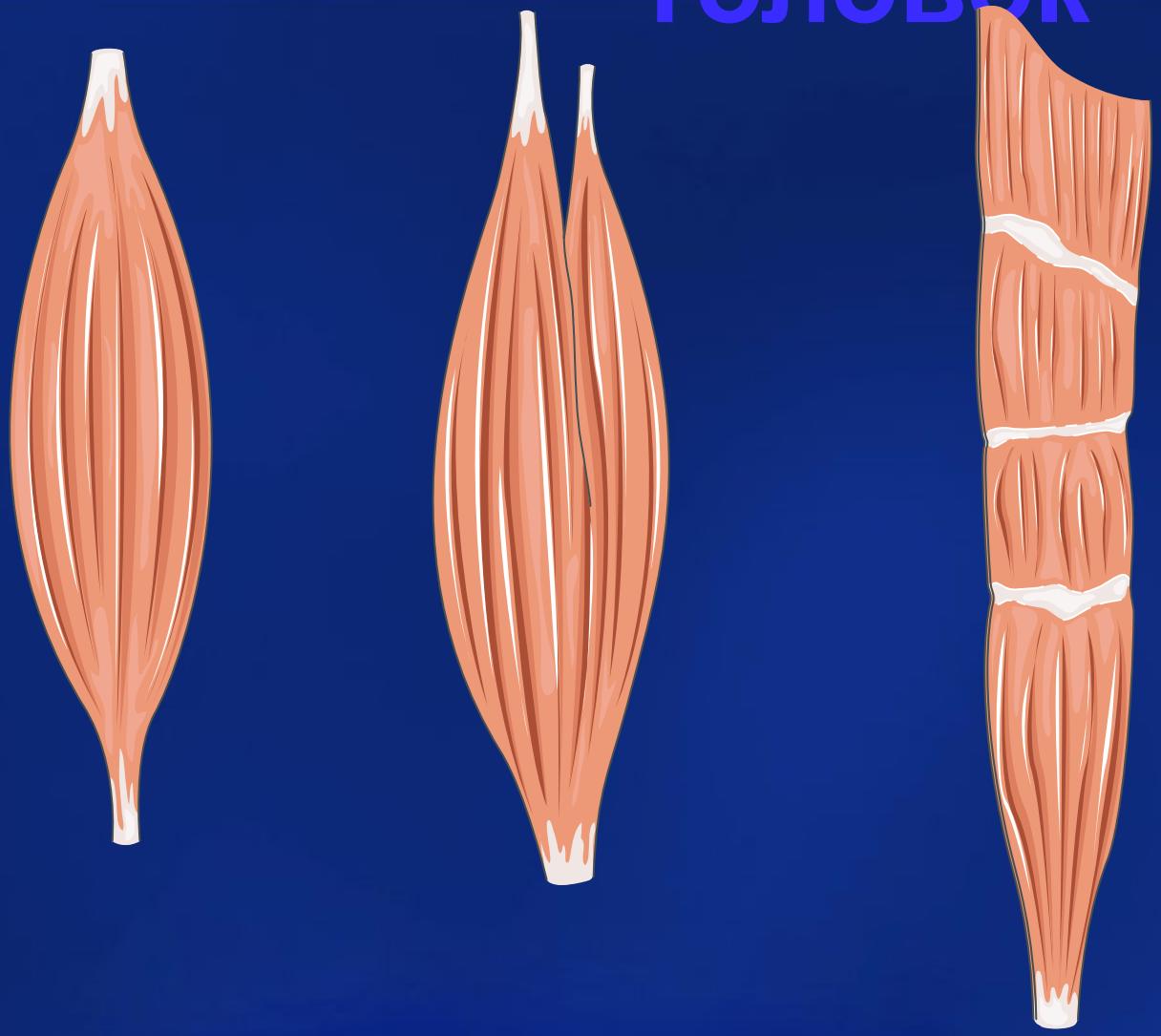
широкие

m.latissimus dorsi

длинные

m.rectus adbominis

# По форме и количеству головок



# По форме и количеству головок

веретено-видная

M.fusiformis

двуглавая

M.biceps

трехглавая

M.triceps

четырехглавая

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

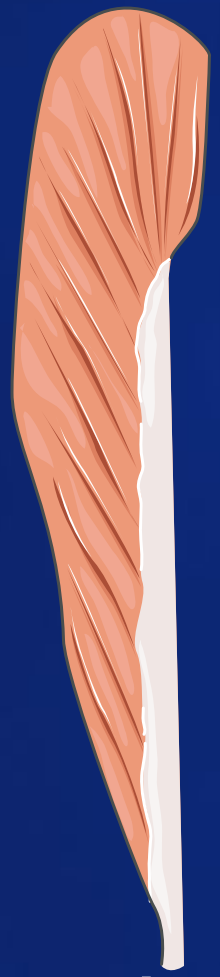
поперечное

m.transversus

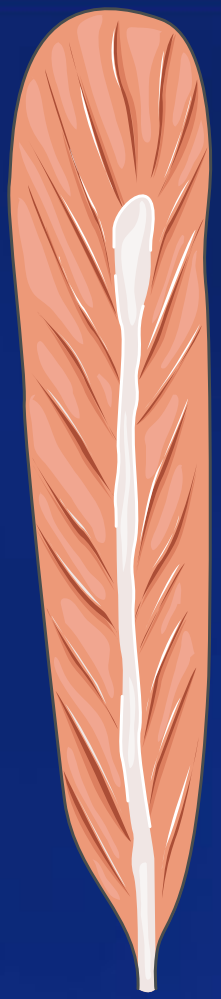
