

УДК 619:611.132–018:636.5

ГИСТОАРХИТЕКТОНИКА АОРТЫ У КУРООБРАЗНЫХ И ГУСЕОБРАЗНЫХ ПТИЦ

Л. В. Фоменко, доктор ветеринарных наук, доцент
Г. А. Хонин, доктор ветеринарных наук, профессор
Омский государственный аграрный университет
им. П. А. Столыпина
E-mail: fom109@mail.ru

Ключевые слова: аорта, птицы, гистоархитектоника, пучки мышечных волокон

Реферат. *Изучены видовые особенности гистологического строения аорты у курообразных (курица, цесарка) и гусеобразных (гусь итальянский и утка пекинская). Стенка аорты у изученных птиц имеет хорошо развитые внутреннюю и среднюю оболочки, наружная – состоит из отдельных тонких волокон соединительной ткани. Архитектоника коллагеновых волокон и плотность их расположения в стенке аорты характеризуются тем, что в наружной эластической мембране плотно окрашенные тонкие коллагеновые волокна располагаются узкими, ячеистыми слоями. На участке, соответствующем внутренней эластической мембране, тонкие, плотные, с высокой степенью изогнутости волокна формируют ячеисто-слоистый рисунок. На участке между внутренней и наружной эластическими мембранами коллагеновые волокна наиболее толстые, располагаются в виде слоев, состоящих из длинных, прямых или слабо изогнутых волокон, а также более рыхлых слоев, состоящих из коллагеновых волокон различной плотности, тонких волнистых, зигзагообразных. Около трети объема медики составляют гладкие мышечные клетки в виде 14–15 тонких циркулярных слоев, когда гладкая мышечная ткань из одного слоя переходит в другой. У гуся и утки более контрастно выделяются плотно окрашенные длинные, зигзагообразно изогнутые эластические волокна. Волокна с более слабой окраской могут быть прямыми или изогнутыми незначительно. У гуся 16 слоев коллагеновых волокон чередуются с эластическими волокнами.*

Артериальная система, благодаря регулирующей и координирующей роли нервной системы, обеспечивает в сосудистом русле тонкую сбалансированную емкость, скорость кровотока и высокое кровяное давление, необходимое для обменных процессов, она участвует в обеспечении трофической, дыхательной и экскреторной функции [1]. В связи с нагрузкой на органы локомоторного аппарата птиц при его различных функциональных состояниях, обеспечивающих нормальное кровоснабжение в органах плечевого пояса, кровеносная система обладает большими потенциальными возможностями [2].

Изучение артериальной системы у птиц относится к одному из важнейших и наиболее трудных разделов морфологии, не только в отношении познания макро- и микроархитектоники артериального русла, но и для теоретических обобщений и практического обоснования. Выяснение видовых особенностей строения артериальной системы у птиц приобретает важное значение при установлении их видовой нормы, которая является гармоничной совокупностью структурно-функциональных данных организма птиц, адекватных окружающей среде и обеспечивающих организму опти-

мальную жизнедеятельность. Последнее должно способствовать не только установлению новых морфологических закономерностей, но и позволит глубже вникнуть в те потенциальные возможности, которыми располагает организм, а также более объективно судить о его реактивности и устойчивости к факторам внешней среды [3–9].

Целью данного исследования является изучение видовых особенностей гистологического строения аорты у курообразных (курица, цесарка) и гусеобразных (гусь итальянский и утка пекинская).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная часть работы выполнена на кафедре анатомии, гистологии, физиологии и патологической анатомии ИВМиБ ОмГАУ им. П. А. Столыпина.

Исследовали аорту птиц, относящихся к отрядам курообразных (курица, цесарка) и гусеобразных (гусь итальянский, утка пекинская) в возрасте 120 дней. Всего исследовано 20 тушек. Окраску гистологических препаратов производили гематоксилином и эозином, по Вейгерту, по

Маллори. Полученные морфометрические данные подвергнуты статистической обработке с использованием Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований гистологического строения аорты, плечеголового ствола у куро- и гусеобразных установлено, что изученные артерии имеют хорошо выраженные внутреннюю, среднюю и наружную оболочки.

