

УДК 591.4(470.56)

Т. Ю. Паршина
Г. А. Пожидаева
В. В. Попова

Морфофункциональные адаптации наземных беличьих к роющему образу жизни в условиях Южного Приуралья

В статье представлены результаты исследования особенностей структурно-функционального состояния организма большого суслика как фонового вида степных экосистем на основе оценки морфометрических показателей скелета животных.

Ключевые слова: приспособление (адаптация), биологическая система, скелет, кость, функция, структура, изменчивость.

Актуальность проблемы. Одним из главных вопросов биологии является вопрос взаимоотношений организма с внешней средой. Проблема адаптации имеет давнюю историю, к ней неоднократно обращались исследователи, пытаясь вскрыть различные стороны этого биологического феномена.

Вопросами о пределах индивидуальной резистентности и пластичности организма занимались такие учёные, как Г. Е. Батрак [3], Р. М. Баевский [2], В. Н. Большаков [4] и другие. Однако до настоящего времени многие аспекты этой фундаментальной проблемы не утратили своей актуальности, представляют определённый интерес и требуют дальнейшего изучения применительно к жизнедеятельности различных систем организма человека и животных.

Скелет как опорная система организма достаточно исследован в анатомии, гистологии и биомеханике. Но в большинстве случаев он рассматривается как некая типовая «норма», отражающая наиболее часто встречающиеся варианты строения тела [1].

В то же время кость, как живая ткань, не может быть неизменной в отношении своего строения и химического состояния. Костная ткань является депо минеральных веществ [9].

Кости содержат костный мозг. Процессы, происходящие в костной ткани, тесно связаны с кроветворением. Следовательно, костная ткань выполняет много функций, влияющих и на её структуру [19].

Современная анатомия рассматривает жизнедеятельность кости как непрерывающийся обмен веществ с другими тканями организма, как диалектическое единство и борьбу двух противоположных процессов — костеобразовательного и костеразрушительного. Таким образом, кость не является застывшей моделью, не меняющейся после своего формирования, и подчиняется ряду биологических законов: приспособление (адаптация) к новым жизненным условиям, единство организма и среды, единство формы и функции и пр. [8, 16].

Морфологическим выражением этих законов применительно к скелету является перестройка структуры костей соответственно меняющимся функциональным потребностям [15, 18].

При достаточном числе соответствующих морфометрических показателей можно получить комплексную характеристику адаптогенеза и очертить пределы изменчивости как у животных одного вида, так и у близкородственных форм. Однако чем крупнее представители видов, тем медленнее у них возникают структурные изменения в организме под влиянием водного обмена, нейрогуморальных воздействий, условий питания и из-

© Паршина Т. Ю., Пожидаева Г. А., Попова В. В., 2013

менений экологических условий. И чем меньше животное, тем быстрее оно реагирует на изменения внешних факторов. Поэтому анализ адаптационных процессов на примере мелких млекопитающих имеет большое теоретическое и практическое значение.

Наземные беличьи, являясь фоновыми видами степных экосистем, могут служить объектом биологических исследований для выявления структурно-функционального становления систем основных параметров организма путём сравнительного анализа как экологически связанных сообществ, так и обитающих в условиях среды, отличающихся экологическими характеристиками [14, 17].

Для характеристики адаптационных процессов целесообразно использовать остеометрические признаки, поскольку их динамика наиболее полно отражает особенности роста млекопитающих и их реакции на колебания факторов среды, а их структурно-функциональные изменения могут служить показателем адаптационных возможностей организма [10].

Анализ остеометрических показателей и выявление общих закономерностей их структурно-функциональных преобразований на выделенных фоновых моделях животных крупных экосистем показывает влияние экологических, биологических и патогенных факторов на развитие и рост животных, что может послужить концептуальной основой мониторинговой оценки адаптационных изменений организма.

Нами проведено исследование с целью установить остеометрические особенности большого суслика как фонового вида млекопитающих степных экосистем. Для реализации поставленной цели потребовалось представить морфометрическую характеристику отдельных типов костей большого суслика разных экогеографических зон Южного Приуралья, определить структурно-функциональные особенности основных остеометрических показателей и их корреляционную зависимость.

Материал и методика исследований. Работа выполнена в 2010—2013 гг. на базе кафедры зоологии, экологии и анатомии ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный педагогический университет».

