

3. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб пособие для биол. спец. вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1980. – С. 40-70.

4. Максимов В.И. Гормональный статус органов животных в постнатальном онтогенезе: дис. ... д-ра биол. наук. – Казань, 1999. – 528 с.

5. Берзинь Я.М. Значение кобальта и меди в кормлении сельскохозяйственных животных. – Рига: Зинатне, 1952. – С. 156-160.

6. Камышников В.С. Клинико-биохимическая лабораторная диагностика: справочник: в 2 т. – Т. 2. – 2-е изд. – Минск: Интерпрессервис, 2003. – С. 393-400.



УДК 636.32/.38.082.13:591.4(571.151)

**З.Н. Гальцова,
Н.И. Рядинская**

ИСПЫТАНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ЛОПАТКИ, КОСТЕЙ СТИЛОПОДИЯ, ЗЕЙГОПОДИЯ И АВТОПОДИЯ ПЕРЕДНЕЙ КОНЕЧНОСТИ У ОВЕЦ ПРИКАТУНСКОГО ТИПА ГОРНОАЛТАЙСКОЙ ПОРОДЫ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Ключевые слова: овцы, прикатунский тип, горноалтайская порода, ягнята, развитие, возраст, прочность материалов, плечевая кость, проксимальная фаланга, лучевая и локтевая кости, остеогенез, передняя конечность.

Введение

В настоящее время имеются данные о том, что прочность костей зависит от вида, возраста, пола, а также условий содержания животного [1]. Овцы прикатунского типа горноалтайской породы мясо-шерстного направления имеют хорошо выраженные скороспелые качества [2]. Определение свойств упругости костей у овец прикатунского типа имеет большое значение в племенной и селекционной деятельности в овцеводстве, так как позволяет оценить конституционные особенности животных, может дать ценные сведения о его наиболее уязвимых звеньях в конечностях, и выявить максимальную нагрузку, выдерживаемую этими звеньями.

По механической прочности трубчатых костей у млекопитающих имеются обстоятельные сведения [3-6], но у овец прикатунского типа горноалтайской породы данная

проблема не исследовалась. В связи с этим нами была поставлена цель – изучить предел механической прочности на сжатие лопатки, плечевой, лучевой костей и проксимальной фаланги у данных овец.

Объекты и методы

Материал отбирался после планового убоя от одномесечных, четырехмесячных и годовалых овец прикатунского типа горноалтайской породы в КПЗ «Амурский» Усть-Коксинского района. Всего было исследовано по 3 образца от каждой кости. Исследуемые кости тщательно препарировали от мышц, сухожилий, связок, жировой ткани и освобождали от костного мозга. К определению прочности приступали не позже 12-16 ч после убоя.

Для определения биомеханических свойств костной ткани использовали машину для испытания прочности материалов Р-10 со скоростью нагружения 5-100 мм/мин. при комнатной температуре. Для этого из середины диафизов костей выпиливались цилиндры при помощи листовой пилы, фиксировались в тисках, чтобы избежать выскальзывания образца. Выпиливали так, чтобы отношение высоты к диаметру цилиндра

находилось в соотношении от одного до трех. Этим достигалось приложение силы строго по оси тел костных цилиндров.

Затем каждый образец поочередно ставили на нижнюю плиту испытательной машины и накрывали верхней плитой, после чего выполняли нагрузку. В ходе каждого испытания чернильный самописец описывал диаграмму нагрузки (рис. 1). Максимальное усилие при проведении испытания было принято за разрушающую нагрузку. Площадь компактного вещества у каждого образца находили через отпечаток на миллиметровой бумаге. Также замерялась длина каждого выпиленного цилиндра как до испытания (L), так и после него (L_p). Критериями оценки механических качеств служили максимальная разрушающая нагрузка и предел прочности при сжатии. Предел прочности костей рассчитывался по формуле:

$$\sigma = F/S,$$

где F – сила воздействия на кость;

S – площадь компактного вещества;

σ – напряжение.