круговое

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

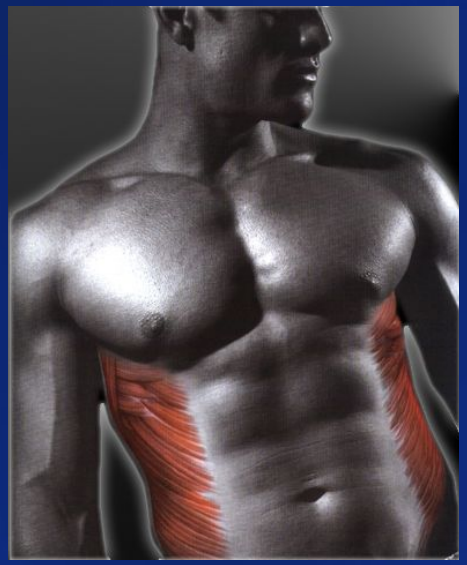
a. пронаторы m.pronator quadratus

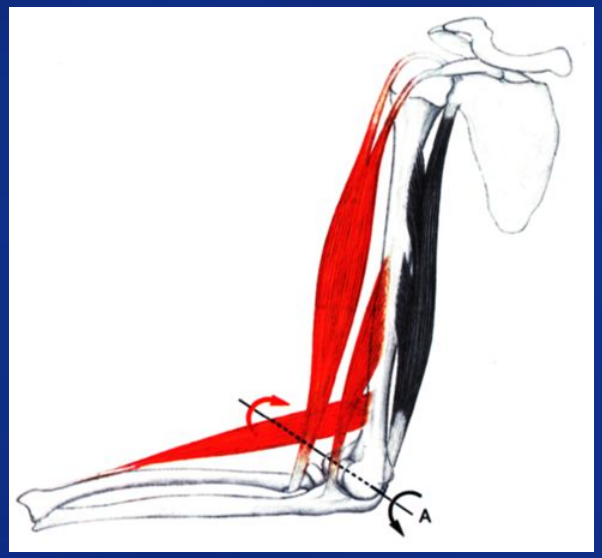
b. супинаторы m.supinator

# По функции (П.Ф. Лесгафт)

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

Антагонисты и синергисты





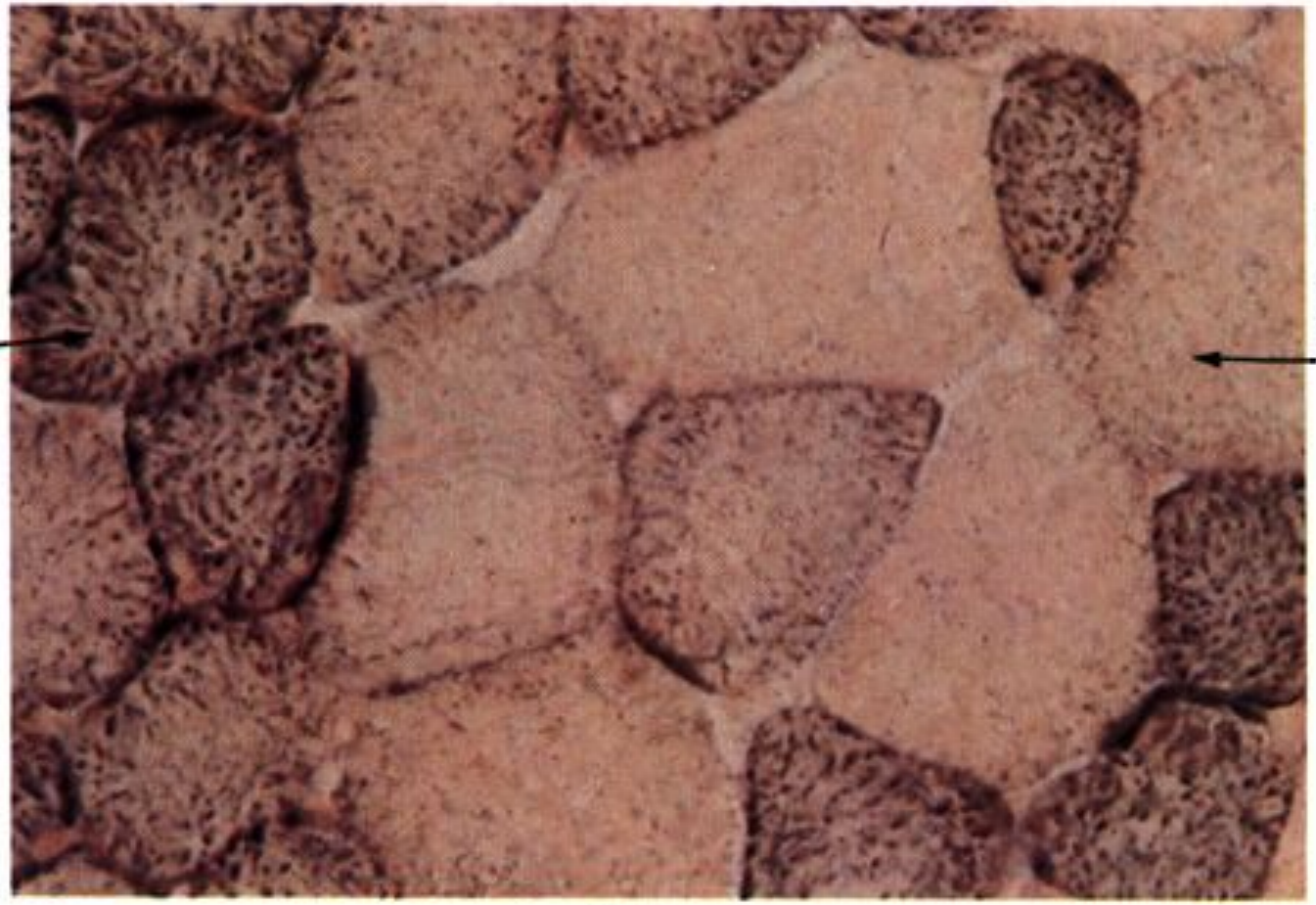
# По типу волокон

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

