

УДК 591.414: 636.52

ИСТОЧНИКИ ВЕНОЗНОГО ОТТОКА ОТ СЕРДЦА УТКИ ПЕКИНСКОЙ

¹Цускман И. Г., кандидат ветеринарных наук

¹Степанова Л. В., кандидат ветеринарных наук

²Фоменко Л. В., доктор ветеринарных наук, профессор

¹Омский государственный медицинский университет,

Омск, Россия

²Институт ветеринарной медицины и биотехнологии Омского государственного аграрного университета им. П. А. Столыпина, Омск, Россия

E-mail: ira.tsuskman@mail.ru

Ключевые слова: птицы, утка пекинская, сердце, венозные сосуды, васкуляризация

Реферат. Изучены особенности венозной системы сердца утки пекинской. Целью исследования являлось изучение венозного оттока от сердца утки пекинской. Материалом для исследования послужили 10 самцов и 10 самок утки пекинской в 75-суточном возрасте. Объектами для изучения венозных сосудов сердца являлись коррозионные препараты сердца. Для выполнения намеченных научных задач был использован комплекс морфологических методов исследований: метод обычного и тонкого препарирования по В. П. Воробьеву (1925), наливка венозных сосудов синтетическим латексом марки СК-65 и изготовление коррозионных препаратов. Установлено, что вены сердца утки пекинской подразделяются на интрамиокардиальные и субэпикардиальные, формирующие хорошо развитый венозный бассейн. Интрамиокардиальные вены осуществляют интраорганный отток венозной крови от глубоких слоев миокарда и вливаются в субэпикардиальные (средняя, левая и правые сердечные) вены, которые проходят поверхностно под эпикардом. Интраорганный венозный русло сердца утки пекинской представлено многочисленными анастомозами, расположенными во всех слоях миокарда. В сердце утки пекинской отмечаются два пути венозного оттока. К первому относятся средняя, правая и левая окружные и левая сердечные вены, впадающие в левую краниальную полую вену, а ко второму – правые сердечные вены, открывающиеся в основание правого предсердия. Вены, впадающие в устье левой краниальной полую вены сердца, представляют собой наиболее многочисленную группу и являются основными путями оттока от сердца, а также способствуют более быстрому распределению крови в миокарде и его оттоку от сердца.

RESOURCES OF VENONS DRAINAGE OF HEART OF PEKING DUCKS

¹Tsuskman I.G., Candidate of Veterinary Medicine

¹Stepanova L.V., Candidate of Veterinary Medicine

²Fomenko L.V., Dr. of Veterinary Sc., Professor

¹Omsk State Medical University, Omsk, Russia

²Institute of Veterinary Medicine and Biotechnologies of Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

Key words: poultry, Pekins, heart, vessels, vascularization.

Abstract. The paper explores peculiarities of Pekins' heart vessels. The authors investigate Pekins' heart venous drainage and conduct their experiment on 10 Pekins' males and 10 females aged 75 days. The object of research was heart corrosion specimens. The authors used the complex of morphological research methods as Vorobiev's method of general and thin section, filling of vessels with synthetic SK-65 latex and corrosion specimens preparation. The authors found out that Pekins' heart vessels are divided into intramiocardial and subepicardial that form well-developed venous pool. Intramiocardial vessels provide intraorgan venous drainage from deep layers of miocardium and flow into subepicardial vessels (middle, left and right) that are under the epicardium. Intraorgan venous bed of Pekins has many anastomoses in all miocardium layers. The authors observed two ways of venous drainage in the Pekins heart. The first

way include middle, right and left circuit and left heart vessels that flow into left vena cava cranialis. The second way include right heart vessels that flow into the right atrium. The vessels that flow into the left vena cava cranialis are the main ways of drainage from heart and foster blood distribution in myocardium and its drainage from heart.

Промышленное птицеводство, как самая динамично развивающаяся отрасль отечественного агропромышленного комплекса, вносит весомый вклад в обеспечение населения России высококачественным диетическим мясом и яйцами, характеризующимися большим содержанием белка животного происхождения при низкой калорийности, а также ценным перопуховым сырьем [1, 2].

Птицы, отделившись в процессе эволюции от рептилиеобразных предков, приспособились к полету, в результате которого они приобрели не только своеобразный по строению дыхательный аппарат, большую подвижность, усиленный метаболизм, но и особое по строению сердце, имеющее значительные отличия от млекопитающих [3].

