

УДК 636.932.3:57.017.645::591.412

DOI:10.17238/issn2072-2419.2021.3.168

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЦА НУТРИЙ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Данников С.П.-к.биол.н., доц. каф. физиологии, хирургии и акушерства
Квочко А.Н.-проф., д.биол.н. зав. каф. физиологии, хирургии и акушерства
ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ»

Ключевые слова: нутрии, сердце, морфометрия, постнатальный онтогенез, кардиомиоциты, ядерно-цитоплазматическое отношение. **Key words:** nutria, heart, morphometry, postnatal ontogenesis, cardiomyocytes, nuclear-cytoplasmic ratio.



РЕФЕРАТ

Изучены макро- и микроморфометрические особенности сердца 50 клинически здоровых нутрий женского и мужского пола стандартного окраса клеточного содержания в возрасте 1 сутки, 2 месяца, 4,5 месяца, 7,5 месяцев и 1 год. Установлено, что размеры сердца с 1 дня и до годовалого возраста увеличивается, проявляя разную степень различий между исследуемыми возрастными группами. При этом длина сердца у нутрий женского и мужского пола увеличивается от $1,98 \pm 0,04$ до $4,04 \pm 0,12$ см. и $1,83 \pm 0,05$ до $4,60 \pm 0,18$ см., ширина – от $1,53 \pm 0,04$ до $3,34 \pm 0,14$ см. до $1,50 \pm 0,03$ до $3,49 \pm 0,13$ см. и толщина от $0,93 \pm 0,02$ до $2,11 \pm 0,06$ см. до $0,90 \pm 0,02$ до $2,22 \pm 0,05$ см. соответственно. У нутрий мужского пола с 4,5 месяцев до 1 года жизни длина сердца оказалась достоверно больше, чем у особей женского пола, при этом в значениях ширины и толщины сердца достоверных половых различий не выявлено. Индекса формы сердца у нутрий во всех возрастных группах не имеет достоверных половозрастных различий и находится в пределах от $76,07 \pm 2,62\%$ до $84,25 \pm 2,89\%$, что свидетельствует о его шаровидной форме. Ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦО) кардиомиоцитов у нутрий женского и мужского пола с 1 суток до 4,5 месяцев достоверно уменьшается, а в последующие возрастные периоды достоверно не изменяется. У нутрий женского пола ЯЦО кардиомиоцитов в постнатальном онтогенезе находится в пределах от $0,065 \pm 0,005$ до $0,019 \pm 0,002$ у.е., а у особей мужского пола – от $0,074 \pm 0,004$ до $0,019 \pm 0,002$ у.е. Половые различия ЯЦО кардиомиоцитов нутрий регистрируются только в возрасте 1 суток, при этом у особей женского пола этот показатель оказался меньше, чем у особей мужского пола.

ВВЕДЕНИЕ

Нутрии – это полуводные грызуны родом из Южной Америки, которые широко распространены по всему миру, являясь в одних регионах ценным объектом звероводческой отрасли животноводства [5, 11, 16], а в других – инвазивным интродуцентом, наносящим значительный ущерб прибрежным экосистемам [13, 15]. Это актуализирует необходимость направленного вмешательства в здоровье, продуктивность и вос-

производство этого вида животного. Сердце обеспечивает один из ключевых механизмов лежащего в основе жизнедеятельности любого позвоночного животного – обеспечение тока крови по сосудам, а его рост и развитие отражает характер адаптации и функциональных резервов организма на различных этапах индивидуального развития [9, 10].

Функция развивающегося сердца диктуется изменениями в его морфологии и наоборот, даже после септации во

внутриутробном и раннем постнатальном онтогенезе происходят значительные изменения морфофункциональных характеристик сердца [17]. Во время индивидуального развития организма кровообращение устанавливается, когда эмбрион начинает проявлять трехмерную организацию тканей и, соответственно, сердце является первым функционирующим органом в пренатальном периоде развития [12].

Изменения окружающей среды и эволюция в значительной мере изменяют структуры и функции сердечно-сосудистых систем позвоночных животных формируя широкий диапазон видовых различий, которые при изучении того или иного биологического вида требуют своих конкретизаций [14].