## STRIATED MUSCLE

**Semitendinosus, cross section**

**Mitochondria; succinic dehydrogenase localization**




Rat, Frozen section, Tetrazolium method, 612 x.

# *Красные (50%)*:

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

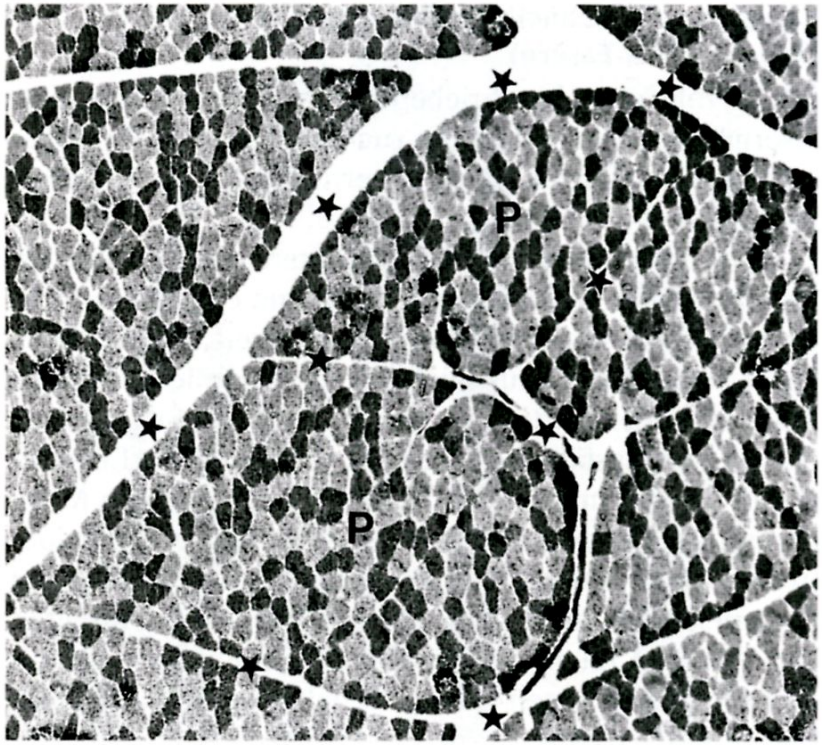
Выполняют преимущественно **статическую функцию**.

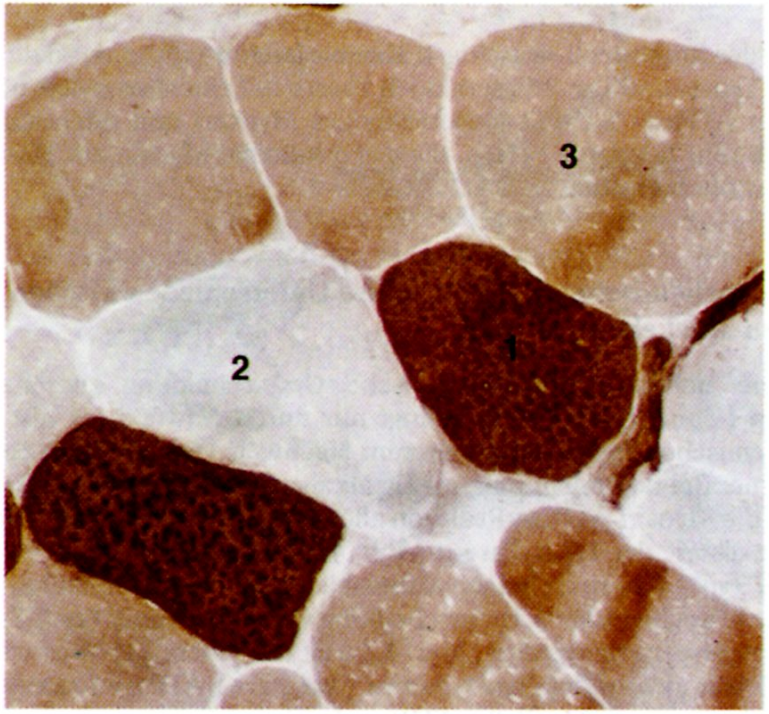
# Белые(20%):

