

Научная статья

УДК 636.93:611.71

doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-207-212

## Микроморфометрические показатели бедренной кости американской норки в оценке структурных преобразований скелета при клеточном режиме содержания

Эльмира Кадычулаевна Гасангусейнова<sup>1</sup>, Татьяна Юрьевна Паршина<sup>2</sup>,  
Мария Евгеньевна Обухова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина

<sup>2</sup> Оренбургский государственный педагогический университет

<sup>3</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация.** Технология выращивания норки в условиях клеточного разведения имеет более чем столетнюю историю. Однако условия клеточного содержания животных радикально отличаются от их естественных условий обитания, что напрямую оказывает влияние на морфофункциональный статус периферического скелета. В связи с этим возникает необходимость всестороннего изучения структурно-функциональных особенностей скелета данной группы животных. Значительный интерес приобретают исследования процессов роста и развития норок как в целом, так и отдельных систем организма. Исходя из этого в статье представлены результаты анализа основных микроморфометрических показателей бедренной кости пушных зверей семейства *Mustelidae* (норка), отличающихся условиями обитания. Объектом для исследования послужили 86 норок: из них 26 особей – из природных биоценозов и 60 – клеточного содержания в возрасте от 7 месяцев до 3 лет. Для выявления закономерностей адаптивных перестроек изучаемых костей использован комплексный методический подход, включающий анатомическое препарирование, световую микроскопию гистологических срезов, микроскопическую морфометрию. Установлено, что у амфибиота норки в возрасте от 7 месяцев до 1 года при клеточном режиме содержания прослеживается тенденция к увеличению поперечных размеров диафиза бедренной кости, утолщению её и потере признаков грацильности. При сравнительном анализе структурной организации компакты выявлено утолщение компактной костной субстанции по периметру диафизарной трубки, сопровождающееся увеличением внутреннего диаметра кости и уменьшением в связи с этим показателей абсолютной суммарной толщины её компактного слоя.

**Ключевые слова:** скелет, бедренная кость, норка, коэффициент вариации.

**Для цитирования:** Гасангусейнова Э.К., Паршина Т.Ю., Обухова М.Е. Микроморфометрические показатели бедренной кости американской норки в оценке структурных преобразований скелета при клеточном режиме содержания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 207–212. doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-207-212.

Original article

## Micromorphometric parameters of the American mink femur in the assessment of structural transformations of the skeleton in a cell-keeping regime

Elmira K. Gasanguseinova<sup>1</sup>, Tatyana Yu. Parshina<sup>2</sup>, Mariya E. Obukhova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K.I. Skryabin

<sup>2</sup> Orenburg State Pedagogical University

<sup>3</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

**Abstract.** The technology of growing mink in conditions of cell breeding has more than a century of history. However, the conditions for the cage keeping of animals are radically different from their natural habitats, which directly affect the morphological and functional status of the peripheral skeleton. In this regard, there is a need for a comprehensive study of the structural and functional features of the skeleton of this group of animals. Studies of the growth and development processes of minks, both in general and in individual body systems, are of considerable interest. Proceeding from this, the present report provides an analysis of the main micromorphometric parameters of the femur of fur-bearing animals of the *Mustelidae* family (mink), which differ in habitat conditions. The object for the study was 86 minks: of which 26 individuals were from natural biocenoses and 60 were caged at the age from 7 months to 3 years. To identify the patterns of adaptive rearrangements of the studied bones, a complex methodological approach was used, including anatomical preparation, light microscopy of histological sections, and microscopic morphometry. It was found that in the mink amphibiotic, aged from 7 months to 1 year, with the cage mode of maintenance, there is a tendency to an increase in the transverse dimensions of the femur diaphysis, its thickening and loss of signs of gracility. A comparative analysis of the structural organization of the compact revealed a thickening of the compact bone substance along the perimeter of the diaphyseal tube, accompanied by an increase in the inner diameter of the bone and a decrease in this regard in the absolute total thickness of its compact layer.