В связи с вышеизложенным и отсутствием исследований по вопросам постнатального морфогенеза сердца нутрий, цель настоящей работы – изучить макро- и микроморфологические особенности сердца самок и самцов нутрий в постнатальном онтогенезе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили 50 клинически здоровых самок и самцов нутрий стандартного окраса в возрасте 1 сутки, 2 месяца, 4,5 месяца, 7,5 месяцев и 1 год. Объем выборки в каждой возрастной группе составил 5 самок и 5 самцов.

У самок и самцов нутрий разных возрастных групп определяли массу тела путем взвешивания, значения которой в последующем использовали при расчете относительной массы сердца.

Для изучения морфометрических показателей сердца проводили эвтаназию нутрий в соответствии с Директивой 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях. У особей женского и мужского пола каждой возрастной группы извлекали сердце с дальнейшим измерением длины сердца, ширины и толщины, удалив освободив его предварительно от сосудов и перикарда. Индекс формы сердца, рассчитывали согласно рекомендациям И.И. Бабич (1988) [1] и апробированном у

различных млекопитающих в работах С.М. Завалеевой (1996) [4], Е.Н. Чирковой (2009) [8], В.В. Гриб с соавт. (2014) [2], Р.А. Жилина (2017) [3] и других ученых по формуле, где x – индекс формы сердца, b – ширина сердца, l – длина сердца. При индексе формы сердца до 65% форма сердца считалась конусовидной, до 75% – эллипсовидной, более 75% – шаровидной.

Для гистологических исследований кусочки миокарда с фиксировали в 10% водном растворе нейтрального формалина с последующим приготовлением гистологических препаратов и их окраской гематоксилином и эозином согласно рекомендациям В.В. Семченко с соавт. (2006) [7].

С каждого гистологического препарата при увеличении в 400 раз выполняли по 10 цифровых снимков случайно выбранных полей зрения и помощью 100 точечной стереометрической сетки Г.Г. Автандилова в каждом цифровом снимке проводили определение доли ядер и цитоплазмы кардиомиоцитов с последующим математическим расчетом ядерно-цитоплазматического отношения (ЯЦО).

Числовые данные обработаны с помощью однофакторного дисперсионного анализа и множественного сравнения Ньюмена – Кейлса в программе Primer of Biostatistics 4.03. Достоверными считали различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При морфометрическом анализе размеров сердца нутрий установлено (табл. 1), что длина сердца нутрий женского и мужского пола с 1-суточного до 2-х месячного возраста достоверно увеличивается на 24,75% и 28,96%. В возрастной период от 2-месячного до 4,5-месячного возраста этот показатель возрастает на 34,41% и 52,12%. С 4,5 до 7,5 месяцев жизни длина сердца нутрий увеличивается на 10,54% и 14,76%, а с 7,5-месячного до годовалого возраста на 10,08% и 11,65% соответственно.

Между нутрий одной возрастной группы с разной половой принадлежностью достоверные различия длины сердца выявлены только в 4,5, 7,5-мечячном и годовалом возрасте, при этом у особей

Таблица 1
Размеры сердца нутрий разных половозрастных групп

Пол	Возраст				
	1 сут. M±m	2 мес. M±m	4,5 мес. M±m	7,5 мес. M±m	1 год. M±m
Длина, см					
Ж (n=5)	1,98±0,04	2,47±0,07*	3,32±0,05* #	3,67±0,11*#	4,04±0,12*#
М (n=5)	1,83±0,05	2,36±0,02*	3,59±0,03*	4,12±0,06*	4,60±0,18*
Ширина, см					
Ж (n=5)	1,53±0,04	1,94±0,05*	2,70±0,07*	3,08±0,04*	3,34±0,14,
М (n=5)	1,50±0,03	1,90±0,06*	2,91±0,08*	3,14±0,09	3,49±0,13*
Толщина, см					
Ж (n=5)	0,93±0,02	1,26±0,03*	1,73±0,02*	1,84±0,05	2,11±0,06*
М (n=5)	0,90±0,02	1,24±0,03*	1,79±0,04*	1,94±0,07*	2,22±0,05*

*Примечание: Ж – особи женского пола; М – особи мужского пола.
Статистическая значимость (достоверность) различий при $p < 0,05$: с более ранним возрастом обозначена *; у особей женского пола по сравнению с мужским одного возраста - #.*



Рис.1. Репрезентативное сердце. Самка нутрии в возрасте 1 год.