Обеспечение оттока венозной крови от стенки миокарда и динамическая сбалансированность венозных сосудов обеспечиваются эволюционно сложившимися между сосудами и мышцами координирующими отношениями, которые детерминированы прямыми и обратными связями, контролируемые нервной системой. Формирование венозных сосудов миокарда птиц служит наиболее показательным примером тех адаптивных приспособлений, которые происходят в сердце птиц в процессе исторического и индивидуального развития [4–7].

Большинство специальных исследований имеют фрагментарные сведения о строении сердца и источниках его артериальной васкуляризации [8, 9].

Несмотря на определенные успехи в морфологии, до сих пор остается ряд нерешенных вопросов о всестороннем и углубленном изучении интраорганного разветвления венозных сосудов в миокарде сердца [10, 11].

Изучение венозного русла сердца птиц представляет значительный теоретический и практический интерес для морфологов, так

как оно играет важную роль в осуществлении оттока крови от миокарда желудочков и предсердий.

Цель исследования – изучение венозного оттока от сердца утки пекинской.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами для проведения анатомического препарирования вен послужили 10 сердец утки пекинской в 75-суточном возрасте (5 самцов и 5 самок) и 10 сердец для изготовления коррозионных препаратов (также 5 самцов и 5 самок).

Для изучения сосудов сердца был использован метод обычного препарирования влажных препаратов, предварительно налитых латексом, окрашенным полиморфной тушью, который вводили через яремную вену в вены сердца с последующей фиксацией в 4%-м водном растворе формальдегида.

Для изготовления ангиостеотопических препаратов использовали самотвердеющую пластмассу «Редонт» с добавлением масляных красок для придания полимеру определенного цвета. После завершения процесса полимеризации препарат помещали в 15%-й раствор каустической соды, а через 3 суток промывали в теплой воде, полученные коррозионные препараты подсушивали, описывали, зарисовывали и фотографировали.

Цифровые данные исследований были подвергнуты статистической обработке с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

При нахождении статистических характеристик исследуемых показателей отмечали следующие величины: среднее арифметическое значение величины с его стандартной ошибкой ($M \pm \Delta m$), минимум (Lim Min), максимум (Lim Max) при заданном уровне надежности (95,0%) и размере выборки ($n=5$). Средние арифметические показания сравни-

вали с помощью критерия достоверности (Р) Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У утки пекинской венозная система сердца представлена интрамиокардиальными и субэпикардиальными венами. Интрамиокардиальные ветви собирают по притокам венозную кровь с внутренних слоев миокарда и впадают в поверхностную среднюю, левую и правую сердечные вены. Последние в субэпикардиальном слое образуют между собой многочисленные анастомозы.

Наиболее крупным венозным сосудом является средняя сердечная вена. Она начинается правой и левой верхушечными венами со стороны верхушки левого желудочка сердца, что подтверждается исследованиями К.И. Кульчицкого, О.Ю. Роменского [10], диаметром $2,53 \pm 0,04$ (самец) и $2,51 \pm 0,05$ мм (самка) ($P < 0,05$) и направляется вертикально вверх к основанию желудочков, принимая в себя правые и левые боковые притоки, собирающие кровь с дорсальных стенок обоих желудочков. В области основания желудочков средняя сердечная вена после пересечения венечной борозды открывается самостоятельным отверстием на каудодорсальной поверхности правого предсердия сердца в устье левой краниальной поллой вены, что согласуется с данными J. Kolda, V. Komarek [12].

Левая верхушечная вена является основным притоком средней сердечной вены, диаметром $1,47 \pm 0,04$ (самец) и $1,45 \pm 0,05$ мм (самка) начинается в области верхушки сердца с каудодорсальной поверхности правого желудочка на расстоянии $0,18-0,24$ мм от начала средней сердечной вены. В левую верхушечную впадают малые сердечные вены первого порядка, ветвятся по магистральному типу, проходят вдоль пучков мышечных волокон в количестве 9–10 ветвей и впадают с вентральной поверхности левой стороны верхушки желудочка под углом $30-45^\circ$.