**Keywords:** skeleton, femur, mink, coefficient of variation.

**For citation:** Gasanguseinova E.K., Parshina T.Yu., Obukhova M.E. Micromorphometric parameters of the American mink femur in the assessment of structural transformations of the skeleton in a cell-keeping regime. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 88(2): 207–212. (In Russ.). doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-207-212.

По мнению И.М. Ревякина и др. (2010), норковое производство в современной России лидирует в промышленном звероводстве, занимая свыше 80 % в структуре производств. «Технология выращивания норки в условиях клеточного разведения имеет более чем столетнюю историю. Однако условия клеточного содержания животных радикально отличаются от их естественных условий обитания, что напрямую оказывает влияние на морфофункциональный статус периферического скелета» [1].

В связи с этим О.И. Федорова (2007, 2009) считает, что существует необходимость всестороннего изучения структурно-функциональных особенностей скелета норок, «процессов роста и развития норок как в целом, так и отдельных систем организма» [2, 3].

Скелет, являясь лабильной биологической системой, может служить индикатором, позволяющим оценить уровень адаптированности организма и проследить возрастные изменения животных, и, как следствие, даст возможность получать более крупных зверей с большей площадью шкуркой [4, 5].

Исходя из этого, целью исследования стал анализ основных микроморфометрических показателей бедренной кости пушных зверей семейства *Mustelidae* (норка), отличающихся условиями обитания.

**Материал и методы.** Объектом для исследования послужили 86 норок в возрасте от 7 месяцев до 3 лет. 26 особей развивались в условиях природных биоценозов, 60 гол. находились на клеточном содержании. Клеточных зверей получали в период планового хозяйственного убоя в племенном зверосовхозе «Салтыковский» Московской области, диких животных – из охотхозяйств Московской и Тверской областей.

Для выявления закономерностей адаптивных перестроек изучаемых костей использовали комплексный методический подход, включающий анатомическое препарирование, световую микроскопию гистологических срезов, микроскопическую морфометрию. Полученные экспериментальные данные были подвергнуты общестатистической обработке методами вариационной статистики [6, 7] при помощи стандартных программ «Statistica», «Statgraft» «StatSoft», версия 6,0, с определением коэффициента вариации, позволяющего оценить степень пластичности конкретных показателей организма при изменении условий существования.

**Результаты исследования.** Сравнительный анализ основных микроморфометрических показателей бедренной кости животных, отличаю-

щихся условиями обитания, позволил оценить структурную организацию и адаптационные возможности животных в возрастном аспекте.

В ходе исследования были выявлены различия таких показателей, как внутренний и наружный диаметр диафиза бедренной кости у взрослых животных, отличающихся условиями обитания (табл. 1).

У животных клеточного режима содержания кости более массивны в диафизе, при этом наружный диаметр кости увеличивается незначительно (на 6,0 %,  $t_d = 1,6$ ) по сравнению с внутренним диаметром (на 23,5 %,  $t_d = 4,5$ ) [8, 9].

Установлено также, что утолщение компактной костной субстанции сопровождается снижением количества остеонных систем в каждом из рассматриваемых секторов: в краниальном секторе – в 1,2 раза (на 15,6 %), в каудальном – в 1,25 раза (на 11,6 %,  $t_d = 2,9$ ), в латеральном – в 1,17 раза (на 17,2 %), в медиальном – в 1,22 раза (на 22,1 %).

С учётом полученных микроморфометрических показателей был проведён дополнительный анализ по оценке структурных перестроек бедренной кости изучаемых животных. По данным значений коэффициента вариации ( $Cv\%$ ), были выявлены показатели, определяющие структурную стабильность компактного костного вещества бедренной кости, а также её адаптационные возможности при изменении условий обитания.

У молодых норок (возраст – до одного года) из естественных популяций кость сохраняет структурную стабильность по следующим показателям в каждом из рассматриваемых секторов: общая толщина и остеонная зона медиального сектора ( $Cv\% = 4,97$  и  $0,04$ ), общая толщина и остеонная зона краниального сектора ( $Cv\% = 1,34$  и  $4,38$ ), общая толщина и остеонная зона латерального сектора ( $Cv\% = 3,1$  и  $3,29$ ), общая толщина и остеонная зона каудального сектора ( $Cv\% = 5,21$  и  $5,74$ ) (табл. 2, рис. 1).

