

## **Лекция**

# **Тема «Миология»**

- 1. Общая характеристика скелетной мускулатуры.**
- 2. Строение мышцы как органа.**
- 3. Классификация мышц.**
- 4. Вспомогательные органы мышц.**
- 5. Филогенез и онтогенез мышечной системы.**

# 1 Общая характеристика скелетной мускулатуры

Миология (Myologia) – это раздел анатомии домашних животных, изучающий строение мышечной системы.

Скелетная мускулатура представляет собой активную часть опорно-двигательного аппарата. Закрепляясь на скелете, как на системе рычагов, мышцы при своем сокращении вызывают различные движения тела, фиксируют скелет в определенном положении и придают форму телу животного. Одновременно при своей работе скелетные мышцы помогают работе сердца, проталкивая венозную кровь по сосудам. В экспериментах удалось выяснить, что скелетные мышцы действуют подобно насосу, обеспечивая движение крови по венозному руслу. Поэтому скелетные мышцы еще называют периферическими мышечными "сердцами". Кроме этого, при сокращении мышцы трансформируют получаемую с кровью химическую энергию в тепловую (до 70 %) и механическую (30 %). Таким образом, они являются и органами теплообразования.

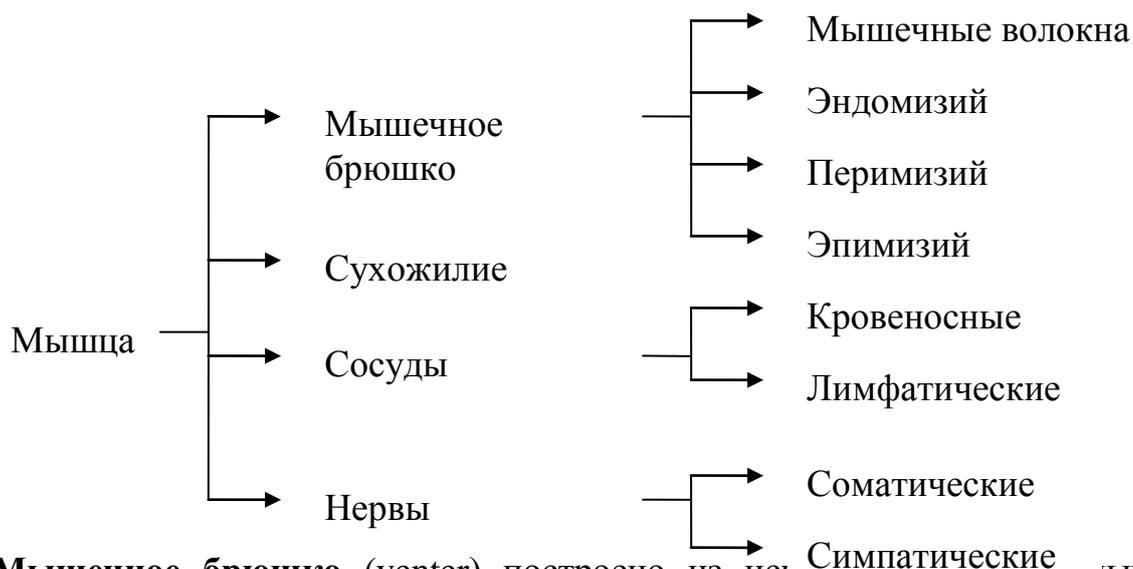
В теле животного насчитывается около 500 скелетных мышц. Большинство из них парные и располагаются симметрично по обеим сторонам тела животного. Их суммарная масса составляет наибольшую часть организма животного. У лошади 35 – 38 %, у рогатого скота 30 – 37 %, у свиней 30 – 35 % от массы тела.

Мышцы в теле животного располагаются не беспорядочно, а закономерно в зависимости от действия силы тяжести животного и выполняемой работы. Они оказывают свое действие на те части скелета, которые соединены подвижно, т. е. мышцы действуют на суставы.

Основными местами прикрепления мышц являются кости, но иногда они прикрепляются к хрящам, связкам, фасциям, коже. Они покрывают скелет так, что кости лишь в некоторых местах лежат непосредственно под кожей.