С латеральной поверхности левого желудочка в среднюю сердечную вену впадает пра-

вая верхушечная вена под углом $47-52^\circ$, диаметром $1,32 \pm 0,04$ (самец) и $1,30 \pm 0,05$ мм (самка), берущая свое начало от нижней трети кранио-вентральной поверхности верхушки правого желудочка, в которую вливаются под прямым углом 8–12 коротких вен первого порядка.

Правая и левая верхушечные вены соединяются между собой под углом $55-75^\circ$, в 20% случаях их слияние происходит в верхней трети субсинусозной борозды, затем они вливаются в среднюю сердечную вену (рис. 1).

На основании морфометрического анализа мы отмечаем, что левая верхушечная вена преобладает по диаметру над правой в 1,1 раза, что связано с интенсивным венозным оттоком от миокарда левого желудочка и подтверждается исследованиями А.В. Молдованова [14].

Дополнительный венозный отток от каудодорсальной поверхности сердца осуществляется у утки за счет правой промежуточной вены, которая присутствовала в 31% случаев. Правая промежуточная вена располагается в нижней трети каудодорсальной поверхности правого желудочка между средней сердечной и правыми венами сердца. Она формируется малыми сердечными венами, собирающими кровь с правой и левой сторон левого желудочка, в количестве 4–5 ветвей, имеет диаметр $0,64 \pm 0,05$ (самец) и $0,61 \pm 0,03$ мм (самка) ($P < 0,05$) и впадает в основание правого предсердия.

Правая промежуточная вена образует анастомозы с ветвями правой верхушечной, средней сердечной и правыми венами сердца.

Правая окружная вена начинается на каудодорсальной поверхности правого желудочка. Правая окружная вена диаметром $0,99 \pm 0,04$ (самец) и $0,95 \pm 0,04$ мм (самка) имеет косопоперечное направление, в нее впадают 11 ветвей первого порядка, ветвящихся по магистральному типу. Правая окружная вена направляется краниально и вливается в основание устья левой краниальной поллой вены.

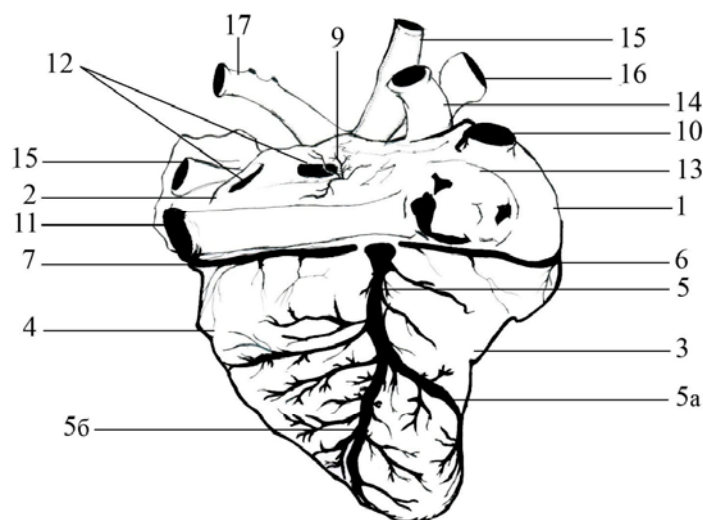


Рис. 1. Источники венозного оттока от каудодорсальной поверхности сердца утки пекинской (схематическое изображение): 1 – правое предсердие; 2 – левое предсердие; 3 – правый желудочек; 4 – левый желудочек; 5а – правая верхушечная вена; 5б – левая верхушечная вена; 5 – средняя сердечная вена; 6 – правая окружная вена; 7 – левая окружная вена; 8 – левая промежуточная вена; 9 – межпредсердная вена; 10 – правая краниальная полая вена; 11 – левая краниальная полая вена; 12 – легочные вены; 13 – каудальная полая вена; 14 – аорта; 15 – легочные артерии; 16 – правая плечеголовная артерия; 17 – левая плечеголовная артерия

Sources of venous drainage from caudodorsal surface of Pekins heart (sketch): 1 – right atrium; 2 – left atrium; 3 – right ventricle; 4 – left ventricle; 5a – right circumflex vein; 5b – left circumflex vein; 5 – middle heart vein; 6 – right circuit vessel; 7 – left circuit vessel; 8 – left median vein; 9 – interatrial vein; 10 – right vena cava cranialis; 11 – left vena cava cranialis; 12 – pulmonary vein; 13 – caudal vena cava; 14 – aorta; 15 – pulmonary artery; 16 – right brachiocephalic vein; 17 – left brachiocephalic vein