- *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

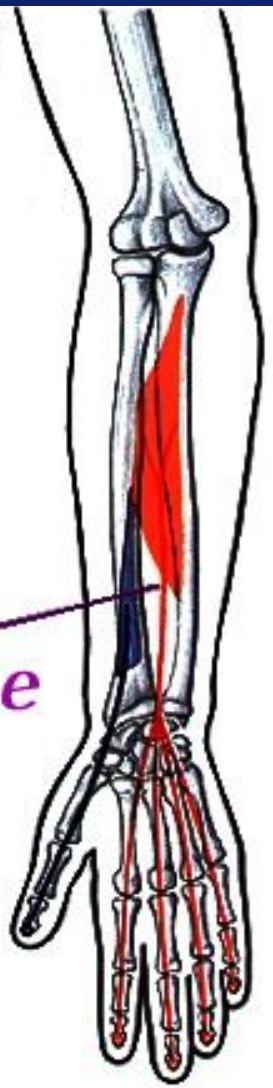
- 3) Многосуставные

  m. Flexor digitorum profundus

# По отношению к суставам

m.flexor digitorum profundus

многосуставные



# По расположению

- Поверхностные и глубокие

  m. trapezius m. splenlus 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

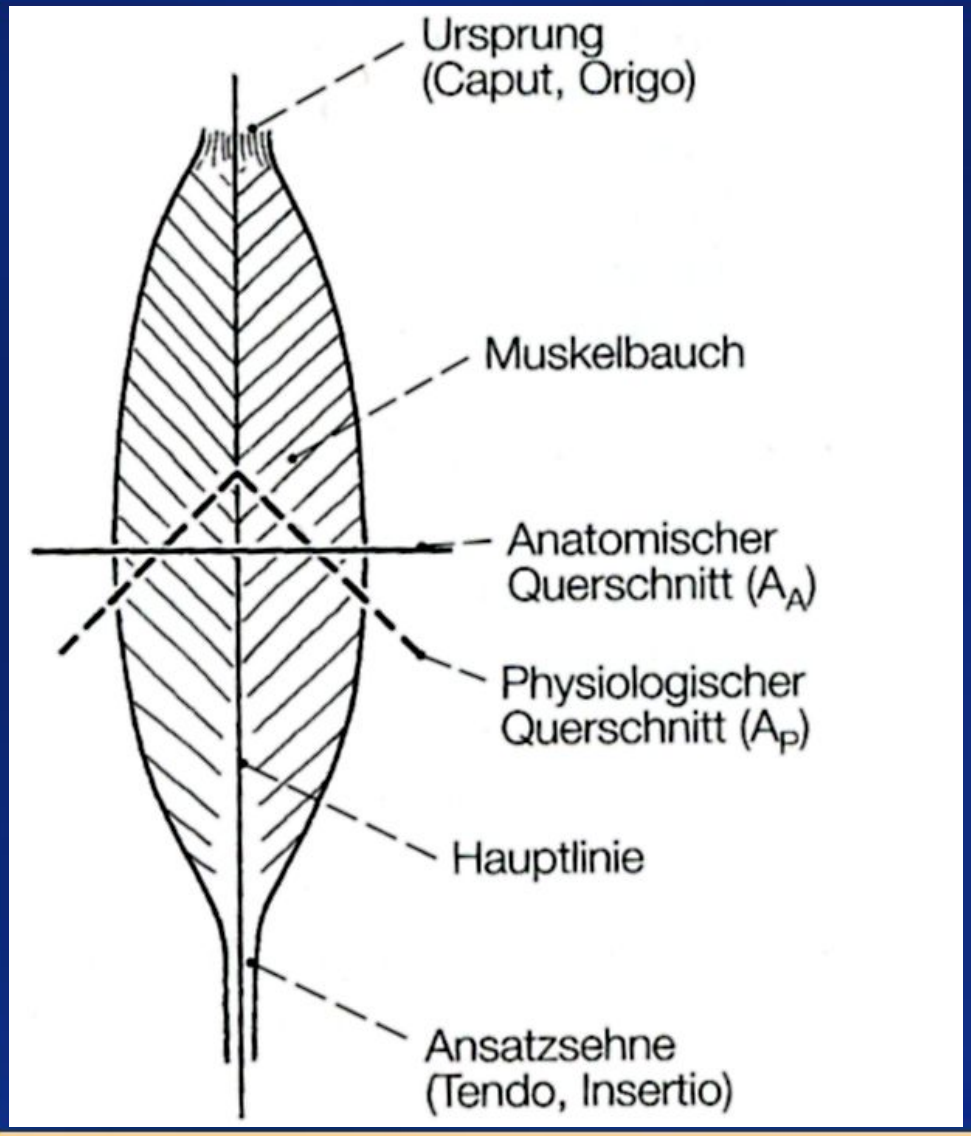
  (направлением)
- Места приложения мышц