## 2. Строение мышцы как органа

Скелетная мышца (*musculus skeleti*) – это активный орган аппарата движения, форма и особенности строения которого обусловлены выполняемой функцией и местоположением на скелете. В мышце различают активно сокращающуюся часть – **мышечное брюшко** и пассивную часть, при помощи которой она прикрепляется к костям – **сухожилие**.



**Мышечное брюшко** (venter) построено из отдельных мышечных волокон (миосимпластов), каждое из которых покрыто тонкой соединительнотканной оболочкой – **эндомизией**. При помощи рыхлой соединительной ткани (**перимизия**) мышечные волокна объединяются в пучки 1, 2 и 3-го порядков. Снаружи пучки окружаются плотной соединительной тканью (**эпимизием**), который покрывает каждую мышцу. Соединительнотканнные элементы, имеющиеся между мышечными волокнами, по концам мышечного брюшка, переходят в сухожилия.

**Сухожилие** (tendo) состоит из плотной соединительной ткани и имеет блестящий светло-золотистый цвет, резко отличающийся от красно-бурого цвета брюшка мышцы. В большинстве случаев сухожилие находится по обоим концам мышцы и прикрепляется к костям. Хотя сухожилие значительно тоньше мышечного брюшка, прочность его велика, оно способно выдерживать большую нагрузку и практически нерастяжимо. Исследования показали, что для разрыва ахиллового сухожилия у животного требуется сила от 670 до 930 кг на один кубический сантиметр.

**Сосуды** и **нервы** входят в мышцу с ее внутренней стороны. Артерии ветвятся до капилляров, которые в пучках мышечных волокон образуют густую сеть. К каждому мышечному волокну прилежит не менее одного кровеносного капилляра. В каждую мышцу кровь поступает по артериям, а оттекает по венам и лимфатическим сосудам.

Иннервация скелетных мышц обеспечивается соматическими и симпатическими нервами, содержащими двигательные и чувствительные нервные волокна.

### 3. Классификация мышц

Каждая мышца является самостоятельным органом и имеет определенную форму, величину, строение, функцию, происхождение и

положение в организме. В зависимости от этого все скелетные мышцы подразделяются на следующие группы.

### **I. По форме**, различают мышцы *длинные, короткие, широкие*.

**Длинные** мышцы соответствуют длинным рычагам движения и поэтому встречаются, главным образом, на конечностях. Имеют веретенообразную форму, средняя часть называется брюшком, конец, соответствующий началу мышцы – головкой, противоположный конец – хвостом. Сухожилие длинных мышц имеет форму ленты. Некоторые длинные мышцы начинаются несколькими головками (многоглавые) на различных костях, что усиливает их опору. Встречаются мышцы двуглавые, трехглавые и четырехглавые.

**Короткие** мышцы находятся на тех участках тела, где размах движений невелик (между отдельными позвонками и т. д.).

**Широкие** мышцы располагаются преимущественно на туловище и поясах конечностей. Они имеют расширенное сухожилие, называемое апоневрозом. Широкие мышцы обладают не только двигательной функцией, но также опорной и защитной (например, мышцы брюшной стенки защищают и способствуют удержанию внутренних органов).

Встречаются также и другие формы мышц: квадратная, треугольная, круглая, дельтовидная, зубчатая, трапециевидная и др.

**II. По направлению мышечных волокон** выделяют мышцы с *прямыми* параллельными волокнами, с *косыми* волокнами, с *поперечными* и *круговыми*. Если косые волокна присоединяются к сухожилию под углом к длине брюшка с одной стороны, то такие мышцы называются **одноперистыми**, если с двух сторон – **двуперистыми**. Иногда мышечные пучки сложно переплетаются и к сухожилию подходят с нескольких сторон. В таких случаях образуется **многоперистая** мышца (например, дельтовидная мышца).

**III. По внутренней структуре** все мышцы делят на **пять** типов: *динамический, динамо-статический, полустато-динамический, стато-динамический* и *статический*. Для мышц динамического типа, обеспечивающих активную и разностороннюю работу, характерно значительное преобладание исчерченной мышечной ткани над соединительной. В отличие от динамических, статические мышцы совсем не имеют мышечных волокон, не могут проявлять активного участия при движении животного, но выполняют большую статическую работу при стоянии и опоре конечности о почву во время движения, закрепляя суставы в определенном положении. В других типах мышц – динамо-статическом, полустато-динамическом и стато-динамическом по направлению от динамического к статическому отмечается уменьшение отношения исчерченной мышечной ткани к соединительно-тканым элементам.