Аорта курообразных эластического типа с толщиной стенки $684,3 \pm 1,0$ мкм у курицы и $773,4 \pm 0,4$ у цесарки. Стенка аорты у курицы и цесарки имеет хорошо развитые внутреннюю и среднюю оболочки, наружная – состоит из отдельных тонких волокон соединительной ткани.

На поверхности интимы имеются одиночные или близко расположенные углубления, отличающиеся от всей поверхности очень тонким эндотелием. На участках, где нет углублений, эндотелий имеет столбчатый вид, так как высота клеток, т.е. расстояние от апикальной поверхности до базальной мембраны, в 2 раза превышает ширину клеток. Ядра эндотелиоцитов имеют различную плотность окраски, форма их округлая или близкая к ней. Цитоплазма между ядром и базальной мембраной содержит тонкие базофильные волокна. В более глубоких слоях интимы имеются редко расположенные плотные, короткие эластические волокна, но ближе к медице их количество уменьшается.

Средняя оболочка от интимы ограничена четко, так как в ее основе лежит такая же ячеистая структура, сформированная волокнами различной толщины, параллельно которым располагаются ядра соединительнотканых клеток, но она отличается от интимы слабым базофильным фоном окраски волокон или отсутствием базофилии. На этом ячеистом фоне четко выделяются толстые, изогнутые эластические волокна. Около трети объема медице составляют гладкие мышечные клетки, локализующиеся в виде 14–15 тонких циркулярных слоев, когда гладкая мышечная ткань из одного слоя переходит в другой. Непосредственно возле интимы имеются тонкие, отдельные фрагменты гладкой мышечной ткани. У курицы 2–3 внутренних слоя гладкой мышечной ткани и 1 у цесарки – не сплошные. По мере удаления от интимы ближайšie к ней 2–3 слоя гладкой мышечной ткани становятся сплошными,

но тонкими. Направление пучков гладких миоцитов в стенке аорты цесарки косоциркулярное. В наружных слоях медице пучки гладких миоцитов имеют выраженное продольное направление относительно просвета сосуда.

Для медице характерна особенность в ориентировке ядер соединительнотканых клеток, а именно, чем ближе к интима, тем заметнее, что ядра фибробластов и фиброцитов ориентированы перпендикулярно относительно поверхности интимы.

Аорта курицы имеет 14–15 мышечных и 15–16 соединительнотканых слоев. Интимы более толстая, а все остальные характеристики аналогичны описанию для цесарки.

Аорта гуся эластического типа с толщиной стенки $1018,0 \pm 0,1$ мкм. В её интима коллагеновые волокна создают пористую структуру, окрашивающуюся менее интенсивно, чем в адвентиции, а создаваемые ими ячейки мелкие, круглой или овально-изогнутой формы. Граница между интимой и медицей резкая вследствие изменения рисунка, толщины и интенсивности окраски коллагеновых волокон. Между интимой и медицей, а также между слоями медице находятся нечеткие, тонкие, часто прерывающиеся слои волокон, построенных из коротких, четких пучков, окрашивающихся в цвет, характерный для мышечной ткани.

Коллагеновые волокна в средней оболочке локализируются циркулярно относительно просвета сосуда, формируют несколько слоев. На большей части соединительнотканых слоев разделяются тонкими прослойками гладких миоцитов, но есть участки, на которых между соседними слоями гладкие миоциты отсутствуют и имеются волокнистые прослойки, соединяющие соседние слои. У гуся 16 слоев коллагеновых волокон чередуются с эластическими волокнами, где отмечается 2–3 слоя гладких миоцитов. Ядра гладких миоцитов не круглые, а веретеновидной формы, расположенные циркулярно.