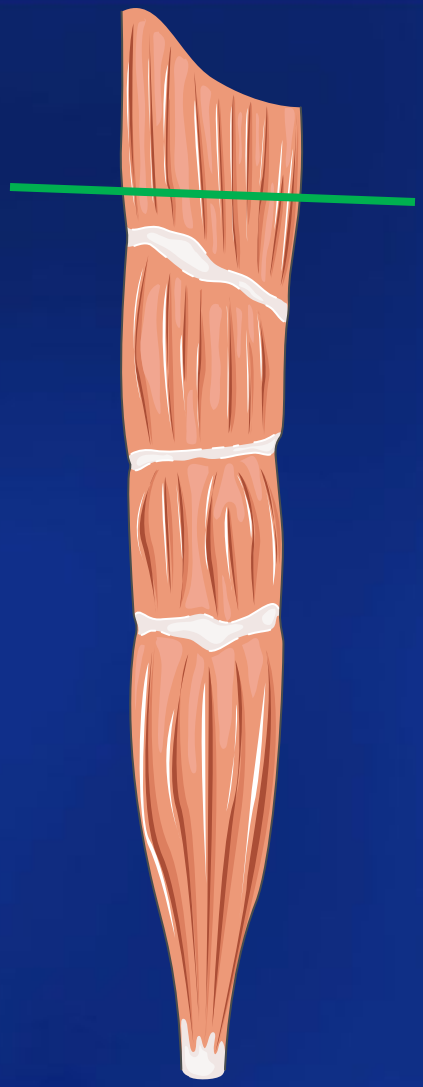
  (тип рычага)
- Состояния нервной системы

## 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

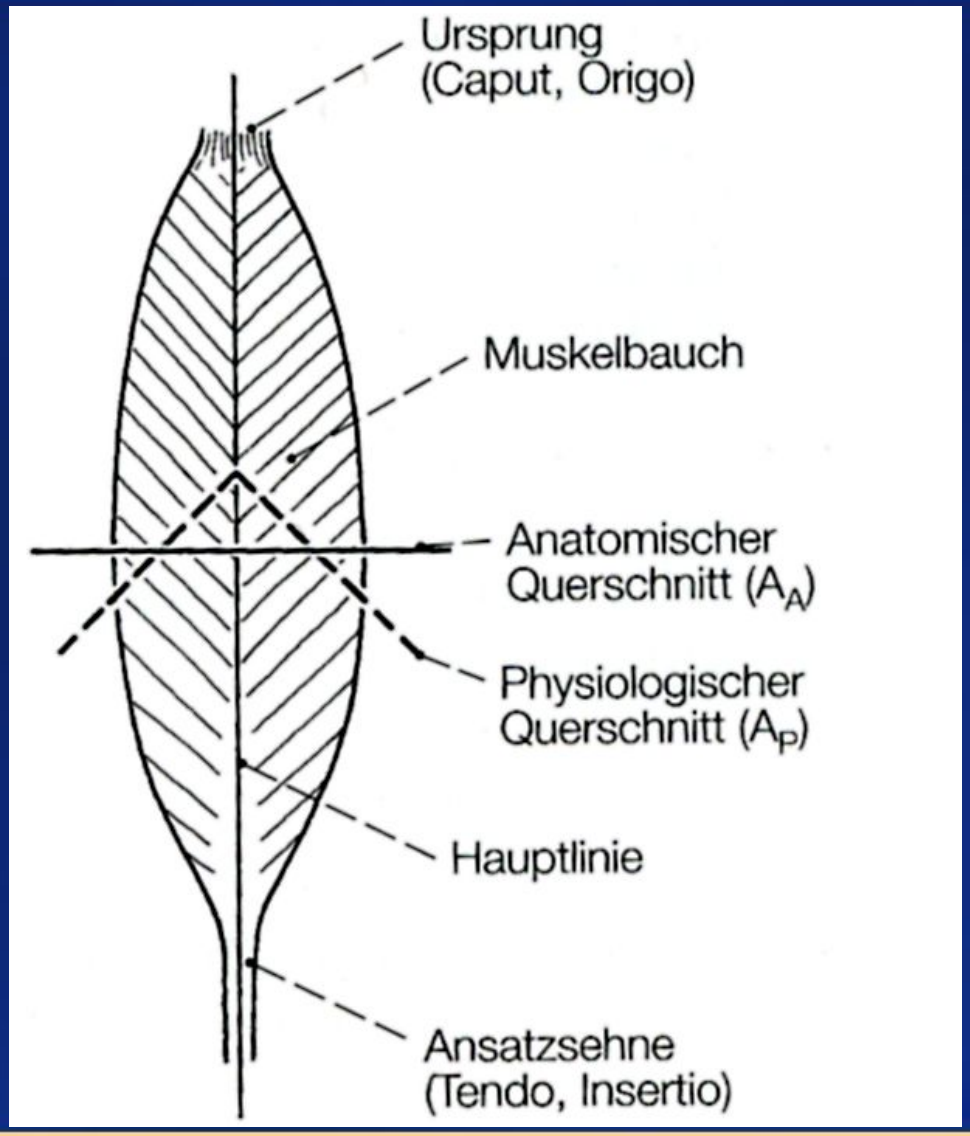
«Физиологический» поперечник высчитываем на основании отношения периметра мышцы (по наиболее широкой части брюшка) к средней длине мышечных пучков