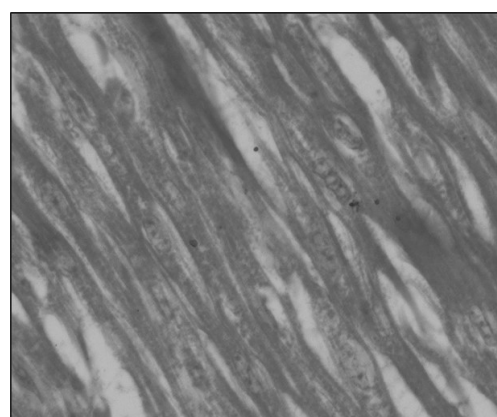


Рис. 2. Кардиомиоциты. Самец нутрии в возрасте 2 месяца. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. × 400.

мужского поладанный показатель оказался больше, чем у особей женского пола на 8,13%, 12,26% и 13,86% соответственно.

Ширина сердца нутрий с 1 дня и до 2 месяцев жизни достоверно увеличивается на у особей женского пола на 26,80%, а у особей мужского пола на 26,67%. В возрастной период от 2 до 4,5 месяцев данный показатель также достоверно возрастает у особей женского пола на 39,18%, а у осо-

бей мужского пола на 53,16%. Достигая 7,5-месячного возраста ширина сердца достоверно увеличивается только у нутрий женского пола на 14,07%, а достигая возраста 1 год, наоборот, - только у нутрий мужского пола на 11,15%, в сравнении с предыдущим возрастом.

Между самками и самцами нутрий одной возрастной группы ширина сердца достоверно не изменяется.

Таблица 2

Ядерно-цитоплазматическое отношение кардиомиоцитов нутрий разных половозрастных групп, у.е.

Пол	Возраст				
	1 сут. M±m	2 мес. M±m	4,5 мес. M±m	7,5 мес. M±m	1 год. M±m
Ж (n=30)	0,065±0,005#	0,045±0,005*	0,029±0,002*	0,022±0,002	0,019±0,002
М (n=30)	0,074±0,004	0,048±0,005*	0,025±0,002*	0,026±0,002	0,019±0,002

Примечание: Ж – особи женского пола; М – особи мужского пола.

*Статистическая значимость (достоверность) различий при $p < 0,05$: с более ранним возрастом обозначена *; у особей женского пола по сравнению с мужским одного возраста - #.*

Толщина сердца нутрий с 1 суток до 2 месяцев жизни достоверно увеличивается у особей женского и мужского пола на 35,48% и на 37,78% соответственно. В возрастной период от 2 до 4, 5 месяцев данный показатель продолжает достоверно возрастать у особей женского пола на 37,30%, а у особей мужского пола на 44,36%. При достижении 7,5-месячного возраста толщина сердца нутрий достоверно увеличивается лишь у особей мужского пола на 8,38%, в сравнении с предыдущим возрастом. К 1-летнему возрасту данный показатель возрастает уже как у особей женского, так и у особей мужского пола на 14,67% и 14,43% соответственно, в сравнении с предыдущим возрастом.

При помощи методики визеографического определения индекса формы сердца, его средние значения у нутрий всех возрастных групп находятся в пределах от 76,07±2,62% до 84,25±2,89% и не имеет достоверных половозрастных различий. Это свидетельствует о том, что форма сердца нутрий (рис. 1.) относится к шаровидной, что согласуется с данными Д. И. Назарова с соавт. (2014) [6].

