

© Н.Н. Малкова, Н.А. Малков, 2008
УДК 611.718.4:612.647:599.735.3

Н.Н. Малкова и Н.А. Малков

ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ БЕДРЕННОЙ КОСТИ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ В ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА

Кафедра морфологии и патологии животных (зав. — д-р биол. наук Н.В. Труш) Института ветеринарной медицины и зоотехники Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск

Проводили морфометрическое исследование диафиза бедренной кости 30 плодов северного оленя в возрасте от 2 до 7,5 мес. Полость диафиза бедренной кости плодов северного оленя формируется с 3 до 7,5 мес, интенсивно увеличиваясь в течение всего плодного периода. Толщина надкостницы нарастает от 2 по 6 мес включительно, после чего происходит ее снижение к моменту рождения. Хрящевая ткань в эпифизах присутствует с 2 до 7,5 мес, прирост ее отмечается в проксимальном эпифизе до 3 мес, а в дистальном — до 4 мес. Затем регистрируется утончение хряща, вплоть до рождения. Толщина губчатого вещества эпифизов кости с возрастом плода увеличивается. Остеоны в диафизе бедренной кости формируются в 2-месячном возрасте плода, их количество с возрастом увеличивается. Толщина компактного костного вещества диафиза бедренной кости увеличивается до 5-го месяца, после чего отмечен процесс утончения ткани, вплоть до момента рождения.

Ключевые слова: бедренная кость, плод, развитие, северный олень.

В рамках изучения морфологических особенностей организма животных исследованы рост и развитие плодов и отдельных органов крупного рогатого скота северного и пятнистого оленей [9–12], кости грудной конечности северного оленя на микро- и макроскопическом уровне [4, 5, 7], мышцы и их васкуляризация [1, 2, 16], развитие скелета конечностей у плодов, новорожденных и молодняка крупного рогатого скота [17–19].

В отечественных и зарубежных источниках имеются данные о строении различных органов северного оленя [3, 13, 15, 20–22]. Однако, плодный период онтогенеза северного оленя изучен недостаточно, особенно мало данных о развитии скелета, в частности костей тазовой конечности. Целью данной работы явилось изучение динамики роста и развития костей тазовой конечности у плодов северного оленя в возрастном аспекте как на макро-, так и на микроскопическом уровне.

Материал и методы. Материалом для исследования служили плоды северного оленя в возрасте от 2 до 7,5 мес, поступавшие на кафедру морфологии и патологии животных в течение нескольких лет из оленеводческого совхоза «Ленин Окто», семейных (родовых) общин «Урикит», «Орон», «Нюкжакан» Тындинского района, Амурской области, Дальнего Востока. У самки северного оленя стельность продолжается 224 сут (7,5 мес), после чего на свет появляется один, реже два олененка. Плод оленей добывали после убоя животных для хозяйственных нужд, через 2 мес после гона и затем каждый месяц до момента рождения (в течение зимы на собственные нужды убивают не только самцов, но и самок).

Возраст плодов определяли по первичной документации. Весь полученный материал фиксировали в 10% растворе

нейтрального формалина, после фиксации плоды подвергали тонкому препарированию.

На 30 плодах изучали микроанатомические показатели — толщину надкостницы (надхрящницы), хрящевой ткани, губчатого вещества, компактного костного вещества, диаметр костномозговой полости, измерение которых проводили при помощи микрометра МОВ-15, а подсчет количества остеонов осуществляли в 5 полях зрения под микроскопом МБИ-6. При помощи объект-микрометра проходящего света ОМП определяли диаметр поля зрения и затем его площадь, после чего вычисляли общее количество остеонов на единице площади (1 мм²).

Для гистологического исследования выпиливали кусочки размером 0,5×0,5×0,5 см из проксимальных и дистальных эпифизов, середины диафиза бедренной кости (кости плодов в возрасте 2 и 3 мес использовали целиком). Полученные таким путем кусочки кости подвергали декальцинации в 5% водном растворе азотной кислоты в течение 2–2,5 сут [8], затем обрабатывали общепринятыми гистологическими методами с последующим изготовлением гистологических срезов.

Весь цифровой материал был обработан методом вариационной статистики [13, 14] с использованием стандартной компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследования. Толщина слоя хрящевой ткани в абсолютных величинах увеличивается по 3 мес включительно в проксимальном эпифизе, в дистальном — по 4 мес. Затем она уменьшается, вплоть до момента рождения, на 1108,3 мкм в проксимальном эпифизе и на 1182 мкм — в дистальном. Относительный прирост хрящевой ткани в проксимальном эпифизе кости увеличивается в 1,05 раза до 3-месячного возраста, в дистальном — в 1,03 раза до 4 мес. Далее, вплоть до 7,5 мес, прирост ткани

Возрастные изменения микроструктуры бедренной кости северного оленя в плодном периоде (n=5) ($\bar{x} \pm s_x$)