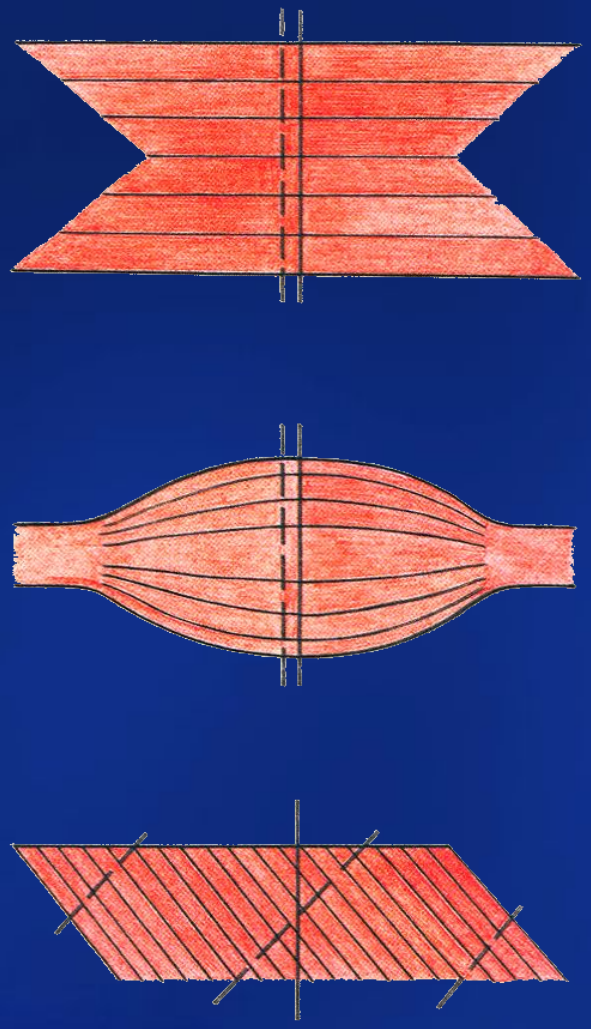
# «Физиологический» поперечник мышцы

$$Фп = \frac{периметр}{длина} \times \cos\alpha$$

где угол α - угол перистости мышцы (в перистых и веерообразных мышцах). Иногда Фп высчитываем исходя из объема брюшка и его веса.

# Сила мышцы (подъемная сила мышцы)



# Сила мышцы (подъемная сила мышцы)

- Количества мышечных волокон

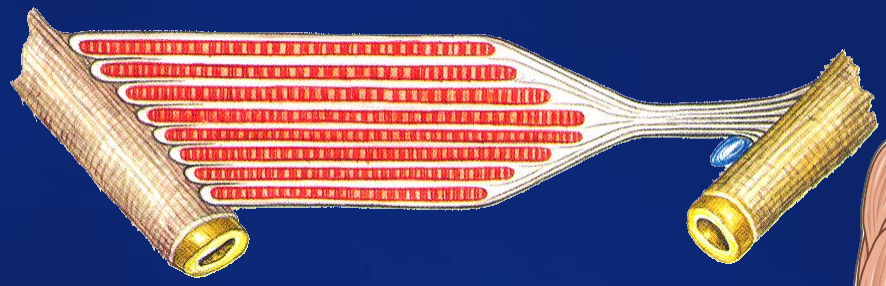
  (величина мышцы)
- Площади опоры

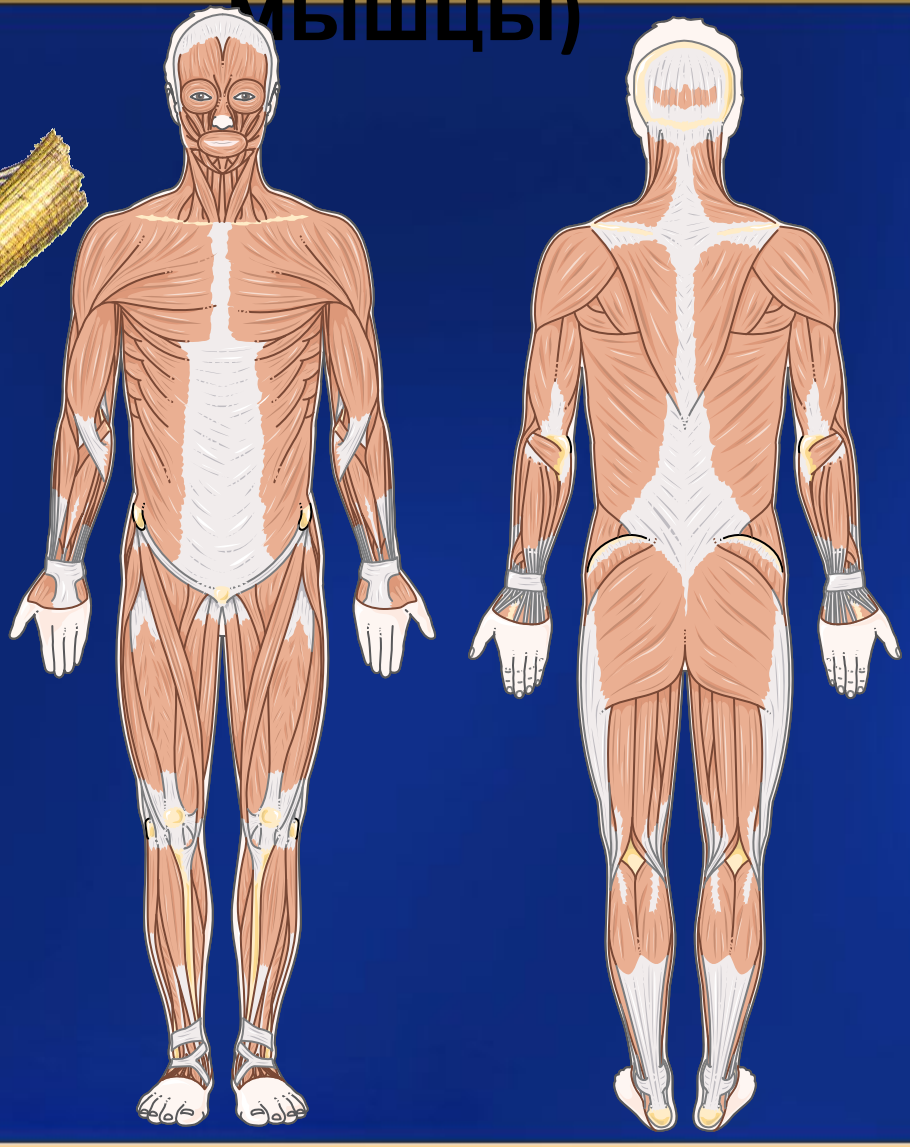
  (на костях, фасциях, других мышцах)
- Величины угла действия силы