При расчете ЯЦО кардиомиоцитов нутрий (рис. 2) установлено (табл. 2), что этот показатель с 1 дня до 2 месяцев жизни достоверно уменьшается у особей женского пола на 44,44%, а у особей мужского пола на 54,17%. В возрастной период от 2 до 4,5 месяцев жизни ЯЦО кардио-

миоцитов у нутрий женского и мужского пола вновь достоверно снижается на 55,17% и 92,00% соответственно, при этом между последующими периодами постнатального развития достоверных различий по данному показателю не выявлено.

При сравнении ЯЦО кардиомиоцитов между нутриями одной возрастной группы с разной половой принадлежностью достоверные различия выявлены только в 1-суточном возрасте, при этом данный показатель у особей женского пола оказался меньше, чем у особей мужского пола на 13,85%.

ВЫВОДЫ

Размеры сердца (длина, ширина и толщина) с 1 дня и до годовалого возраста увеличивается, проявляя разную степень различий между исследуемыми возрастными группами. У нутрий мужского пола с 5,5 до 1 года жизни длина сердца оказалась достоверно больше, чем у особей женского пола, при этом в значениях ширины и толщины сердца достоверных половых различий не выявлено.

Индекса формы сердца у нутрий во всех возрастных группах не имеет достоверных половозрастных различий и находится в пределах от 76,07±2,62% до 84,25±2,89%, что свидетельствует о его шаровидной форме.

ЯЦО кардиомиоцитов у нутрий женского и мужского пола с 1 суток до 4,5

месяцев жизни достоверно уменьшается, а в последующие возрастные периоды достоверно не изменяется. Половые различия ЯЦО кардиомиоцитов внутри регистрируются только в возрасте 1 суток, при этом у особей женского пола этот показатель оказался меньше, чем у особей мужского пола.

Morphometric parameters of the heart of the nutria in postnatal ontogenesis. Dan-nikov S. P.-PhD of Biological Sciences, Kvochko A. N.- Doctor of Biological Sciences, department chair of Physiology, Surgery and Obstetrics. FGBOU VO "Stavropol State Agrarian University
ABSTRACT

The macro- and micromorphometric features of the heart of 50 clinically healthy female and male nutria of standard cell color at the age of 1 day, 2 months, 4,5 months, 7,5 months and 1 year were studied. It was found that the size of the heart increases from 1 day to one year of age, showing different degrees of differences between the studied age groups. The length of the heart in female and male nutria increases from $1,98 \pm 0,04$ to $4,04 \pm 0,12$ cm. and $1,83 \pm 0,05$ to $4,60 \pm 0,18$ cm., width - from $1,53 \pm 0,04$ to $3,34 \pm 0,14$ cm. to $1,50 \pm 0,03$ to $3,49 \pm 0,13$ cm. and a thickness of $0,93 \pm 0,02$ to $2,11 \pm 0,06$ cm. to $0,90 \pm 0,02$ to $2,22 \pm 0,05$ cm., respectively. In male nutria from 4,5 months to 1 year of age, the length of the heart was significantly greater than in females, with no significant gender differences in the values of width and thickness of the heart. The heart shape index in nutria in all age groups has no significant sex-age differences and is in the range from $76,07 \pm 2,62\%$ to $84,25 \pm 2,89\%$, which indicates its spherical shape. The Nuclear-cytoplasmic relationship (NCR) of cardiomyocytes in female and male nutria decreases significantly from 1 day to 4,5 months, and does not change significantly in subsequent age periods. In female nutria, the NCR of cardiomyocytes in postnatal ontogenesis is in the range from $0,065 \pm 0,005$ to $0,019 \pm 0,002$ c.u., and in males - from $0,074 \pm 0,004$ to $0,019 \pm 0,002$ c.u. Sexual differences of NCR of nutria