Стато-динамические мышцы, как правило, имеют перистое строение и могут быть одно-, дву- и многоперистыми.

Что же касается динамических мышц, то для них характерно прямое направление мышечных волокон.

#### IV. По функции мышцы делятся на:

1. **Флексоры**, или сгибатели, которые при сокращении сближают концы костей.

2. **Экстензоры**, или разгибатели, которые проходят через вершину угла сустава и при сокращении раскрывают его.

3. **Абдукторы**, или отводящие мышцы, лежат на латеральной стороне сустава и отводят его от сагитальной плоскости в сторону.

4. **Аддукторы**, или приводящие, лежат на медиальной поверхности сустава и при сокращении приводят его к сагитальной плоскости.

5. **Ротаторы**, или вращатели, обеспечивают вращение конечности наружу (**супинаторы**) или во внутрь (**пронаторы**).

6. **Сфинктеры**, или сжиматели, которые располагаются вокруг естественных отверстий и при сокращении закрывают их. Для них, как правило, характерно круговое направление мышечных волокон (например, круговая мышца рта).

7. **Констрикторы**, или суживатели, которые также относятся к типу круглых мышц, но имеют иную форму (например, констрикторы глотки, гортани).

8. **Дилататоры**, или расширители, при сокращении открывают естественные отверстия.

9. **Тензоры**, или напрягатели, своей работой напрягают фасции, не позволяя им собираться в складки.

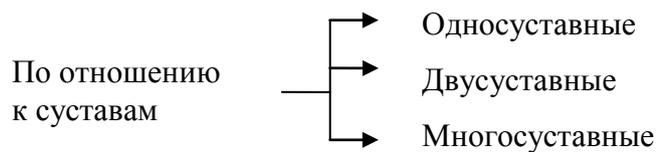
10. **Фиксаторы**, укрепляют сустав на стороне расположения соответствующих мышц.

**V. По отношению к суставам** мышцы расположены неодинаково, что определяется их строением и функцией. Одни мышцы прикрепляются к смежным костям и действуют на один сустав – *односуставные*, другие перекидываются через два и большее число суставов – *двусуставные* и *многосуставные*. Последние обычно длиннее односуставных и располагаются более поверхностно.

**VI. По положению** различают *поверхностные* и *глубокие*, *наружные* и *внутренние*, *латеральные* и *медиальные* мышцы.

**VII. По происхождению** все скелетные мышцы делятся на *соматические* и *висцеральные*. Соматические мышцы развиваются из дорсального отдела мезодермы, а висцеральные из вентрального. К висцеральной мускулатуре относятся мышцы головы (мимические, жевательные) и некоторые мышцы шеи.

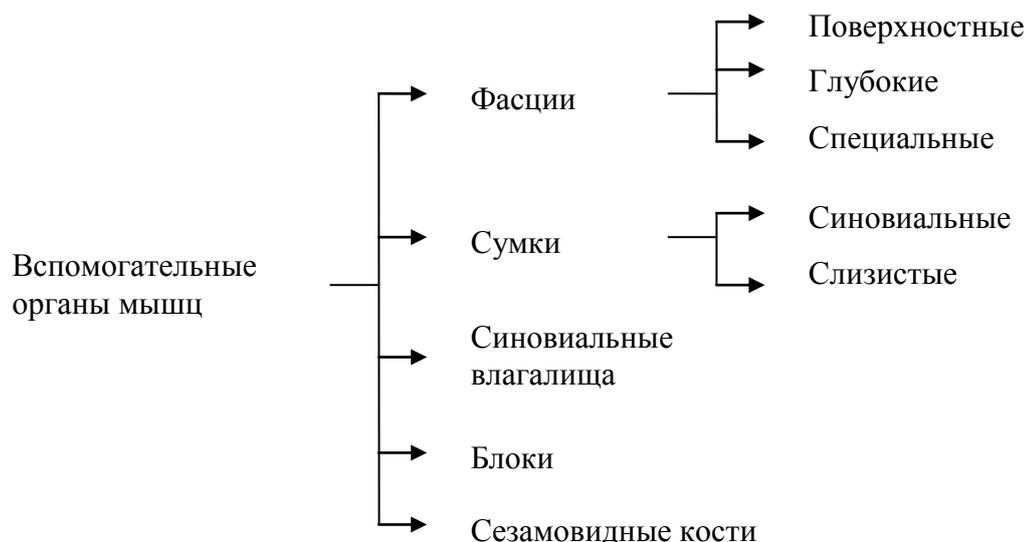
Кроме того, необходимо подчеркнуть, что мышцы действуют отдельно или группой. Одинаково действующие мышцы называются **синергистами**, а действующие противоположным образом – **антогонистами**.