Плотность коллагеновых волокон в средней оболочке уменьшается в направлении к интима, поэтому под адвентицией коллагеновые волокна часто создают сплошной или извилисто-волокнистый рисунок.

Адвентиция по всему периметру тонкая, в ней имеется немного мелких кровеносных сосудов. Коллагеновые волокна в адвентиции крупноячеистые, окрашенные плотнее, чем на других участках, имеют вид четких штрихов различной длины, которые ориентированы циркулярно к просвету сосуда.

В архитектонике эластических волокон стенки аорты характерным является выраженность различий во внутренней и наружной эластических мембранах. Внутренняя эластическая мембрана составляет не менее трети толщины интимы, и в этом участке она выражена лучше, чем в других участках аорты. Она построена из тонких, плотно окрашенных, четких, продольно ориентированных эластических волокон. Наружная эластическая мембрана сформирована из 4–5 слоев тонких, густо расположенных, ориентированных циркулярно эластических волокон. Между такими плотными слоями локализуется соединительная ткань, содержащая более тонкие и слабее окрашенные эластические волокна, но четкие, различной длины и изогнутые зигзагообразно.

На участках, соответствующих слоям гладкой мышечной ткани, волокна формируют ячеистую структуру. Участок между внутренней и наружной эластическими мембранами отличается наличием эластических волокон, имеющих разные характеристики, но всегда локализующиеся более рыхло, чем в эластических мембранах. Контрастно выделяются плотно окрашенные длинные, зигзагообразно изогнутые эластические волокна. Волокна с более слабой окраской могут быть прямыми или изогнутыми незначительно. Встречаются также эластические волокна нечеткие, различной длины и толщины.

Внутренняя эластическая мембрана аорты у утки более тонкая по сравнению с гусем. Наружная эластическая мембрана формируется в средней трети, а у гуся в ее наружной трети. Ячеистые структуры состоят из коллагеновых и эластических волокон, формируются только в интиме или непосредственно возле нее. У гуся это формирование происходит не только в интиме, но и между слоями волокон, у утки – на наружном участке наружной эластической мембраны. На всех других участках коллагеновые и эластические волокна располагаются с различной плотностью, но ячеистых структур не формируют.

У утки пекинской в интиме четкие коллагеновые волокна отсутствуют, имеются только толстые фрагменты, из которых какой-либо сети не формируется.

Коллагеновые волокна в средней оболочке локализуются циркулярно относительно просвета сосуда, формируют несколько слоев. На большей части соединительнотканые слои разделяются тонкими прослойками гладких миоцитов, но есть участки, на которых между соседними слоями

гладкие миоциты отсутствуют и имеются волокнистые прослойки, соединяющие соседние слои. У гуся 16 слоев коллагеновых волокон чередуются с эластическими волокнами, где отмечается 2–3 слоя гладких миоцитов. Ядра гладких миоцитов не круглые, а веретеновидной формы, расположенные циркулярно. Плотность коллагеновых волокон в средней оболочке уменьшается в направлении к интиме, поэтому под адвентицией коллагеновые волокна часто создают сплошной или извилисто-волокнистый рисунок.

Адвентиция по всему периметру тонкая, в ней имеется немного мелких кровеносных сосудов. Коллагеновые волокна в адвентиции крупнее, имеют вид четких штрихов различной длины, ориентированных циркулярно к просвету сосуда.

Архитектоника коллагеновых волокон и плотность их расположения в стенке аорты характеризуются тем, что в наружной эластической мембране плотно окрашенные тонкие коллагеновые волокна располагаются узкими, ячеистыми слоями. На участке, соответствующем внутренней эластической мембране, тонкие, плотные с высокой степенью изогнутости волокна формируют ячеисто-слоистый рисунок. На участке между внутренней и наружной эластическими мембранами коллагеновые волокна наиболее толстые, располагаются в виде слоев, состоящих из длинных, прямых или слабо изогнутых волокон, а также более рыхлых слоев, состоящих из коллагеновых волокон различной плотности, тонких волнистых, зигзагообразных.