Адаптационную пластичность кости и, как следствие, возможные функциональные перестройки обеспечивают такие показатели, как зона эндостальных костных пластин латерального ( $Cv\% = 43,3$ ), каудального ( $Cv\% = 21,45$ ), медиального ( $Cv\% = 20,8$ ) и краниального ( $Cv\% = 14,42$ ) секторов, а также зона периостальных костных пластин каудального и медиального секторов ( $Cv\% = 27,66$ ;  $Cv\% = 20,8$  соответственно).

У молодой норки клеточного содержания структурная стабильность компакты поддерживается остеонной зоной краниального и медиального секторов ( $Cv\% = 7,23$  и  $Cv\% = 15,0$  соответственно) и общей толщиной кости

1. Морфометрические показатели длинных трубчатых костей взрослой норки  
клеточного содержания и из естественных биоценозов

Норка взрослая						
Показатель		клеточное содержание		естественный биоценоз		$t_d$
		$X \pm Sx$	$Cv\%$	$X \pm Sx$	$Cv\%$	
Краниальный сектор	ОТ	656,8 ± 11,98	5,16	771,7 ± 43,05	12,47	2,6*
	ЗПКП	35,89 ± 4,28	33,69	53,2 ± 15,78	66,3	1,1
	ОЗ	555,8 ± 14,49	7,37	658,3 ± 31,3	10,6	2,9*
	ЗЭКП	61,52 ± 5,74	26,4	63,06 ± 5,6	20,0	0,2
Каудальный сектор	ОТ	609,9 ± 24,18	11,21	639,3 ± 10,2	3,56	1,2
	ЗПКП	49,19 ± 2,87	16,51	59,4 ± 6,37	23,97	1,4
	ОЗ	462,6 ± 19,05	11,6	523,4 ± 8,77	3,75	2,9*
	ЗЭКП	99,87 ± 11,56	32,74	51,84 ± 2,8	11,98	-4,0*
Латеральный сектор	ОТ	671,75 ± 19,52	8,22	792,9 ± 32,08	9,04	-17,7*
	ЗПКП	40,21 ± 6,95	48,9	60,66 ± 1,8	6,68	2,9*
	ОЗ	548,9 ± 17,01	8,47	663 ± 25,59	8,6	3,7*
	ЗЭКП	74,83 ± 14,06	53,14	60,5 ± 1,7	6,4	-1,0*
Медиальный сектор	ОТ	699,43 ± 37,40	15,12	825,3 ± 62,9	17,04	1,7
	ЗПКП	54,76 ± 4,9	25,37	45,1 ± 4,7	23,5	-0,9
	ЗПКП	545,81 ± 32,6	16,89	700,9 ± 62,84	96,2	2,2*
	ЗЭКП	104,01 ± 13,86	37,70	79,2 ± 6,17	17,42	-0,4
Диаметр	ВН	1502,75 ± 57,3	10,79	1217,0 ± 25,9	4,75	-4,5*
	НАР	3079,4 ± 86,02	7,90	2903,8 ± 228,28	17,57	-1,6
Количество остеон	КР	8,62 ± 0,92	30,31	9,6 ± 0,4	9,27	0,9
	КАУД	6,75 ± 0,77	32,44	9,0 ± 0,94	23,6	1,9
	ЛАТЕР	8,38 ± 0,8	27,0	8,6 ± 0,68	17,62	0,2
	МЕД	9,12 ± 1,12	34,83	7,2 ± 0,49	15,2	-1,5

**Примечание** (здесь и далее): ОТ – общая толщина; ЗПКП – зона периостальных костных пластин; ОЗ – остеонная зона; ЗЭКП – зона эндостальных костных пластин; КР – краниальный сектор; КАУД – каудальный сектор; ЛАТЕР – латеральный сектор; МЕД – медиальный сектор.