#### 4. Вспомогательные органы мышц

Мышцы, сокращаясь, выполняют свою функцию при участии и при помощи анатомических образований, которые следует рассматривать как вспомогательные приспособления мышц. К ним относятся **фасции, сумки, синовиальные влагалища сухожилий, блоки и сезамовидные кости.**



**Фасция** (fascia) – это соединительно-тканый покров мышцы. Образую футляры для мышц, фасции отграничивают их друг от друга, создают опору для мышечного брюшка при его сокращении, устраняют трение мышц друг от друга. Различают *поверхностные, глубокие и специальные* фасции.

Поверхностные, или подкожные, фасции лежат непосредственно под кожным покровом и образуют своеобразные футляры для всех областей тела животного.

Глубокие, или собственные, фасции образуют футляр для отдельных мышц, групп мышц и органов.

Специальные покрывают отдельные мышцы.

В местах прикрепления и наибольшей подвижности сухожилий и мышц имеются синовиальные (bursae synoviales) и слизистые (bursae mucosae) сумки. Они имеют форму плоского соединительно-тканного мешочка, внутри которого находится синовиальная жидкость или слизь. Сумки могут сообщаться с полостью сустава. Они имеют различную величину: от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров.

**Синовиальное влагалище сухожилий** (vagina synovialis tendinis) отличается от синовиальной сумки тем, что имеет гораздо большие размеры (длину, ширину) и двойную стенку. Оно полностью охватывает движущееся в нем сухожилие мышцы, которое заключено как бы в трубку, заполненную синовией. Вследствие этого синовиальное влагалище не только выполняет функцию сумки, но и укрепляет положение сухожилия мышцы на значительном ее протяжении.

К вспомогательным приспособлениям относятся также **блоки и сезамовидные кости**.

**Блок** (trochlea) представляет собой костный выступ и желобок в нем, где проходит сухожилие. Обычно сухожилие перекидывается через блок, увеличивая рычаг приложения силы. Увеличению угла прикрепления сухожилия мышцы, следовательно, увеличению ее силы, способствуют сезамовидные кости (ossa sesamoidea), находящиеся в толще сухожилий (например, коленная чашка).

## 5. Филогенез мышечной системы

### Филогенез функции движения

Филогенез функции движения отражает переход от примитивных механизмов (псевдоподии, жгутики) к высокоспециализированным мышечным системам. Ключевые факторы эволюции:

- Освоение новых сред (вода → суша → воздух).
- Развитие опорных структур (скелетов).
- Усложнение нервной регуляции.
- Дифференциация мышц на соматические и висцеральные, обеспечившая эффективное взаимодействие с окружающей средой.

#### 1. Основные формы движения в эволюции

— **Амебовидная:**

- Характерна для амёбы.
- Осуществляется через псевдоподии — выпячивания цитоплазмы.
- Неупорядоченное и аполярное движение.

- **Мерцательная (ресничная):**
  - Присуща инфузориям.
  - Реснички обеспечивают направленное и упорядоченное перемещение.
- **Жгутиковая:**
  - Используется жгутиковыми.
  - Жгутики совершают вращательные движения для быстрого перемещения.
- **Мышечная:**
  - Наиболее совершенная и энергоэффективная форма.
  - Развилась из сократительных волокон (мионом) у простейших и усложнялась у многоклеточных.