В архитектонике эластических волокон стенки аорты характерным является выраженность различий во внутренней и наружной эластических мембранах. Внутренняя эластическая мембрана составляет не менее трети толщины интимы, и в этом участке она выражена лучше, чем в других участках аорты. Она построена из тонких, плотно окрашенных, четких, продольно ориентированных эластических волокон. Наружная эластическая мембрана сформирована из 4–5 слоев тонких, густо расположенных, ориентированных циркулярно эластических волокон. Между такими плотными слоями локализуется соединительная ткань, содержащая эластические волокна более тонкие и слабее окрашенные, но четкие, различной длины и изогнуты зигзагообразно.

Внутренняя эластическая мембрана аорты у утки более тонкая по сравнению с гусем. Наружная эластическая мембрана формируется в средней трети, а у гуся в ее наружной трети.

Ячеистые структуры состоят из коллагеновых и эластических волокон, формируются только в интимае или непосредственно возле нее. У гуся это формирование происходит не только в интимае, но и между слоями волокон, у утки – на наружном участке наружной эластической мембраны. На всех других участках коллагеновые и эластические волокна располагаются с различной плотностью, но ячеистых структур не формируют.

У утки пекинской в интимае четкие коллагеновые волокна отсутствуют, имеются только толстые фрагменты, из которых какой-либо сети не формируется. Архитектоника коллагеновых волокон в стенке аорты утки всегда характеризуется тем, что более плотно окрашиваются волокна,

находящиеся под эндотелием и под мезотелием. Внутренняя эластическая мембрана однородная.

ВЫВОДЫ

1. Аорта у изученных птиц относится к сосудам эластического типа. Наибольшая толщина стенки отмечается у гуся, у утки и цесарки – средняя, а наименьшая – у курицы.
2. В стенке аорты у курообразных (курица, цесарка) насчитывается 14–15 мышечных и 15–16 соединительнотканых слоев. У гусеобразных (гусь итальянский и утка пекинская) 15–16 слоев эластических и коллагеновых волокон, между которыми проходят 2–3 слоя гладких миоцитов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кошелев А. И., Осинский Л. П. Структура основных артерий грудной конечности лебедя-шипунa и лебедя-кликунa // Экология и охрана лебедей в СССР: материалы 2-го Всесоюз. совещ. по лебедям СССР. – Мелитополь, 1990. – С. 134–136.
2. Куприянов В. В., Ананин В. Ф. Биомеханика спирального расположения мышечных элементов сосудов и механизм ее регуляции при гемодинамике // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – Л., 1988. – Т. ХСV, № 12. – С. 27–35.
3. Папченко И. В. Некоторые особенности гистологического строения артерий грудной конечности кур // Эколого-экспериментальные аспекты функциональной и возрастной морфологии домашних птиц. – Воронеж, 1988. – С. 24–27.
4. Adventitia contribution in vascular tone insights from adventitia-derived cell in a tissue-engineered human blood vessels / K. Laflamme [et. al.] // The Faber journal. – 2006. – N 20. – P. 1245–1247.
5. Voorhees A., Nackman G. B., Wei T. Experiments show importance of flow-induced pressure on endothelial cell shape and alignment // J. Vet. Med. – 2007. – Vol. 463, N 2082. – P. 1409–1419.
6. Wagenseil J. E., Mecham R. P. Vascular extracellular matrix and arterial mechanics // Physiol. Rev. – 2009. – Vol. 89. – P. 957–989.
7. Wallez Y., Huber P. Endothelial adherens and tight junctions in vascular homeostasis, in inflammation and angiogenesis // Biochim. biophysica Acta. – 2008. – Vol. 1778 (3). – P. 794–809.
8. Nomina Anatomica Avium / J. J. Baumel [et al.]. – London: Acad. Press. Ltd, 1979. – P. 69–92, 113–115, 198–201, 346–387.
9. Numerical computation of mechanical deformation of a modelled endothelial cell / P. Wache [et al.] // Completes Rendus De L. Academie Des Sciences. Serie I Fascicule B-Mecanique. – 2000. – Vol. 328. – P. 633–638.
1. Koshelev A. I., Osinskiy L. P. *Struktura osnovnykh arteriy grudnoy konechnosti lebedya-shipuna i lebedya-klikuna* [Ekologiya i okhrana lebedey v SSSR: materialy 2-go Vsesoyuz. soveshch. po lebedyam SSSR]. Melitopol', 1990. pp. 134–136.
2. Kupriyanov V. V., Ananin V. F. *Biomekhanika spiral'nogo raspolozheniya myshechnykh elementov sosudov i mekhanizm ee regulyatsii pri gemodinamike* [Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii]. L., T. ХСV, no. 12 (1988): 27–35.
3. Papchenko I. V. *Nekotorye osobennosti gistologicheskogo stroeniya arteriy grudnoy konechnosti kur* [Ekologo-eksperimental'nye aspekty funktsional'noy i vozrastnoy morfologii domashnikh ptits]. Voronezh, 1988. pp. 24–27.
4. Laflamme K. et. al. Adventitia contribution in vascular tone insights from adventitia-derived cell in a tissue-engineered human blood vessels. *The Faber journal*, no. 20 (2006): 1245–1247.