Результаты исследований

Известно, что окостенение в трубчатых костях начинается с наиболее нагружаемых центральных участков, поэтому для испытания на прочность мы использовали диафизы костей [4, 5]. Отмечено, что на первом этапе появляется сдавливание цилиндра кос-

ти, затем трещины по линии цилиндра. Продолжительное сжатие приводит к переломам тел цилиндров костей, а в конце – к их расплющиванию. При этом длина костных цилиндров до и после испытания на прочность имеет различную величину (табл. 1). У овец в возрасте 1 мес. длина цилиндра шейки лопатки до и после испытания различается на 4 мм, проксимальной фаланги – на 3,2 мм. Такая разница в длине указывает на эластичность испытуемых костей, которая в столь раннем возрасте объясняется большим содержанием органической компоненты, образованной коллагеновыми волокнами. В цилиндрах диафизов плечевой и костей предплечья длина до и после испытания практически не изменяется, что указывает на прочность и твердость костей в этих отделах конечности. У четырехмесячных овец длина цилиндра шейки лопатки изменяется незначительно (0,2 мм), тогда как в диафизах плечевой, лучевой+локтевой костей и фаланги пальцев эта разница имеется (1,1-1,2 мм). Это указывает на то, что у четырехмесячных овец в шейке лопатки завершилось окостенение, а в стилоподии, зейгоподии и автоподии продолжается рост кости в длину. У годовалых овец длина костных цилиндров всех испытуемых костей до и после испытания на прочность имеет незначительную разницу (0,2-0,3 мм).

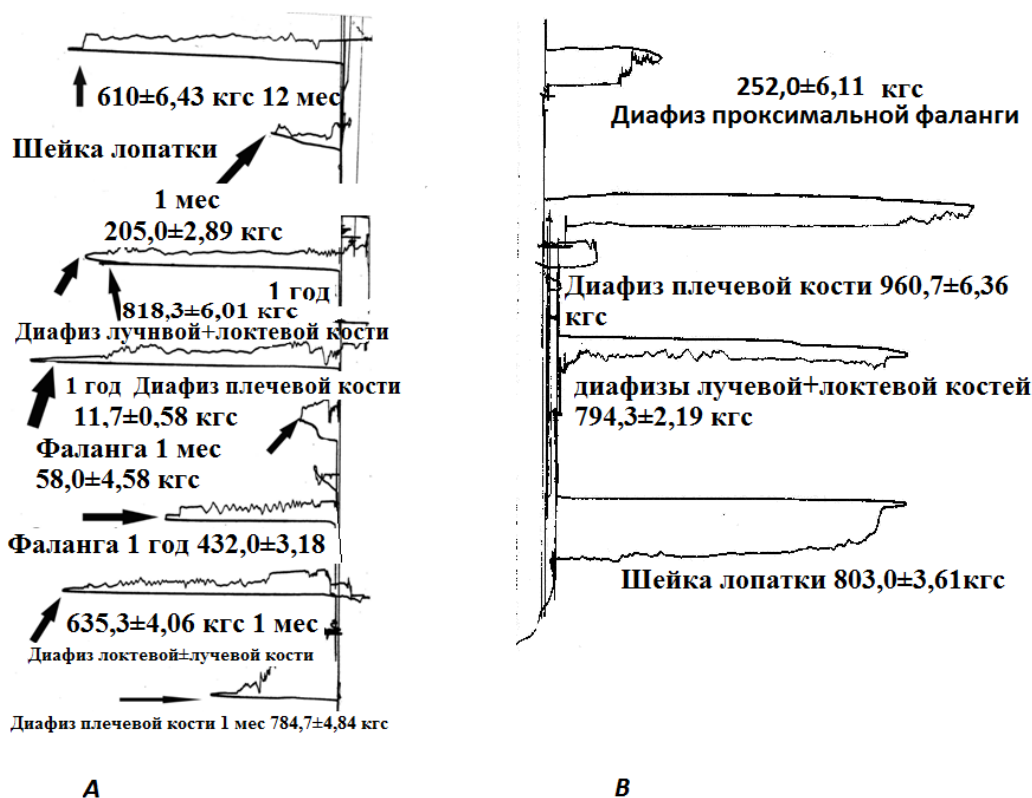


Рис. 1. Диаграмма нагрузки на лопатку, плечевую, лучевую кости и проксимальной фаланги пальцев (показания чернильного самописца): А – овцы прикатунского типа, 1 и 12 мес.; В – овцы прикатунского типа 4 месяца

Таблица 1

Длина цилиндров шейки лопатки, диафизов плечевой, лучевой+локтевой костей и проксимальной фаланги пальцев до испытания (L) и после испытания (L_p), мм

Наименование показателя		Возраст овец, мес.		
		1	4	12
Шейка лопатки	L	8,1±0,09	18,8±0,13**	18,6±0,05*
	L _p	4,1±0,06	18,6±0,09***	18,4±0,09***
Диафиз плечевой кости	L	17,0±0,02	22,4±0,12***	22,5±0,09**
	L _p	17,0±0,01	21,3±0,23*	22,4±0,9***
Диафиз лучевой + локтевой кости	L	16,5±0,20	22,6±0,22**	22,7±0,03***
	L _p	16,1±0,02	21,4±0,09**	22,5±0,5***
Диафиз фаланги	L	7,8±0,12	11,2±0,15***	13,3±0,07***
	L _p	4,4±0,25	10,1±0,15*	12,5±0,23***

* p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001 – разница статистически достоверна с одномесячными ягнятами.