2. Морфометрические показатели длинных трубчатых костей молодой норки  
клеточного содержания и из естественных биоценозов

Норка молодая						
Показатель		клеточное содержание		естественный биоценоз		$t_d$
		$X \pm Sx$	$Cv\%$	$X \pm Sx$	$Cv\%$	
Краниальный сектор	ОТ	684,1 ± 34,7	15,22	577,12 ± 3,5	1,34	-2,3*
	ЗПКП	75,48 ± 6,9	27,53	38,82 ± 1,9	10,94	-5,1*
	ОЗ	517,6 ± 12,5	7,23	474,24 ± 9,29	4,38	-2,8*
	ЗЭКП	99 ± 18,47	55,97	31,14 ± 2	14,42	-3,7*
Каудальный сектор	ОТ	801,23 ± 45,47	17,02	600,6 ± 14	5,21	-4,2*
	ЗПКП	63,11 ± 5,66	26,89	42,58 ± 5,26	27,66	-2,7*
	ОЗ	623,17 ± 38,02	18,30	474,2 ± 12,18	5,74	-3,7*
	ЗЭКП	95,89 ± 15,06	47,13	63,82 ± 6,12	21,45	-1,1
Латеральный сектор	ОТ	829,78 ± 56,07	20,27	593,12 ± 8,11	3,1	-4,2*
	ЗПКП	75,61 ± 9,52	37,79	34,68 ± 0,91	5,88	-4,3*
	ОЗ	660,94 ± 44,15	20,03	479,88 ± 7,08	3,29	-4,0*
	ЗЭКП	110,46 ± 28,17	76,51	32,64 ± 6,32	43,3	-2,7*
Медиальный сектор	ОТ	753,44 ± 40,38	16,08	561,9 ± 12,48	4,97	-4,5*
	ЗПКП	77,66 ± 11,71	45,25	52,7 ± 8,8	37,25	-1,7
	ОЗ	577,11 ± 28,86	15,0	467,12 ± 0,10	0,04	-2,7*
	ЗЭКП	98,83 ± 17,73	56,70	41 ± 3,8	20,08	-2,9*
Диаметр	ВН	1818,3 ± 128,4	21,19	1588,6 ± 25,32	3,56	-0,1
	НАР	3285,7 ± 16,08	14,61	2525,2 ± 50,7	4,44	-5,5*
Количество остеонных систем	КР	7,44 ± 1,01	40,09	8,2 ± 0,73	20,0	0,6
	КАУД	6,78 ± 0,57	25,41	8,5 ± 0,22	5,88	2,9*
	ЛАТЕР	7,67 ± 0,6	23,52	9,0 ± 0,5	13,5	1,7
	МЕД	5,56 ± 0,24	13,08	6,76 ± 0,66	21,7	1,7

краниального сектора ( $Cv\% = 15,22$ ). Высокий уровень адаптации к клеточному режиму содержания могут обеспечивать: зона эндостальных костных пластин латерального, медиального ( $Cv\% = 56,7$ ), краниального ( $Cv\% = 55,97$ ) и каудального ( $Cv\% = 47,13$ ) секторов и зона периостальных костных пластин медиального ( $Cv\% = 45,25$ ), латерального ( $Cv\% = 37,79$ ) секторов (рис. 2).

При анализе аналогичных микроморфометрических показателей у взрослых диких особей нами выявлена структурная стабильность для: общей толщины ( $Cv\% = 3,56$ ) и остеонной зоны каудального сектора ( $Cv\% = 3,75$ ), зоны периостальных костных пластин, зоны эндостальных костных пластин и количества остеонов латеральной зоны диафиза бедренной кости ( $Cv\% = 6,68$ ,  $Cv\% = 6,4$ ,  $Cv\% = 8,6$ ) (рис. 3).