Объектом исследования были избраны взрослые особи большого суслика, отловленные в восточных (Зауральский степной округ) и западных (Предуральский сыртовый лесостепной и южный степной округ) районах Оренбургской области, различающихся экогеографическими условиями, в течение 2010—2012 гг. Исследования проводили на стационарных площадках в активный период жизни грызунов (май — июнь). Для отлова применяли капканно-площадный и выливной методы.

Материалом для исследований служили кости различных типов (череп, лопатки и плечо) большого суслика обоих полов. При определении возраста учитывали степень сращения швов, развития гребней на черепных костях, а также состояние зубочелюстного аппарата [10].

Анатомическое препарирование с последующим описанием и функциональным анализом изучаемых структур выполняли в соответствии с рекомендациями [7].

При макроскопической морфометрии использовали линейные костные ориентиры, являющиеся базовыми для проведения остеометрии [5, 6, 13].

Морфометрию осуществляли с точностью до 0,01 см по общепринятой методике, предложенной для бобров С. Н. Огневым [13], с добавлением в этот перечень наиболее конкретизирующих показателей по Б. С. Виноградову [5]. Полученные экспериментальные данные подвергали общепринятой статистической обработке [11, 20, 21].

Для оценки различий двух групп показателей применялся критерий достоверности Стьюдента. Взаимозависимость показателей выражали через коэффициенты парной и множественной корреляции с использованием пакетов программы Statistika, версия 6,0.

Результаты исследования. При сравнительном анализе полученных данных нами выявлены остеометрические особенности скелета животных в зависимости от условий их обитания. Изменчивость остеометрических признаков нами оценивалась по двум выборкам из районов Оренбургской области, различающихся экогеографическими характеристиками: Зауральский степной округ (восточная зона исследования) и Предуральский сыртовский степной и южный степной округ (западная зона исследования).

Практически по всем показателям отмечено влияние экогеографических условий на структурно-функциональное состояние костей большого суслика с учётом их вариабельности, характеризующей степень колеблемости признака от его среднего значения.

Анализ остеометрических показателей позволил установить, что в западном направлении происходит укрупнение скелета животных, что подтверждает достоверное возрастание параметров черепа: общая длина черепа достоверно увеличивается на 3,6% ($t_d = 2,2$); кондиллобазальная длина — 2,4% ($t_d = 5,9$); скуловая ширина — на 0,5%; высота черепа — на 3,32%; при этом длина верхнего зубного ряда уменьшается на 5,22% ($t_d = 2,9$), что, вероятно, связано с переходом на более мягкий тип корма.

Высота лопаток увеличивается на 18,4% ($t_d = 2,2$); максимальная ширина — на 22% ($t_d = 2,9$); минимальная ширина — на 6,1% (табл. 1).

Таблица 1

Остеометрические показатели большого суслика *Spermophilus major* Pallas (♂♀) Предуральского сыртового лесостепного и южного степного округа и Зауральского степного округа

Показатель		Восточная зона исследования (♂♀)		Западная зона исследования (♂♀)		t_d (восток/ запад)
		$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$	
Краниометрические показатели	Общая длина черепа	5,251±0,056	2,6	5,443±0,88	3,9	0,20
	Кондиллобазальная длина	4,933±0,055	2,7	5,052±0,154	7,4	0,73
	Скуловая ширина	3,511±0,057	4,0	3,878±0,94	5,9	0,39
	Высота черепа	1,866±0,084	11,0	1,928±0,046	5,9	0,65
	Длина верхнего зубного ряда	1,283±0,047	9,0	1,216±0,009	1,8	1,40
Лопаточная кость	Высота	2,557±0,173	22,4	3,034±0,124	9,1	2,24*
	Максимальная ширина	1,347±0,072	25,6	1,644±0,073	9,3	2,88*
	Минимальная ширина	0,441±0,022	39,7	0,468±0,016	8,7	1,05
Плечевая кость	Общая длина	3,252±0,119	12,1	3,788±0,174	10,2	2,55*
	Минимальная ширина	0,312±0,009	10,8	0,591±0,119	4,1	2,3*

Общая длина плечевой кости достоверно увеличивается на 16,4% ($t_d = 3,8$); минимальная ширина — на 1,3%.

Отмечено, что на изменение экогеографических характеристик пионерно реагирует лопаточная кость, показатели которой в новых условиях приобретают структурную стабильность.

Из десяти рассмотренных остеометрических параметров животных восточной зоны исследования наибольший коэффициент вариабельности определен для показателей: высота лопатки ($C_v = 22,4\%$), максимальная ширина лопатки ($C_v = 25,6\%$) и максимальная длина лопатки ($C_v = 39,7\%$).