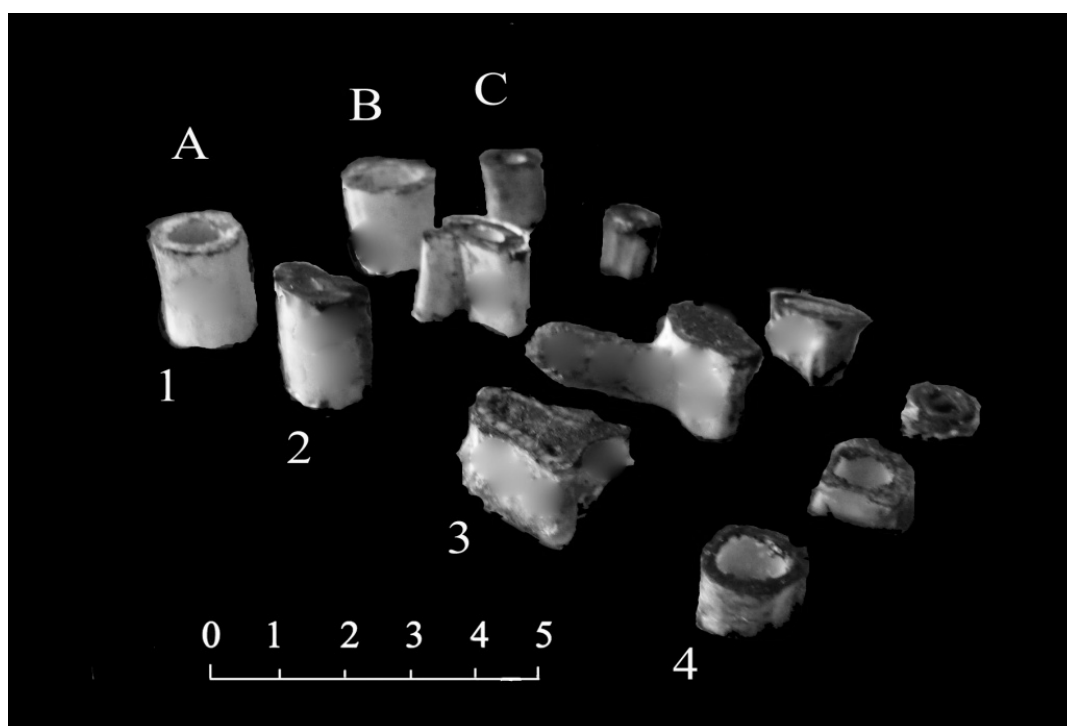


Рис. 2. Образцы костей после испытания на прочность: А – 12 мес., В – 4 месяца, С – 1 мес.; 1 – диафиз плечевой кости, 2 – диафиз лучевой + локтевой кости, 3 – шейка лопатки, 4 – диафиз проксимальной фаланги

Эксперимент показал, что максимальную величину площади компактного вещества имеет шейка лопатки во всех возрастных группах, а минимальную – проксимальная фаланга (рис. 2).

С 1 месяца до 1 года площадь компактного вещества увеличивается в шейке лопатки в 1,3 раза, плечевой кости – в 2,5, лучевой + локтевой – в 1,9, в проксимальной фаланге – в 1,1 раза (табл. 2).

Предел прочности шейки лопатки в период с 1- до 4-месячного возраста увеличивается в 2 раза, но к году этот показатель снижается на 0,3 Па. Такое изменение связано с тем, что лопаточная кость очень быстро растет как в длину, так и в ширину в период с 1 до 4 мес., а с 4 до 12 мес. снижается минерализационная плотность кости, связанная с условиями содержания (тебеневка в зимний период).

Максимальная разрушающая нагрузка нами отмечена в плечевой кости во всех исследуемых возрастных группах, по-видимому, это связано с тем, что на плечевую кость приходится наибольшая нагрузка.