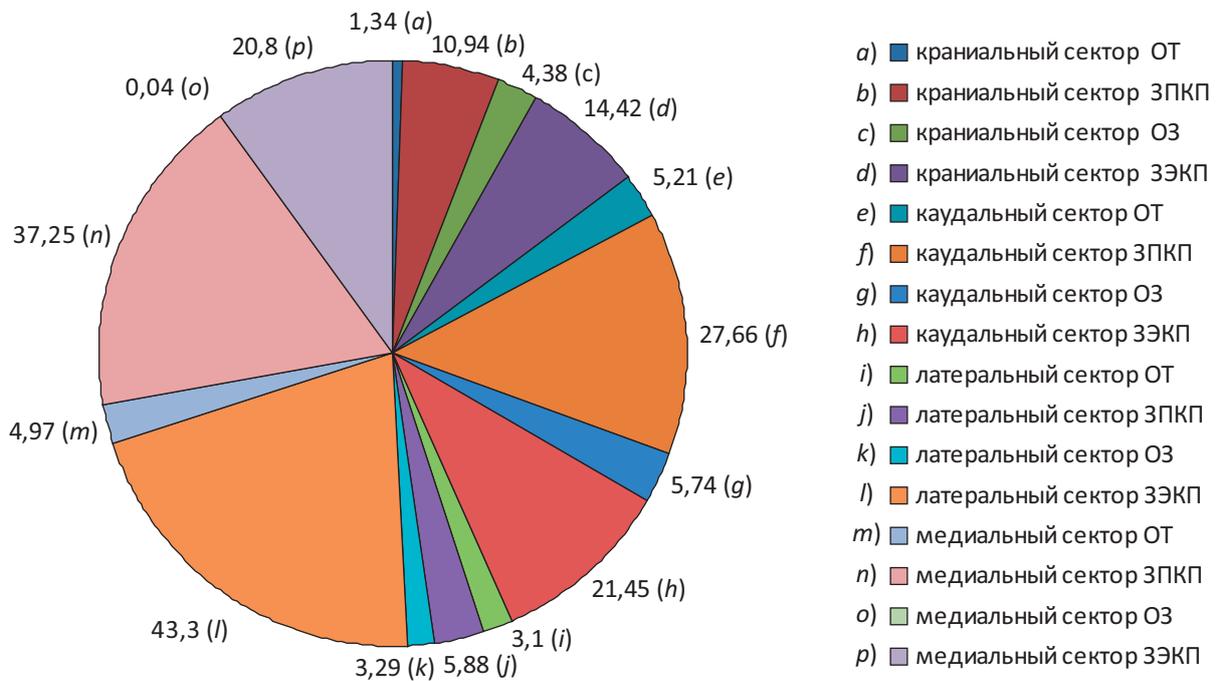


Рис. 1 – Коэффициент вариации микроморфометрических показателей компакты бедренной кости у норки (до года) из естественного биоценоза