Левая окружная сердечная вена диаметром $1,20 \pm 0,05$ (самец) и $1,19 \pm 0,04$ мм (самка) располагается в венечной борозде сердца, начинаясь от середины основания левого желудочка, и собирает кровь по 9 вентральным притокам. В нее вступает дорсальная ветвь, которая проходит по дорсолатеральной поверхности рядом с окружной артерией. С дорсальной поверхности в нее входят 5–6 дорсальных ветвей, собирающих кровь с вентральной поверхности сердечного ушка, которые впадают в левую краниальную полую вену.

Отмечается преобладание диаметра левой окружной вены над правой в 1,2 раза (самец и самка). Возможно, что такая разница в диаметре связана преобладанием венозного оттока от более толстой стенки миокарда левого желудочка, который превосходит правый, откуда и осуществляется более интенсивный отток венозной крови.

Левая сердечная вена диаметром $2,40 \pm 0,06$ (самец) и $2,37 \pm 0,04$ мм (самка) ($P < 0,05$) располагается на латеральной поверхности левого

желудочка. С верхушки сердца в нее вливаются дорсальная диаметром $1,06 \pm 0,04$ (самец) и $1,04 \pm 0,05$ мм (самка) и вентральная $1,32 \pm 0,04$ (самец) и $1,30 \pm 0,05$ мм (самка) ветви, которые принимают 13–15 притоков малых сердечных вен первого порядка. С каудальной поверхности они входят под острым углом, а с краниальной направляются дорсовентрально между пучками мышечных волокон, затем делают резкий изгиб и входят под острым углом в левую сердечную вену. В среднюю треть левой сердечной вены на всем протяжении с правой и левой сторон левого желудочка сердца впадают малые сердечные вены в количестве 7–8 ветвей. Левая сердечная вена, изгибаясь петлеобразно, направляется в правую сторону, проходит между предсердиями, рядом с легочным стволом и каудальной поверхностью восходящей части аорты. В нее входят мелкие дорсальные и вентральные ветви от правого мышечного клапана. Левая сердечная вена вступает с медиальной поверхности правого ушка в области устья правой краниальной полой вены (рис. 2).

Межпредсердная вена диаметром $0,74 \pm 0,04$ (самец) и $0,65 \pm 0,07$ мм (самка) собирает кровь с предсердий по четырем ветвям по магистральному типу. Она, изгибаясь, веерообразно проходит вдоль гребешковых мышц левого сердечного ушка и открывается самостоятельным отверстием в правую краниальную полую вену.

Правая сердечная вена у утки пекинской имеет диаметр $1,09 \pm 0,04$ (самец) и $1,08 \pm 0,05$ мм (самка). В нее впадают четыре поверхностные субэпикардальные ветви, которые дренируют всю краниолатеральную поверхность правого желудочка.

В 70% случаев все эти ветви имеют одинаковую длину и диаметр и образуют равномерные притоки со всей краниолатеральной поверхности правого желудочка, проходят вдоль пучков мышечных волокон, ветвятся по магистральному типу, впадая в правую окружную вену. В 30% случаев при наличии четырех ветвей, вторая из которых является наиболее длинной, они собирают по рассыпному типу кровь с краниолатеральной поверхности передней трети правого желудочка

по восьми венозным притокам второго порядка. Четвертая ветвь отходит от медиальной поверхности правого сердечного ушка и, изгибаясь вентролатерально, также собирает от основания правого желудочка кровь по 6–8 притокам второго порядка и впадает в правую вену сердца (см. рис. 2).

Степень развития и зоны разветвления правых сердечных вен у утки связаны со значительной степенью выраженности левой сердечной вены. Так, при недостаточном развитии этой вены правые вены сердца более крупные и имеют множественные притоки. В том случае, когда левая сердечная вена хорошо развита, имеет множественные притоки и обширную зону дренирования, тогда правые вены сердца развиты слабее.