  (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

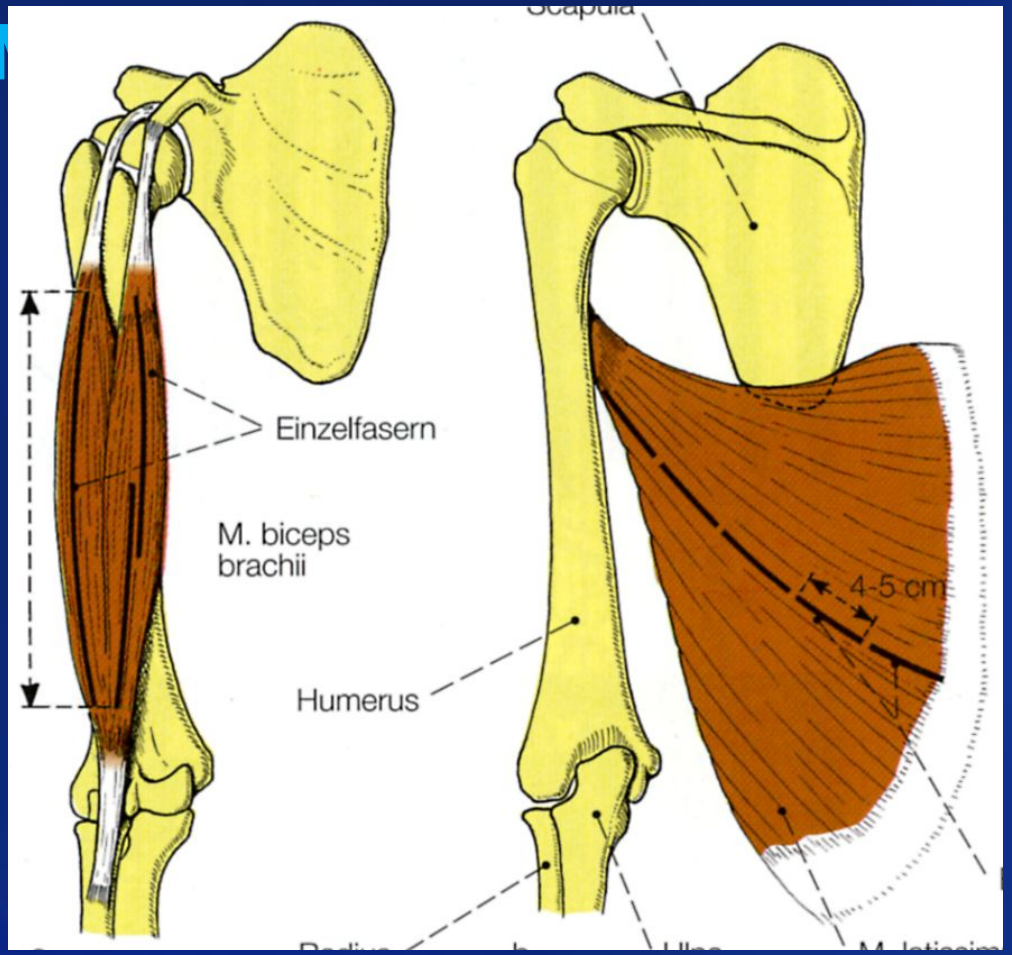
  (на костях, фасциях, других мышцах)
- Величины угла действия силы