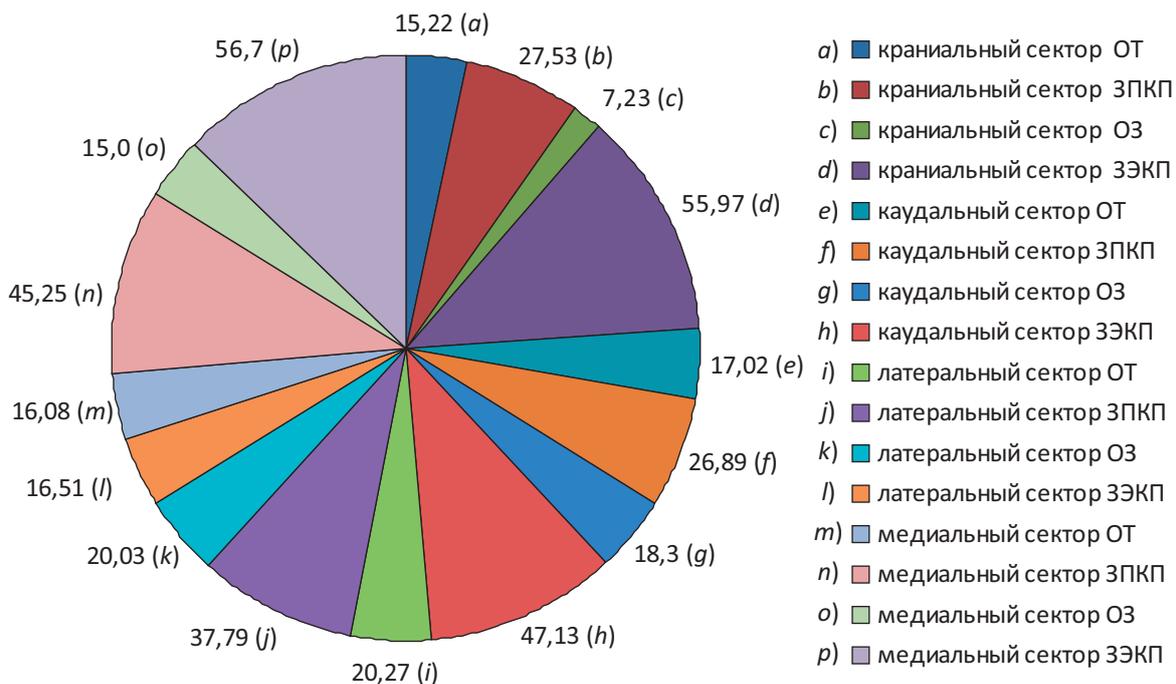


Рис. 2 – Коэффициент вариации микроморфометрических показателей компакты бедренной кости у норки (до года) клеточного содержания

У животных аналогичного возраста клеточного режима содержания кость становится структурно стабильнее в сравнении с молодыми особями и животными из естественных биоценозов [10]. Так, сохраняется структурная стабильность компактного костного вещества, которая обеспечивается за счёт показателей общей толщины и остеонной зоны краниального сектора

( $Cv\% = 5,16$  и  $Cv\% = 7,37$  соответственно), структурную стабильность приобретают аналогичные показатели латерального сектора ( $Cv\% = 8,22$  и  $Cv\% = 8,47$  соответственно) (рис. 4).

На основании проведённого анализа выявлено, что адаптационные перестройки компактного костного вещества у данной группы животных в основном затрагивают зону периостальных кост-

