

## ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КОНСТИТУЦИИ МЫШЕЧНОЙ ОБОЛОЧКИ ПИЩЕВОДА ПТИЦ

**Д.В. БАЖЕНОВ, чл.-кор. РАН, доктор медицинских наук**  
**М.Б. ПЕТРОВА, доктор биологических наук**  
**ГБОУ ВПО Тверская государственная медицинская академия**

*Встановлено, що м'язова оболонка стравоходу птахів на всьому протязі утворена гладкою м'язовою тканиною, яка забезпечує повільне скорочення трубки та повільне переміщення кормової грудки. Ультроструктурно виявлено специфічний фенотип лейоміоцитів, що утворюють суцільний компактний шар із слабким розвитком міжклітинної речовини та численними міжклітинними інвагінаціями. Стравохід птахів, окрім моторної, має додатково резервуючу функцію, яка є адаптивною зміною, що пов'язана з польотом.*

**Птахи, стравохід, воло, м'язова оболонка стравоходу, гладка м'язова тканина, міоцити, мікрофіламенти, моторна функція стравоходу.**

Изучение особенностей морфологии мышечной оболочки пищевода позвоночных, в том числе птиц, является актуальным, так как эта структура реализует его главную функцию, обеспечивая физиологический пассаж пищи. Кроме того, начальный отдел пищевода вовлечен в процесс образования и перестройки передних отделов эмбриональной кишки наземных позвоночных в направлении разделения проведения воздуха и пищи. Однако известны лишь немногочисленные исследования, посвященные изучению отдельных компонентов органа: железистого аппарата, микроциркуляторного русла, нервных окончаний у человека и некоторых животных [3, 4, 5, 7, 8]. В филогенетическом аспекте изучена только эпителиальная выстилка пищевода у представителей классов позвоночных [1] с подробным анализом ее строения и преобразований в ходе эволюции, мышечная оболочка оказалась практически, вне научных интересов исследователей. Известны лишь изыскания Д.В.Баженова и Д.Б.Никитюка [2], посвященные изучению структуры мышечных тканей пищевода млекопитающих.

**Цель исследования** – изучение особенностей строения мышечной оболочки пищевода птиц на тканевом, клеточном и субклеточном уровнях организации и установление ее преобразований в зависимости от среды обитания и характера питания.

**Материал и методы исследования.** Материал для исследований получали от представителей класса с учетом различия экологических

ниш и особенностей питания. Количество животных в любой экологической группе составило репрезентативную выборку.

Для микроскопического исследования материал фиксировали в 12 %-м растворе нейтрального формалина. Участки стенки пищевода из верхнего, среднего и нижнего отделов проводились по спиртам восходящей концентрации, затем заливались в парафин. Продольные и поперечные срезы окрашивались гематоксилином-эозином и по Ван-Гизон. Для электронно-микроскопического исследования префиксацию тканей пищевода проводили 2,5 %-м раствором глутарового альдегида на 0,2 М фосфатном буфере с pH 7,2–7,4 в течение 3–5 мин как для холоднокровных, так и теплокровных животных [11]. Дальнейшая подготовка материала проводилась по стандартным прописям. Срезы изучались и фотографировались в электронном микроскопе Hitachi-HU-12A при ускоряющем напряжении 75 кV.

Для объективной оценки полученных данных использовалась морфометрия структур с помощью системы анализа изображений «Морфолог», разработанной ООО «Медбиоинформ». При анализе количественных данных для определения значимости различий средних величин использовали t-критерий Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** При гистологическом изучении нами установлено, что мышечная оболочка пищевода птиц различной пищевой специализации (хищных, зерноядных, насекомоядных), образована только гладкой мышечной тканью. Лейомиоциты в мышечной оболочке пищевода птиц расположены в виде отдельных пучков и образуют два слоя. Наружный циркулярный слой является сплошным и наиболее мощным, толщина продольного почти в два раза меньше. Нами отмечено, что толщина мышечной оболочки и ее слоев на границе с глоткой и желудком превышает аналогичный показатель в средней части пищевода (табл.). Причем, эта закономерность характеризует не только мышечную оболочку пищевода в целом, но и отдельные ее слои. Анализ толщины мышечной оболочки пищевода птиц позволяет констатировать явление наиболее мощного развития циркулярного слоя, обеспечивающего констрикцию пищевода и функцию активного пассажа пищи по органу. Обращает на себя внимание тот факт, что степень развития мышечной оболочки у хищных и зерноядных форм выше чем у насекомоядных.