### **Эволюция мышечной системы**

- **Простейшие и низшие многоклеточные:**
  - **Миономы** у инфузорий - первые сократительные структуры.
  - **Эпителиально-мышечные клетки** у кишечнополостных (гидры, медузы):
    - Эктодермальный слой — продольные мышцы.
    - Эндодермальный слой — кольцевые мышцы.
- **Плоские и круглые черви:**
  - **Кожно-мышечный мешок:**
    - Плоские черви: слои кольцевых и продольных мышц + сеть висцеральных волокон.
    - Круглые черви: 4 продольных мышечных тяжа + циркулярные волокна.
      - Появление специализированных мышц кишечника и сосудов.
- **Высшие беспозвоночные:**
  - **Членистоногие:**
    - Поперечнополосатая мускулатура, прикреплённая к экзоскелету.
    - Сегментированные мышцы для точных движений (например, полёт насекомых).
  - **Моллюски:**
    - Мантийные мышцы у головоногих для реактивного движения.
- **Хордовые:**
  - **Ланцетник:** сегментированные миомеры для плавания.
  - **Позвоночные:**
    - Редукция кожно-мышечного мешка → развитие внутренней скелетной мускулатуры.
    - Дифференциация мышц:
      - **Соматические.**
      - **Висцеральные.**
      - У наземных форм:

- Развитие мышц конечностей (плечевой/тазовый пояс у амфибий).
- Диафрагма у млекопитающих, грудные мышцы у птиц.

### **Эволюционные тенденции**

- **Специализация:**
  - От диффузных сократительных структур (миомеры) → к слоистым мышцам → обособленным поперечнополосатым волокнам.
- **Дифференциация типов мышц:**
  - Гладкие (внутренние органы) и поперечнополосатые (скелетные).
- **Связь со скелетом:**
  - Гидроскелет (черви) → экзоскелет (членистоногие) → эндоскелет (хордовые).
- **Усложнение иннервации:**
  - От диффузной нервной сети → к централизованному управлению через двигательные нейроны.

### **Филогенез мышц туловища позвоночных**

Мышцы туловища позвоночных развиваются из метамерно расположенных миотомов. У примитивных форм, таких как ланцетник, мускулатура представлена двумя продольными мышцами, разделёнными горизонтальной соединительнотканной перегородкой на дорсальную (спинную) и вентральную (брюшную) части, что сохраняет чёткую сегментацию.

У рыб метамерия начинает нарушаться: миомеры сливаются, исчезают межмышечные перегородки, а мышечные пучки перестраиваются в поверхностные и глубокие слои. У наземных позвоночных (например, хвостатых амфибий) сохраняется деление на дорсальные и вентральные отделы, но у амниот горизонтальная перегородка редуцируется, стирая границы между ними.

С переходом к наземному образу жизни и развитием конечностей метамерия мышц туловища значительно ослабевает. Она сохраняется лишь в коротких мышцах между сегментами позвоночника. В грудной и брюшной стенках формируются широкие мышцы с разнонаправленными пучками (поверхностные, глубокие, промежуточные), а первичная сегментация остаётся только у межрёберных мышц.

Развитие рёбер как элементов дыхательного аппарата привело к разделению мускулатуры на инспираторы (вдыхатели) и экспираторы (выдыхатели), что стало ключевым в адаптации для наземного дыхания.

Таким образом, эволюция мышц туловища отражает переход от сегментированной структуры к сложной дифференциации, связанной с освоением новых сред и функций (локомоция, дыхание).

## Онтогенез мышц туловища

Мышцы туловища формируются из мезодермы, расположенной по бокам хорды и нервной трубки в виде сомитов. В процессе развития сомиты дифференцируются: склеротомы дают начало костным структурам, а миотомы преобразуются в мышечные сегменты. Клетки миотомов, вытягиваясь продольно, формируют поперечно-полосатые мышечные волокна. Каждый миотом разрастается вентрально и делится на дорсальную и вентральную части, из которых образуются мышцы позвоночного столба и боковых стенок туловища.

На ранних эмбриональных стадиях миотомы разделены соединительнотканными миосептами. По мере дифференцировки осевого скелета и развития конечностей мышцы претерпевают значительные изменения: поверхностные слои формируются путём слияния нескольких сегментов (например, широкие мышцы живота и спины). Некоторые мышцы смещаются с туловища на конечности или, наоборот, с конечностей на туловище.

Глубокие мышцы (например, короткие межпозвонковые) сохраняют исходную сегментарность и связь с костными структурами. О происхождении конкретных мышц свидетельствуют источники их иннервации: сегменты спинномозговых нервов соответствуют зонам закладки миотомов.