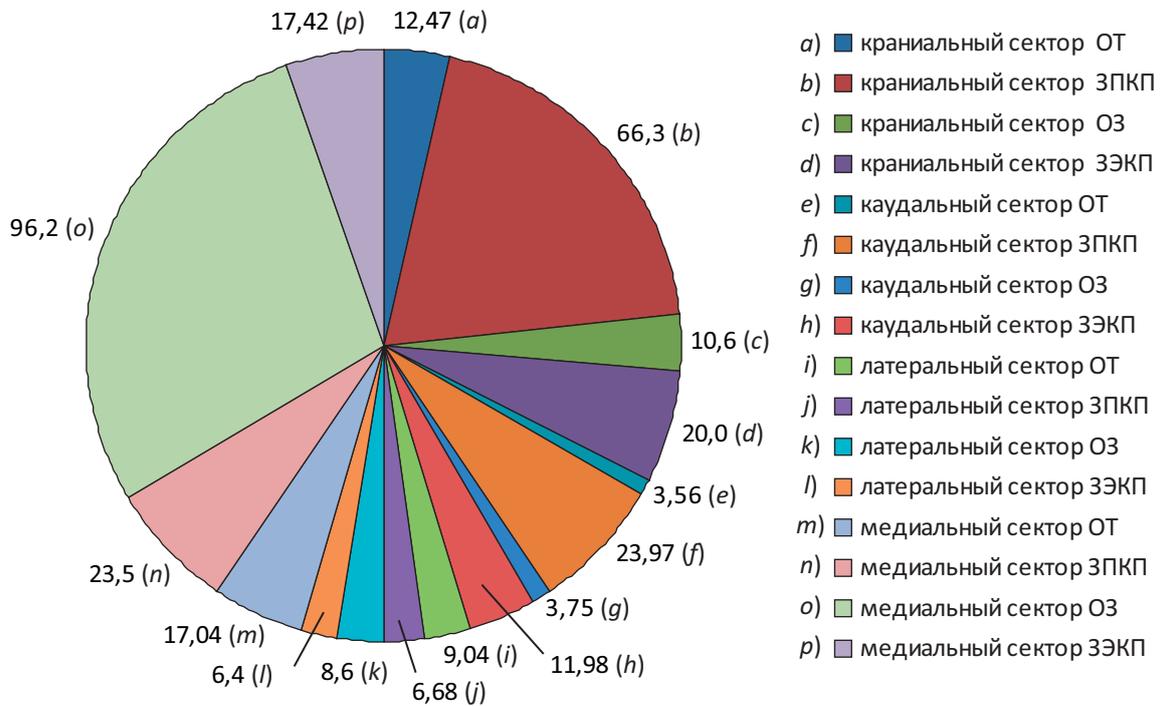


Рис. 3 – Коэффициент вариации микроморфометрических показателей компакты бедренной кости у взрослой норки из естественного биоценоза

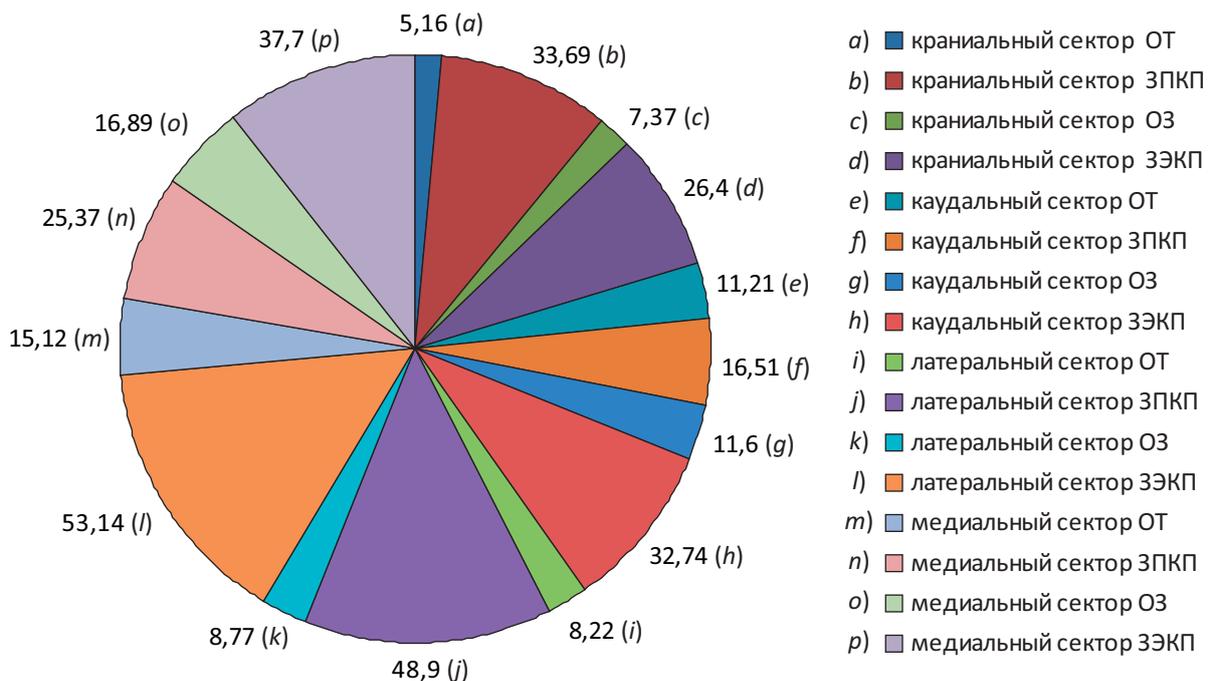


Рис. 4 – Коэффициент вариации микроморфометрических показателей компакты бедренной кости у взрослой норки клеточного содержания

ных пластин ( $Cv\% = 48,9$ ) и зону эндостальных костных пластин ( $Cv\% = C_v\% = 53,13$ ) латерального сектора диафизарной трубки.