cardiomyocytes are registered only at the age of 1 day, at the same time at females this indicator appeared less, than at males.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабич, И.И. Оперативные доступы при аутоотрансплантации селезеночной ткани у детей / И.И. Бабич – Текст: непосредственный // Сб. науч. трудов. Функциональная морфология сердечно-сосудистой системы. – Ростов-на-Дону: Ростовск. Орден дружбы народов мед. инст. – 1988. – С. 18-19.
2. Гриб, В.В. Морфологические особенности сердца и легких нетопыря малого (*Pipistrellus pygmaeus*) / В.В. Гриб, Е.Н. Зайцева, Е.В. Зайцева, И.Л. Прокофьев – Текст: непосредственный // Вестник Брянского государственного университета. – 2014. – № 4. – С. 76-79.
3. Жилин, Р.А. Морфологические параметры сердца диких кошачьих Приморского края: дис. ... канд. вет. наук / Р.А. Жилин – Текст: непосредственный – Улан-Удэ. – 2017. – 147 с.
4. Завалеева, С.М. Сравнительная морфология миокарда позвоночных: автореф. дис. ... д-ра. биол. наук / С.М. Завалеева – Текст: непосредственный – Москва, 1996. – 35 с.
5. Калюжная, Т.В. К вопросу о пищевой ценности мяса нутрии / Т.В. Калюжная – Текст: непосредственный // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 3. – С. 197-199.
6. Назарова, Д.І. Морфологічна характеристика серця нутрії / Д.І. Назарова, С.Б. Крамар, М.Ю. Жаріковс співавт. – Текст: непосредственный // Морфологія. – 2014. – Т. 8, № 1. – С. 65-68.
7. Семченко, В.В. Гистологическая техника: учебное пособие / В.В. Семченко, С.А. Барашкова, В.Н. Ноздрин, В.Н. Артемьев. – 3-е изд. доп. и перераб. – Омск-Орел: Омская областная типография, 2006. – 290 с.
8. Чиркова, Е.Н. Морфология сердца и его внутренних структур млекопитающих разных экологических групп: дис. ... канд. биол. наук / Е.Н. Чиркова – Текст: непосредственный – Оренбург, 2009. – 165 с.
9. Andrés-Delgado, L. Interplay between cardiac function and heart development / L. Andrés-Delgado, N. Mercader – Текст: непосредственный // Biochimica et biophysica acta. – 2016. – Vol. 1863, № 7 Pt B. – P. 1707-1716.

10. Battista, N.A. Fluid dynamics in heart development: effects of hematocrit and trabeculation/ N.A. Battista, A.N. Lane, J. Liu, L.A. Miller – Текст: непосредственный// Mathematical medicine and biology: a journal of the IMA. -2018. – Vol. 35, №4. – P. 493-516.
11. Beutling, D. The breeding of nutria in Poland: Production of nutria fur and meat - Status and prospects / D. Beutling, R. Cholewa – Текст: непосредственный // Fleischwirtschaft – Frankfurt. – 2010. – Vol. 90, №11. – P. 75-78.
12. Eisenberg, L.M. Cellular recruitment and the development of the myocardium / L.M. Eisenberg, R.R. Markwald – Текст: непосредственный// Developmental biology. – 2004. – Vol. 274, №2. – P. 225-232.
13. Hilts, D.J. Climate change and nutria range expansion in the Eastern United States / D.J. Hilts, M.W. Belitz, T.M. Gehring [et al.] – Текст: непосредственный // Journal of Wildlife Management. – 2019. – Vol. 83, №3. – P. 591-598.
14. Katano, W. Cardiac septation in heart development and evolution / W. Katano, Y. Moriyama, J.K. Takeuchi, K. Koshiba-Takeuchi – Текст: непосредственный// Development, growth and differentiation. – 2019. – Vol. 61, №1. – P. 114-123.
15. Kim, Y.C. Distribution and management of nutria (*Myocastor coypus*) populations in South Korea / Y.C. Kim, A. Kim, J. Lim [et al.] – Текст: непосредственный// Sustainability. – 2019. – Vol. 11, №15. – P. 4169.
16. Nemeček, T. Effect of sex on growth, biochemical and haematological parameters of blood, carcass value and meat quality in nutrias (*Myocastor coypus*) / T. Nemeček, E. Tumová, D. Chodová – Текст: непосредственный // Czech Journal of Animal Science. – 2019. – Vol. 64, №4. – P. 166-173.
17. Sedmera, D. Function and form in the developing cardiovascular system/ D. Sedmera – Текст: непосредственный // Cardiovascular research. – 2011. – Vol. 91, №2. – P. 252-259.