Глубокие интрамиокардиальные вены в количестве 4–5 ветвей собирают притоки с краниомедиальной поверхности верхней трети краниальной поверхности правого желудочка и впадают в правое предсердие под основанием соответствующего сердечного ушка.

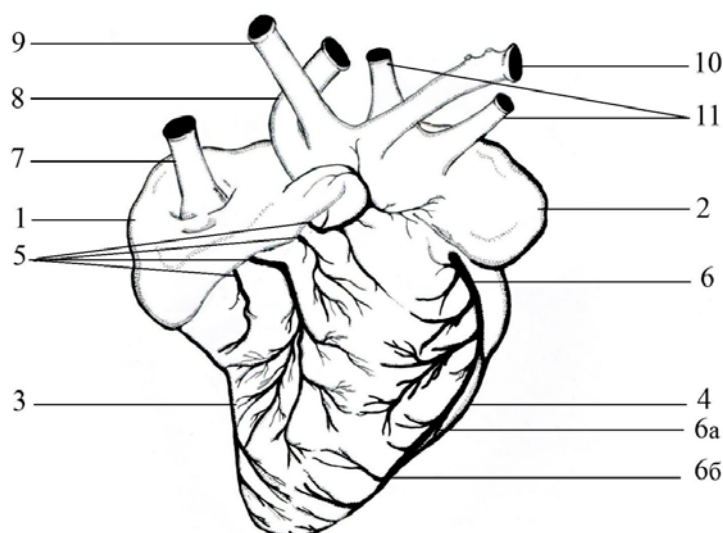


Рис. 2. Источники венозного оттока от краниовентральной поверхности сердца утки пекинской (схематическое изображение): 1 – правое предсердие; 2 – левое предсердие; 3 – правый желудочек; 4 – левый желудочек; 5 – правые сердечные вены; 6а – вентральная ветвь; 6б – дорсальная ветвь; 6 – левая сердечная вена; 7 – правая краниальная полая вена; 8 – аорта; 9 – правая плечеголовная артерия; 10 – левая плечеголовная артерия; 11 – легочная артерия

Sources of venous drainage from cranioventral surface of Pekins heart (sketch): 1 – right atrium; 2 – left atrium; 3 – right ventricle; 4 – left ventricle; 5 – right heart veins; 6a – ventral branch; 6b – dorsal branch; 6 – left heart vein; 7 – right vena cava cranialis; 8 – aorta; 9 – right brachiocephalic vein; 10 – left brachiocephalic vein; 11 – pulmonary artery

Мы считаем, что венозная система сердца характеризуется наличием многочисленных анастомозов на всех уровнях венозного русла, формируя общую дренажную систему, которая не только обеспечивает отток венозной крови от сердца, но и обладает большими компенсаторными возможностями с возможным развитием окольного кровообращения при закупорке одной из вен, что согласуется с данными А. J. Bezuidenhout [14].

Возможно, что наличие такого количества венозных анастомозов и строение венозной сети в сердце птиц имеет не только большое функциональное значение для быстрого оттока крови из сосудистой сети сердца в период его интенсивной нагрузки, но и является дополнительным венозным коллектором для ее равномерного перемещения.

ВЫВОДЫ

1. В сердце утки два пути венозного оттока. К первому относятся средняя, правая и ле-

вая окружные и левая сердечные вены, впадающие в левую краниальную полую вену, а ко второму – правые сердечные вены, открывающиеся в основание правого предсердия.

2. Вены, впадающие в устье левой краниальной полую вены сердца, представляют собой наиболее многочисленную группу и являются основными путями оттока от сердца.

3. Левая сердечная вена входит в основание правой краниальной полую вены, а правые сердечные вены открываются в основание правого сердечного ушка.

4. Дополнительный венозный отток от каудодорсальной поверхности сердца утки осуществляется за счет правой промежуточной вены.