Затем адаптивным изменениям подвергается плечевая кость и её показатели: общая длина ($C_v = 12,1\%$), минимальная ширина ($C_v = 10,8\%$).

Рассматриваемые характеристики плечевой и лопаточной костей обладают функциональным потенциалом в большей степени, чем кости черепа, обеспечивая максимально быстрое приспособление к новым экогеографическим условиям. Вероятно, это определяется нормным образом жизни данной группы животных и их зависимостью от возможности укрытия в условиях открытых степных ландшафтов.

А наиболее консервативными структурами являются кости черепа, что подтверждают коэффициенты вариации показателей: общая длина ($C_v = 2,6\%$), кондиллобазальная длина ($C_v = 2,7\%$), длина верхнего зубного ряда ($C_v = 9,0\%$), скуловая ширина ($C_v = 4,0\%$) и высота черепа ($C_v = 11,0\%$).

Из всех анализируемых показателей в новых условиях среды функциональный потенциал, обеспечивающий дальнейший адаптогенез, сохраняет характеристика плечевой кости — общая длина ($C_v = 10,2\%$).

Анализ корреляционной матрицы позволил установить, что коэффициент взаимозависимостей показателей в восточных районах располагается в пределах от 0,083 до 0,968 и от 0,081 и до 0,965 — на западе области.

Наиболее взаимозависимыми у животных Зауральского степного округа являются показатели черепа. Среднее значение их взаимозависимостей составило 1,536, что выше, чем зависимость показателей лопатки, в 1,7 раза и плеча — в 2,4 раза.

Изменение экогеографических условий приводит к повышению значения коэффициента взаимозависимостей краниометрических параметров до 1,740 (незначительно выше — в 1,13 раза — в сравнении с востоком), что свидетельствует о более напряженном структурно-функциональном состоянии данного органа.

Взаимозависимость показателей лопатки также повышается до 1,07, что выше в 1,20 раза. При этом взаимозависимость показателей плечевой кости снижается до 0,369, что меньше в 1,71 раза. Последнее является подтверждением адаптационных изменений, затрагивающих данные типы костей и сопровождающихся структурно-функциональными перестройками при смене экогеографических условий и, в первую очередь, механических характеристик почвы.

В новых условиях данные органы испытывают наименьшее структурное напряжение по сравнению с костями черепа, которые, в свою очередь, сохраняют функциональный адаптационный потенциал.

Заключение. Структурные перестройки скелета млекопитающих происходят, как известно, в течение всего адаптогенеза и являются главной составляющей механизма морфо-генеза кости. Именно способность к структурным перестройкам обуславливает динамичное сочетание в каждом костном звене процессов роста и моделирования, обеспечивающих развитие скелета на примере постоянно действующих адаптаций к условиям опорно-силовой нагрузки и мобильности организма в целом. В связи с этим изменения в образе жизни животного, в его поведенческих реакциях всегда находят отражение в скелетной основе тела.

Выводы

1. Отмечается увеличение размеров черепа, лопатки и плеча большого суслика западных районов Оренбургской области (Предуральский сыртовый лесостепной и южный степной округ) при одновременном уменьшении длины верхнего зубного ряда.

2. Максимально варьируемыми показателями, обеспечивающими функциональные остеометрические преобразования при изменении экогеографических характеристик, являются показатели лопатки: максимальная длина ($C_v = 39,7\%$) и максимальная ширина ($C_v = 25,6\%$).

3. Изменение экогеографических условий вызывает усиление взаимодействия остеометрических показателей, сгруппированных организмом в систему.