Предел прочности в плечевой и лучевой+локтевой костях изменяется неравномерно: у овец в возрасте 4 мес. этот показатель снижается в сравнении с одномесячными в 2 раза, а к году увеличивается в 2 и 1,7 раза соответственно, что связано с ростом кости. В проксимальной фаланге этот показатель увеличивается равномерно (табл. 2).

Площадь компактного вещества, максимальная разрушающая нагрузка и предел прочности на сжатие диафизов овец прикатунского типа

Наименование показателя	Возраст, мес.	Площадь компактного вещества S , мм ²	Максимальная разрушающая нагрузка F , кгс	Предел прочности- σ , Па
Шейка лопатки	1	145,7±2,9	205,0±2,89	1,8±0,03
	4	225,0±1,73**	803±3,61***	3,6±0,01***
	12	191,3±3,48*	610,0±6,43*	3,3±0,09**
Диафиз плечевой кости	1	70,3±3,18	784,7±4,84	5,0±0,21
	4	379,7±0,88***	960,7±6,36**	2,5±0,32**
	12	173,0±7,01**	818,3±6,01*	11,7±0,58**
Диафиз лучевая + локтевая кость	1	93,3±1,76	635,3±4,06	4,3±0,15
	4	462,7±1,87***	794,3±2,19***	1,7±0,04**
	12	129,0±4,36*	677,3±2,91	7,3±0,18**
Диафиз проксимальной фаланги	1	91,7±1,45	59,0±4,58	1,7±1,87
	4	100,7±0,88*	252,0±6,11**	2,5±0,01*
	12	98,7±2,33*	432,0±3,18***	4,7±0,07*

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ – разница статистически достоверна с одномесячными ягнятами.

Наиболее слабой костью передней конечности оказалась проксимальная фаланга у овцы в возрасте 1 мес. (она выдержала нагружение всего в 0,5 Па) (табл. 2).

Заключение

У одномесячных ягнят разница в длине цилиндра шейки лопатки указывает на ее эластичность, которая в столь раннем возрасте объясняется большим содержанием органической компоненты, образованной коллагеном. У четырехмесячных и годовалых овец длина цилиндра шейки лопатки изменяется незначительно, что указывает на процесс и завершение окостенения в ней. В цилиндрах диафизов плечевой и костей предплечья длина до и после испытания практически не изменяется у одномесячных, что указывает уже на прочность и твердость костей в этих отделах конечности, тогда как у четырехмесячных в диафизах плечевой, лучевой+локтевой костей и фаланги пальцев эта разница имеется, так как у них интенсивно идет рост кости в длину и ширину. У годовалых овец длина костных цилиндров всех испытуемых костей до и после испытания на прочность имеет незначительную разницу (0,2-0,3 мм). Кости становятся прочными, твердыми, а это свидетельствует о том, что в костях увеличивается доля неорганических соединений и завершается процесс окостенения.

Максимальная площадь компактного вещества выявлена в шейке лопатки, а максимальная разрушающая сила – в плечевой кости у овец в возрасте 1 года, соответственно, и наибольший предел прочности. Минимальная прочность обнаружена у лу-

чевой+локтевой костей в возрасте 4 мес., а также у проксимальной фаланги у овец в возрасте 1 мес. С возрастом компактное вещество утолщается, что связано с ростом кости в ширину.

Прочность лопатки в период с 1 мес. до года увеличивается в 2,3 раза, плечевой кости – в 2,7, лучевой+локтевой кости – в 1,5, проксимальная фаланга становится прочнее в 9,6 раза соответственно.

Библиографический список

1. Хрусталева И.В. Задачи морфологии животных в связи с проблемами в животноводстве // Функциональная морфология и патология аппарата движения сельскохозяйственных животных. – 1984. – С. 3-6.
2. Подкорытов А.Т. Прикатунский мясошерстный тип овец // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – N 2. – С. 30-31.
3. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – 2003. – С. 30-49.
4. Гозулов С.А., Корженьянец В.А., Скрыпник В.Г., Сушков Ю.Н. Исследование прочности позвонков человека на // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1966. – С. 13-18.
5. Пименов М.Ю. Сравнительные физико-химические и морфологические свойства трубчатых (пястных костей) КРС и лосей: автореф. дис. ... канд. наук. – 2011. – С. 9-10.
6. Безматерных А.В. Морфология костного аппарата и артериальное кровоснабжение грудной конечности у маралов в постнатальном онтогенезе: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – 2008. – С. 10-11.