## Происхождение мышц головы

### 1. Группы мышц по происхождению:

- **I группа** (мышцы глазного яблока):
  - Развиваются из **предушных миотомов** (головных сомитов).
  - Включают 4 прямые, 2 косые мышцы и оттягиватель глаза.
  - Иннервация: **III (глазодвигательный), IV (блоковый), VI (отводящий)** черепные нервы.
- **II группа** (висцерального происхождения):
  - Формируются из мезодермы **висцеральных дуг**, соответствуют их метамерии.
  - **1-я висцеральная дуга:**
    - Жевательные мышцы → иннервация **тройничным нервом (V)**.
  - **2-я висцеральная дуга:**
    - Мимические мышцы, подкожная мышца шеи → иннервация **лицевым нервом (VII)**.
  - **3-я висцеральная дуга:**
    - Мышцы глотки, гортани → иннервация **языкоглоточным (IX) и блуждающим (X)** нервами.
  - **Последующие дуги:**
    - Редуцированные мышцы или смещённые на плечевой пояс (например, трапециевидная, грудиноключично-сосцевидная → иннервация **добавочным нервом (XI)**).
- **III группа** (подъязычные и смежные мышцы):

- Происходят из **заушных миотомов** и **передних миотомов туловища**.
- Включают:
- Мышцы подъязычного аппарата, языка, межчелюстного пространства → иннервация **подъязычным нервом (XII)**.
- Мышцы, соединяющие подъязычную кость/гортань с туловищем (грудиноподъязычная, плечеподъязычная) → иннервация **вентральными ветвями спинномозговых нервов**.

## 2. Значение:

- Источники происхождения и иннервации объясняют видовые различия в **топографии** и **функциях** мышц головы.
- Позволяет проследить эволюционные преобразования (например, редукцию одних мышц и миграцию других).

## Происхождение мышц конечностей

### 1. Дифференциация мышц конечностей:

- **Эволюционный переход:**
  - У **низших позвоночных** преобладают **односуставные мышцы**.
  - У **наземных позвоночных** (особенно млекопитающих) большинство мышц становятся **дву- и многосуставными** (адаптация к сложным движениям).
- **Специализация у млекопитающих:**
  - Усиление **статодинамических и статических свойств** (например, у копытных при переходе от стопо- к **пальце- и фалангохождению**).
  - Утрата **первичной мультифункциональности** конечностей (узкая специализация).
- **Изменения в мышечной системе:**
  - Усиление **экстензоров и флексоров**;
  - Редукция **супинаторов и пронаторов**;
  - Объединение мышц в **функциональные комплексы**, обеспечивающие взаимозависимость суставов.

### 2. Трансформация фасций конечностей:

- **Поверхностные фасции:**
  - Тесно срастаются с кожей;
  - Фиксируются к костям в отдельных участках (особенно на грудных и тазовых конечностях).
- **Глубокие фасции:**
  - Имеют **двулистковое строение**;
  - Окружают группы мышц-синергистов, формируя **фиброзные футляры**.
- **Межмышечные структуры:**
  - Межмышечные перегородки (от внутреннего листка глубокой фасции) образуют **собственные фасции мышц**;

### 3. **Функциональный итог:**

- Перестройка мышц и фасций повысила эффективность локомоции, особенно у специализированных форм (копытные).
- Создана система, сочетающая силу, стабильность и координацию движений.

## **Онтогенез мышц конечностей**

### 1. **Источники развития:**

- Мышцы конечностей формируются из **мезодермы сомитов** (миотомов) и **мезенхимы** (соединительнотканых структур).
- Клетки миотомов мигрируют в зачатки конечностей, дифференцируясь в **миобласты**, которые объединяются в мышечные пучки.

### 2. **Этапы дифференцировки:**

- **Ранние стадии:**
  - Закладка мышц происходит параллельно с формированием скелета конечностей.
  - Изначально мышцы представлены **односуставными зачатками**, связанными с отдельными сегментами костей.
- **Поздние стадии:**
  - По мере роста конечности и усложнения суставов развиваются **дву- и многосуставные мышцы** за счёт объединения и перераспределения мышечных волокон.
  - Происходит специализация мышц: усиление **экстензоров и флексоров**, редукция второстепенных групп (например, супинаторов).

### 3. **Формирование фасций:**

- **Поверхностные фасции:**
  - Развиваются из мезенхимы, окружающей мышечные зачатки;
  - Срастаются с кожей и фиксируются к костям в ключевых точках (например, в области суставов).