**Толщина стенки и мышечной оболочки пищевода птиц, мкм, M±m**

Виды	Общая толщина стенки			Толщина мышечной оболочки		
	граница с глоткой	середина	граница с желудком	граница с глоткой	середина	граница с желудком
Чайка	1439,1±11,24	1512,8±7,43	1575,3±18,32	307,1±5,12	319,4±3,26*	346,6±9,64
Скворец	261,6±3,47	269,7±2,39	273,2±4,04	42,4±1,68	44,1±2,42	49,2±1,78
Голубь	481,3±5,73	507,6±10,26	521,8±7,34*	57,7±3,48	62,2±2,58	75,1±3,36*
Перепел	237,7±3,26	242,3±2,79	249,4±3,65	33,6±2,18	38,8±2,46	44,1±3,09
Курица	1142,8±4,37	1154,4±6,83	1209,7±12,92	262,4±4,12	278,3±9,63	302,2±10,83

\*  $p < 0,05$  (достоверность различий определялась по отношению к показателям в середине пищевода)

Ведущим фактором, обусловившим эволюционные преобразования мышечной оболочки пищевода птиц в отличие от их предков пресмыкающихся, является редукция зубов. Вследствие этого у птиц отсутствует предварительная механическая обработка пищи. Эта же причина обуславливает присутствие только гладкомышечной ткани в стенке пищевода птиц. У хищных, филогенетически более древних птиц, в связи с крупными размерами пищевого комка, проведение пищи по пищеводу должно быть медленным, поэтому мышечная оболочка органа у них образована только гладкой мышечной тканью. В пользу этого свидетельствует и особое строение трахеи птиц, которая образована окостеневшими кольцами [6, 12], что обеспечивает беспрепятственное движение воздуха даже при медленном пассаже пищи. Гладкая мускулатура стенки пищевода птиц обеспечивает помимо перемещения пищи и резервирующую функцию, которая особенно отчетливо выражена у зерноядных, и определяется наличием у них зоба.

Сравнительный анализ позволяет отметить, что доля мышечной оболочки пищевода в составе его стенки у птиц варьирует в очень узких пределах от 20 до 25 %. По нашим данным [10], у пресмыкающихся этот параметр имеет значения в интервале от 31,9 до 47,1 % (гадюка и кайман соответственно). Учитывая относительно большую протяженность пищевода у представителей класса птиц и тип мышечной ткани (гладкая), можно утверждать, что сочетание этих особенностей морфологии приводит к замедлению проведения пищевого комка из глотки в желудок.

Ультраструктурное исследование выявило особый фенотип лейомиоцитов мускулатуры пищевода птиц [9]. Их особенностью является формирование сплошного компактного слоя, в котором отдельные клетки разделены очень узкими прослойками межклеточного вещества. На продольных срезах лейомиоциты характеризуются удлиненной веретеновидной или, чаще, полигональной формой, на поперечных – отличаются полиморфизмом очертаний. Плазмолеммы контактирующих гладких миоцитов образуют многочисленные инвагинации в области пластинок, где осуществляется прикрепление микрофиламентов цитоплазмы к плазмолемме. Микрофиламенты, заполняющие почти весь объем клетки, часто ориентированы во взаимно перпендикулярных направлениях. Они образуют очень рыхлые пучки и фиксируются к плотным тельцам. В цитоплазме среди микрофиламентов видны митохондрии и рибосомы в виде розеток или цепочек. Митохондрии образуют скопления либо в околоядерной зоне, либо на периферии лейомиоцитов.