5. Между средней, правой и левой венами сердца образуются наиболее многочисленные анастомозы не только в миокарде левого желудочка, но и в области верхушки сердца – между правой и левой верхушечными венами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фисинин В. И. Птицеводство в России и мире: состояние и вызовы будущего // Животноводство России. – 2013. – № 6. – С. 2–4.
2. Фаррахов А. Р., Гадиев Р. Р., Галина Ч. Р. Инновационные методы в гусеводстве // Птицеводство. – 2015. – № 2. – С. 14–19.
3. O'Connor P. M. Evolution of the archosaurian body plans: skeletal adaptations of an air-sac-based breathing apparatus in birds and other archosaurs // Journal of Experimental Zoology. – 2009. – Vol. 311. – P. 629–646.
4. Шульпин Л. М. Орнитология. Строение, жизнь и классификация птиц. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1940. – С. 107–114.
5. Handbook of Avian Anatomy / J. J. Baumel [et. al.] – Cambridge, Massachusetts: Published by the Club, 1993. – P. 407–475.
6. Nickel R., Schummer A., Seiferle E. Anatomy of the Domestic Bird / Translations by W. G. Siller, P. A. L. Wight. – Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg. 1997. – P. 288–296.
7. Salomon F. V. Lehrbuch der Geflügelanatomie. – Gustav Fischer, Verlag, Jena, Stuttgart, 1993. – P. 265–300.
8. Bartyzel B. J. The aortic valve and other heart structures of selected species of sea birds in a morphological and imaging scope // Electronic journal of polish agricultural universities. – 2009. – Vol. 12 (4). – P. 1–6.
9. Helmer P. J., Whiteside D. P. Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species. – Germany, 2005. – P. 113–118.
10. Кульчицкий К. И., Роменский О. Ю. Эволюция кровеносных сосудов стенки сердца. – К.: Здоров'я, 1985. – С. 164–174.
11. Yoldaş A., Özmen E., Aksoy G. The Anatomy of the Cardiac Veins in Storks (*Ciconia ciconia*) // Journal Home-Page. – 2013. – № 19 (4). – P. 687–692.
12. Kolda J., Komarek V. Anatomie Domacich Ptaku. – Praha, 1958. – P. 224–232.

13. Молдованов А. В. Морфология подэпикардальных вен сердца кур // Современные проблемы анатомии, гистологии и эмбриологии животных: IV Всерос. науч. интернет-конф. с междунар. участием (Казань, 23–24 апр. 2013 г). – Казань, 2013. – С. 101–103.
14. Bezuidenhout A.J. The coronary circulation of the heart of the ostrich (*Struthio camelus*) // *J. Anat.* – 1984. – № 138 (3). – P. 385–397.

REFERENCES

1. Fisinin V.I. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2013, No. 6, pp. 2–4. (In Russ.)
2. Farrahov A. R., Gadiev R. R., Galina Ch. R. *Pticevodstvo*, 2015, No. 2, pp. 14–19. (In Russ.)
3. O'Connor P.M. *Journal of Experemental Zoology*, 2009, No. 311, pp. 629–646.
4. Shul'pin L. M. *Ornitologija. Stroenie, zhizn» i klassifikacija ptic*, 1940, pp. 107–114. (In Russ.)
5. J.J. Baumel *Handbook of Avian Anatomy*, Cambridge, Massachusetts: Published by the Club, 1993, pp. 407–475.
6. Nickel R., Schummer A., Seiferle E. *Anatomy of the Domestic Bird*, Berlin-Hamburg, 1997, pp. 288–296.
7. Salomon F.V., Ficher G., *Lehrbuch der Geflugelenanatomie*, 1993, pp. 265–300.
8. Bartyzel B.J. *Electronic journal of polish agricultural universities*, 2009, No. 4 (12), pp. 1–6.
9. Helmer P.J. Whiteside D.P. *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species*, 2005, pp. 113–118.
10. Kul'chickij K.I., Romenskij O. Ju. *Jevoljucija krovenosnyh sosudov stenki serdca* (Evolution of the blood vessels of the heart wall), Kiev: *Zdorov'ja*, 1985, pp. 164–174.
11. Yoldaş A., Özmen E., Aksoy G. *Journal Home-Page*, 2013, No. 19 (4), pp. 687–692.
12. Kolda, J., Komarek V. *Anatomie Domacich Ptaku*, 1958, pp. 224–232.
13. Moldovanov A. V. *Sovremennye problemy anatomii, gistologii i jembriologii zhivotnyh* (Modern problems of anatomy, histology and embryology of animals): Proceeding of the 4rd International, April 23–24, 2013, Kazan», 2013, pp. 101–103. (In Russ.)
14. Bezuidenhout, A.J. *J. Anat.*, 1984, No. 138 (3), pp. 385–397.