5. Voorhees A., Nackman G. B., Wei T. Experiments show importance of flow-induced pressure on endothelial cell shape and alignment. *J. Vet. Med.*, Vol. 463, no. 2082 (2007): 1409–1419.
6. Wagenseil J. E., Mecham R. P. Vascular extracellular matrix and arterial mechanics. *Physiol. Rev.*, Vol. 89 (2009): 957–989.
7. Wallez Y., Huber P. Endothelial adherens and tight junctions in vascular homeostasis, in inflammation and angiogenesis. *Biochim. biophysica Acta*, Vol. 1778 (3) (2008): 794–809.
8. Baumel J. J. et al. *Nomina Anatomica Avium*. London: Acad. Press. Ltd, 1979. pp. 69–92, 113–115, 198–201, 346–387.
9. Wache P. et al. Numerical computation of mechanical deformation of a modelled endothelial cell. *Comptes Rendus De L. Academie Des Sciences. Serie I Fascicule B-Mecanique*, Vol. 328 (2000): 633–638.

AORTA HISTOARCHITECTURE OF GALLIFORMES AND ANSERIFORMES

Fomenko L. V., Khonin G. A.

Key words: aorta, birds, histoarchitecture, tufts of muscular fibers

Abstract. The paper studies peculiarities of aorta histological structure of galliformes (hen and guinea fowl) and anseriformes (Italian goose and Pecking duck). The research shows aortic wall of the birds has developed tunica intima and tunica media; the outer coat consists of connective tissue fine fibers. Architecture of collagen fibers and their density in the aortic wall are characterized by the fact that fine collagen fibers coloured locate in narrow cellular layer in the external elastic membrane. The dense high-curved fibers shape cellular-layer view in internal elastic membrane. The space between internal elastic membrane and external elastic membrane is characterized by the thickest collagen fibers reviewed in layers which consist of long and straight or slightly-curved fibers and loose layers which consist of collagen fibers of different density, thin curve fibers and zigzag fibers. The smooth-muscle cells reviewed as 14–15 thin circular layers when smooth-muscle tissue moves from one layer to another make the third part of medial. The research shows dense coloured long fibers and zigzag elastic fibers are expressed in the goose and duck. The fibers slightly coloured can be straight or slightly curved. The paper reveals goose's 16 layers of collagen fibers are alternated by elastic fibers.