### **Выводы**

Мышечная оболочка стенки пищевода птиц образована только гладкой мышечной тканью. Их пищевод приобрел дополнительно

резервирующую функцию, которую можно трактовать как одно из адаптивных изменений, связанных с полетом. Кишечник птиц сильно укорочен, поэтому временное депонирование и предварительная обработка пищи у них начинается уже в пищеводе. Вероятно, этим можно объяснить своеобразную морфологию гладкой мышечной ткани, которую мы обнаружили при ультраструктурном анализе. Своеобразный фенотип лейомиоцитов и особенности их тканевой организации свидетельствуют о том, что мышечная оболочка пищевода птиц обеспечивает медленное сокращение трубки, плавное перемещение пищевого кома и дозированное поступление пищи в желудок. Новая, резервирующая, функция органа у представителей этого таксона особенно отчетливо проявляется у хищных и зерноядных птиц, пищевод которых образует специальное расширение – зоб.

### Список литературы

1. Бажанов А.Н. Эволюционные преобразования пищеводной выстилки позвоночных животных и человека в свете теории филэмбриогенеза / А.Н.Бажанов // Архив анатомии. – 1976. – Т.71. – Вып. 10. – С. 61–67.
2. Баженов Д.В., Никитюк Д.Б. Пищевод человека. Структура и функция / Д.В.Баженов, Д.Б.Никитюк. – Тверь, 1997. – 162 с.
3. Вдовцева В.А. Сравнительный анализ верхних и нижних кардиальных желез пищевода человека в постнатальном онтогенезе. В кн.: Сравнительные аспекты изучения регенерации и клеточной пролиферации / Вдовцева В.А. – М., 1985. – Ч. 1. – С. 33–35.
4. Колосов Н.Г. Нервная система пищеварительного тракта позвоночных и человека / Колосов Н.Г. – Л.: Наука, 1968. – 170 с.
5. Особенности эпителия пищевода позвоночных в филогенезе и пищевод Барретта / Г.М.Могильная, В.М.Дурлештер, В.Л.Могильная, Л.Г.Дряева // Морфология. – 2010. – № 3. – С.41–45.
6. Наумов Н.П., Карташев Н.Н. Зоология позвоночных / Н.П.Наумов, Н.Н.Карташев. – М.: Высш. шк., 1979. – 272 с.
7. Никитюк Д.Б. Собственные железы пищевода взрослого человека / Д.Б.Никитюк // Архив анатомии. – 1986. – Т. 93, № 9. – С. 74–77.
8. Паршин М.М. Микроциркуляторное русло эпителиального слоя пищевода человека в постнатальном онтогенезе / М.М.Паршин // Бюлл. эксперим. биологии и медицины. – 1990. – № 6. – С. 607–609.
9. Петрова М.Б. Эволюция структурной организации мышечной оболочки пищевода у позвоночных животных / М.Б.Петрова // Российские морфологические ведомости. – 2001. – №1–2. – С.64–67.
10. Петрова М.Б. Мышечная оболочка пищевода в филогенезе позвоночных: автореф. дисс. на соискание ученой степени д-ра биол. наук: спец. 03.00.25 / М.Б.Петрова. – М., 2002. – 39 с.
11. Уикли Б. Электронная микроскопия для начинающих / Уикли Б.. – М.: Мир, 1975. – 87 с.
12. Хадорн Э., Венер Р. Общая зоология / Э.Хадорн, Р.Венер. – М.: Мир, 1989. – 524 с.

*Установлено, что мышечная оболочка пищевода птиц на всем протяжении образована гладкой мышечной тканью, которая обеспечивает*

медленное сокращение трубки и плавное перемещение пищевого кома. Ультроструктурно выявлен особый фенотип лейомиоцитов, образующих сплошной компактный слой со слабым развитием межклеточного вещества и многочисленными межклеточными инвагинациями. Пищевод птиц, помимо моторной, может дополнительно выполнять резервирующую функцию, которая является адаптивным изменением, связанным с полетом.

**Птицы, пищевод, зоб, мышечная оболочка пищевода, гладкая мышечная ткань, миоциты, микрофиламенты, моторная функция пищевода.**

*Full length muscle tunic of birds' esophagus established to be formed with smooth muscle that provides the slow shortening of the tube and flowing shift of food ball. The specific phenotype of leiomyocytes forming the continuous compact layer with poor developed intercellular substance and numerous intercellular invaginations is observed with electronic microscope. The esophagus of birds can carry out both motor function and additional reserve function that is adaptation connecting with fly.*

**Birds, esophagus, crop, muscle tunic of esophagus, smooth muscle tissue, myocytes, microfilaments, motor function of esophagus.**