  (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

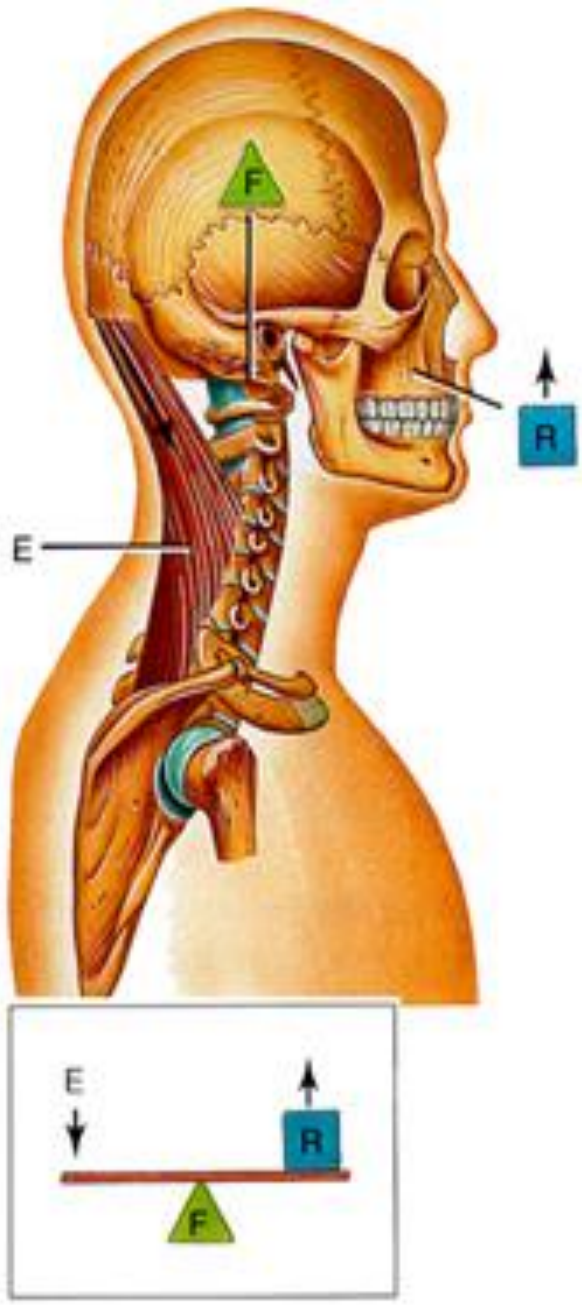
  (тип рычага)
- Состояния нервной системы

# 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).

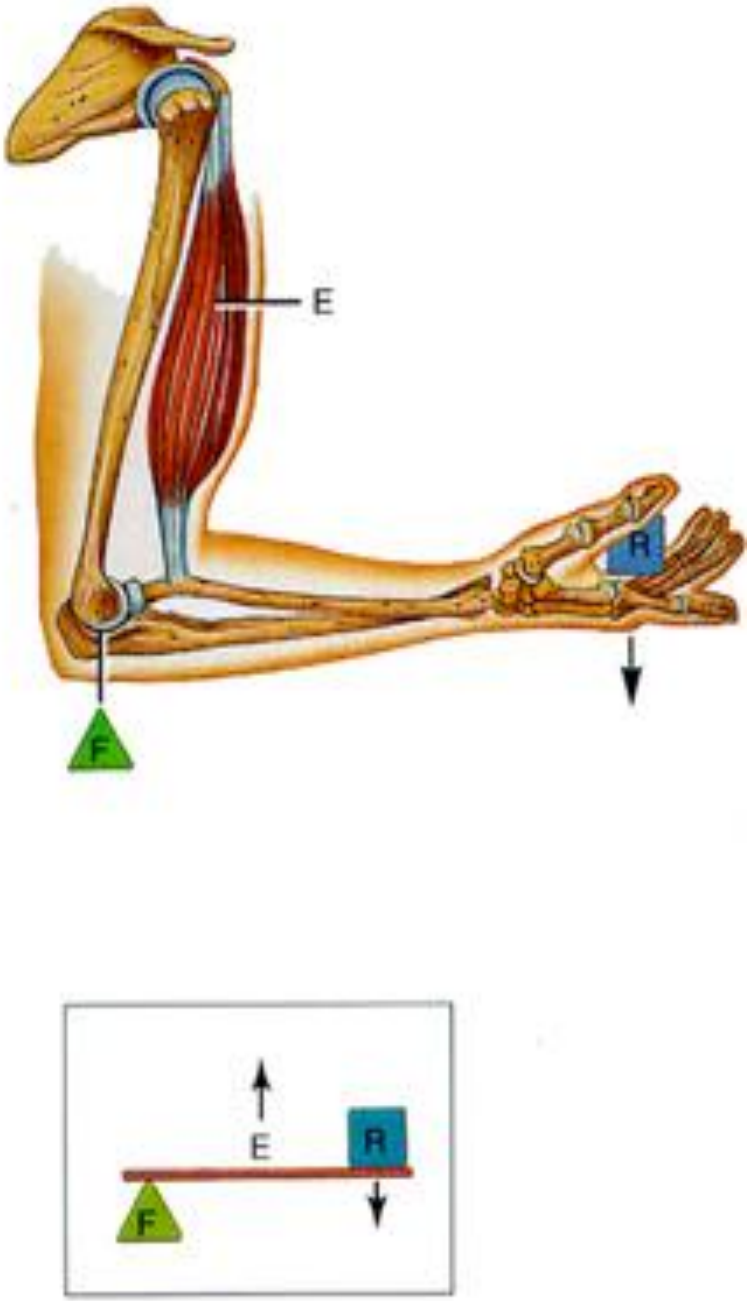
- Плечо рычага - расстояние от оси вращения до точки приложения силы.

- 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)