#### Выводы

1. Установлено, что у амфибиота норки в возрасте от 7 мес. до 1 года при клеточном режиме содержания прослеживается тенденция к увеличению поперечных размеров диафиза бедренной кости, утолщению её и потере признаков грацильности.

2. При сравнительном анализе структурной организации компакты у норки выявлено утолщение компактной костной субстанции по периметру диафизарной трубки, сопровождающееся увеличением внутреннего диаметра кости и уменьшением показателей абсолютной суммарной толщины её компактного слоя.

3. Адаптация кости к клеточному режиму содержания у взрослой норки обеспечивается такими показателями, как общая толщина компакты диафиза и остеонная зона её краниального сектора ( $Cv\% = 5,16$  и  $7,37$ ).

#### Литература

1. Ревякин И.М., Хаткевич М.А. Сравнительные морфофункциональные особенности плечевой кости и костей предплечья домашней кошки и американской норки в связи с видовыми адаптационными свойствами // Учёные записки учреждения образования Витебская ордена «Знака Почета» государственная академия ветеринарной медицины. 2010. Т. 46. Вып. 1. Ч. 1. С. 46–50.

2. Федорова О.И. Доместикационные преобразования в ходе промышленного разведения американской норки (MUSTELA VISON 43 SCHREBER, 1777) // Информационный вестник ВОГиС. 2007. Т. 11. С. 91–98.

3. Федорова О.И. Преобразование и изменчивость экстерьерных и интерьерных признаков у американских норок (MUSTELA VISON SCHREBER, 1777) в процессе их промышленной доместикиции // Информационный вестник ВОГиС. 2009. Т. 13. № 3. С. 578–587.

4. Александров В.А. Рост и развитие скелета и мускулатуры норок в постэмбриональный период: автореф. дис... канд. биол. наук. М.: Московская ордена Ленина сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, 1965. 18 с.

5. Морфометрические параметры осевого скелета у норок хедлунд, пастель и сканблек / А.А. Ходусов, М.Е. Пономарева, В.В. Михайленко [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 2 (34). С. 26–33.

6. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

7. Самотаев А.А., Фенченко Н.Г., Сиразетдинов Ф.Х. Алгоритм анализа большой системы показателей биологических объектов. Уфа: Диалог, 2009. 160 с.

8. Слесаренко Н.А. Структурные изменения бедренной кости пушных зверей в условиях гиподинамии // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1986. № 5. С. 80–86.

9. Слесаренко Н.А. Структурные адаптации скелета конечностей норки в условиях промышленного звероводства // Экологические аспекты функциональной морфологии в животноводстве: науч. тр. Московского общества испытателей природы, 1986. С. 75–77.

10. Гасангусейнова Э.К. Адаптационно-компенсаторные перестройки скелета у пушных зверей в условиях гипокинезии // Морфология. 2010. Т. 137. № 4. С. 54–55.

**Эльмира Кадычулаевна Гасангусейнова**, кандидат биологических наук, доцент. ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина». Россия, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, 23, elmira\_gk@mail.ru;

**Татьяна Юрьевна Паршина**, доктор биологических наук, профессор. ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет». Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Советская, 19, tat2690@yandex.ru

**Мария Евгеньевна Обухова**, кандидат биологических наук, доцент. ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева». Россия, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, m.obukhova@rgau-msha.ru

**Elmira K. Gasanguseinova**, Candidate of Biology, Associate Professor. Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K.I. Skryabin. 23, Academician Skryabin St., Moscow, 109472, Russia, elmira\_gk@mail.ru

**Tatyana Yu. Parshina**, Doctor of Biology, Professor. Orenburg State Pedagogical University. 19, Soviet St., Orenburg, 460014, Russia, tat2690@yandex.ru

**Mariya E. Obukhova**, Candidate of Biology, Associate Professor. Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. 49, Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russia, m.obukhova@rgau-msha.ru