Список использованной литературы

1. Алексеев В. П., Дебеч Г. Ф. Краниометрия. Методика антропологических исследований. М. : Наука, 1964. 127 с.
2. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М. : Медицина, 1979. 298 с.
3. Батрак Г. Е. О регуляции функций организма как целостной системы // Целостность и биология. Киев : Наукова думка, 1968. С. 175—180.
4. Большаков В. Н. Пути приспособления мелких млекопитающих к горным условиям. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 1995. 202 с.
5. Виноградов Б. С. К вопросу о морфологической дивергенции близких форм млекопитающих // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1946. Т. 8, вып. 1. С. 89—104.
6. Громов И. М., Ербаева М. А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны / под ред. А. А. Аристова, Г. И. Барановой. СПб. : ЗИН РАН, 1995. 522 с.
7. Заславский М. А. Новый метод изготовления чучел животных. Скульптурная таксидермия. Л. : Наука, 1971. 202 с.
8. Касавина Б. С., Торбенко В. П. Жизнь костной системы. М. : Наука, 1979. 176 с.
9. Касавина Б. С., Торбенко В. П. Минеральные ресурсы организма. М. : Наука, 1975. 198 с.
10. Клевезаль Г. А., Клейненбергер С. Е. Определение возраста млекопитающих по слоистым структурам зубов и кости. М. : Наука, 1967. 144 с.
11. Лакин Г. Ф. Биометрия. М. : Высшая школа, 1990.
12. Наумов Н. П. Типы поселений грызунов и их экологическое значение // Зоологический журнал. 1954. Т. 33, вып. 2. С. 68—88.
13. Огнев С. Н. Звери СССР и прилежащих стран. Грызуны. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1947. Т. 5. С. 121—142.
14. Паршина Т. Ю. Рентгеноморфометрические показатели черепа наземных беличьих как критерий адаптогенеза в условиях Южного Приуралья // Ветеринарная медицина. М. : ООО «Агровет», 2010. № 5—6. С. 37—38.
15. Паршина Т. Ю., Пожидаева Г. А. Географическая и половая изменчивость корреляционной структуры морфофизиологических характеристик большого суслика (*S. major* Pallas, 1779), обитающего в условиях Южного Приуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 2(26). С. 175—177.
16. Паршина Т. Ю. Краниометрические показатели в оценке адаптогенеза большого суслика (*Spermophilus major*) Оренбургской области // Морфология. СПб. : Эскулап, 2008. Т. 133, № 4. С. 87.
17. Паршина Т. Ю. Рентгеноморфологические эквиваленты адаптивной пластичности черепа // Оренбургский государственный педагогический университет: история и современность : сб. статей по материалам XXX преподават. науч.-практ. конф. Оренбург : Изд-во ОГПУ, 2009. С. 205—213.
18. Паршина Т. Ю., Тарасенко С. Н. Морфологические реакции наземных беличьих на изменение экогеографических условий существования // Естественные и технические науки. М. : «Компания Спутник+», 2010. № 2(46). С. 156—157.
19. Плохинский Н. А. Биометрия. М. : Изд-во МГУ, 1970. 367 с.
20. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск : Высшая школа, 1973. 320 с.
21. Шварц С. С. Внутривидовая изменчивость и видообразование. Эволюционный и генетический аспекты проблемы // Успехи современной териологии. М. : Наука, 1977. С. 279—290.

Поступила в редакцию 19.05.2013 г.

Паршина Татьяна Юрьевна, доктор биологических наук, доцент
Оренбургский государственный педагогический университет
460014, Российская Федерация, г. Оренбург, ул. Советская, 19
E-mail: tat2690@yandex.ru

Пождаева Галина Александровна, ассистент
Оренбургский государственный педагогический университет
460014, Российская Федерация, г. Оренбург, ул. Советская, 19
E-mail: gala.gap1165@yandex.ru

Попова Виктория Владимировна, студент
Оренбургский государственный педагогический университет
460014, Российская Федерация, г. Оренбург, ул. Советская, 19
E-mail: tat2690@yandex.ru

UDC 591.4(470.56)

T. Y. Parshina
G. A. Pozhidayeva
V. V. Popova

Morphological and functional adaptation of typical squirrels to scabbling in the Southern Urals

The article presents the results of studies of the structural-functional state of *Spermophilus major* (Pallas, 1779) as a background species of the steppe ecosystem-based on the morphometric parameters of the animals' skeletons.

Key words: adaptation, biological system, skeleton, bone, function, structure, variability.

Parshina Tatyana Yurievna, Doctor of Biology, Associate Professor
Orenburg State Pedagogical University
460014, Russian Federation, Orenburg, ul. Sovetskaya, 19
E-mail: tat2690@yandex.ru

Pozhidayeva Galina Aleksandrovna, Assistant
Orenburg State Pedagogical University
460014, Russian Federation, Orenburg, ul. Sovetskaya, 19
E-mail: gala.gap1165@yandex.ru

Popova Victoria Vladimirovna, Student
Orenburg State Pedagogical University
460014, Russian Federation, Orenburg, ul. Sovetskaya, 19
E-mail: tat2690@yandex.ru