Исследованные параметры	Возраст плодов, мес					
	2	3	4	5	6	7,5
Толщина губчатого вещества проксимального эпифиза:						
абсолютный прирост, мкм	0	0	(323,3 $\pm$ 5,5) $\times$ 10	(386,4 $\pm$ 4,6) $\times$ 10*	(800,7 $\pm$ 7,3) $\times$ 10*	(837,7 $\pm$ 3,7) $\times$ 10*
относительный прирост, раз	0	0	0	630,9	4143,0	370,6
Толщина губчатого вещества дистального эпифиза:						
абсолютный прирост, мкм	0	0	(314,2 $\pm$ 2,4) $\times$ 10	(365,1 $\pm$ 2,7) $\times$ 10*	(460,0 $\pm$ 3,8) $\times$ 10*	(754,5 $\pm$ 4,2) $\times$ 10*
относительный прирост, раз	0	0	0	509,8	948,8	2944,4
Толщина компактного вещества диафиза:						
абсолютный прирост, мкм	(10,6 $\pm$ 0,4) $\times$ 10	(87,8 $\pm$ 1,1) $\times$ 10*	(166,7 $\pm$ 2,3) $\times$ 10*	(213,7 $\pm$ 1,1) $\times$ 10*	(197,9 $\pm$ 1,0) $\times$ 10*	(193,7 $\pm$ 0,8) $\times$ 10*
относительный прирост, раз	0	771,7	789,2	470,1	-157,9	-42,4
Количество остеонів диафиза в 1 мм ² :						
абсолютный прирост	1,23 $\pm$ 0,20	1,53 $\pm$ 0,25*	1,91 $\pm$ 0,16*	2,92 $\pm$ 0,29*	5,2 $\pm$ 0,3*	6,8 $\pm$ 0,3*
относительный прирост, раз	0	0,30	0,38	1,01	2,30	1,57
	0	1,24	1,25	1,53	1,79	1,30

* Различия значимы по сравнению с показателями в предыдущем возрасте при P<0,001.

вовсе отсутствует. Наблюдается обратный процесс — уменьшение толщины хрящевой ткани — наиболее активный в 6 мес в проксимальном и в 7,5 мес — в дистальном эпифизе.

В 2-месячном возрасте плода диафиз кости представлен одним слоем остеонів на месте будущего компактного вещества, полость диафиза заполнена губчатым веществом, которое образовалось на месте разрушенного хряща. Губчатое вещество имеет вид пересекающихся пластинок, слабо дифференцируемых, расположенных хаотично в полости. С возрастом количество слоев остеонів и собственно толщина компактного костного вещества увеличиваются до 6 мес, затем происходит ее уменьшение, вплоть до момента рождения животного. Относительный прирост компактного вещества максимальный в 3 мес, после чего отмечается резкий спад прироста к концу 4-го месяца, и в дальнейшем он продолжает понижаться (таблица).

Абсолютный прирост толщины губчатого вещества в проксимальном эпифизе кости максимальный в 6 мес, а в 5 и 7,5 мес отмечается низкий и минимальный рост. В дистальном эпифизе прирост губчатого вещества с возрастом плода увеличивается и максимума достигает в 7,5 мес, при этом скорость роста также максимальна к концу периода. В проксимальном эпифизе этот показатель достигает пика в 6 мес, затем существенно снижается (см. таблицу).

В диафизе бедренной кости остеоны начинают формироваться с 2-месячного возраста плодов, и этот процесс продолжается до конца плодного периода. Количество остеонів постепенно увеличивается с возрастом и достигает максимального значения в 6 мес, после чего к моменту рождения абсолютный прирост снижается. Относительный прирост количества остеонів кости в 3 и 4 мес низкий, к 6 мес увеличивается, а к моменту рождения вновь резко снижается (см. таблицу).

Рост отдельных структур бедренной кости в процессе плодного онтогенеза происходит неравномерно. Так, полость диафиза кости начинает формироваться в течение 3-го месяца, причем ее объем продолжает увеличиваться до конца плодного периода.

Эпифизы кости в 2 мес состоят из хрящевой ткани, которая продолжает нарастать до 3-го и 4-го месяцев в проксимальном и дистальном эпифизах соответственно. Параллельно этому процессу начинается разрушение хрящевой ткани, как правило, в толще хряща. Лакуны хряща увеличиваются в размерах, клетки и межклеточное вещество рассасываются, а перегородки между лакунами перестраиваются в малодифференци-

рованные пластинки губчатого вещества, в которых в дальнейшем обнаруживаются синусоидные капилляры. Хрящевая ткань диафиза кости начинает разрушаться раньше, к концу 2-го месяца, на месте будущего компактного вещества кости формируется слой остеонов, а полость заполнена губчатым веществом, которое также участками начинает распадаться и рассасываться. По мере увеличения возраста плода количество слоев остеонов и самих остеонов в слоях увеличивается на единице площади до 6 мес, затем к моменту рождения компактное вещество кости становится тоньше (уплотняется).

Губчатая часть эпифизов формируется до конца плодного периода, а толщина хряща параллельно уменьшается. Все эти процессы протекают волнообразно, пики и спады прироста происходят в разное время, и это подчинено общей закономерности распределения материала кости по принципу функциональных особенностей отдельных участков кости и ее функции в целом, после рождения животного.

Обсуждение полученных данных. Полученные нами сведения в большинстве согласуются с данными Л.В. Кононец [6]. Закономерности распределения тканевого материала практически одинаковы для плечевой и бедренной костей. Поэтому пики и падения прироста отдельных структур костей по возрастам совпадают. Разница заключается в количественных показателях: так, толщина хрящевой ткани, губчатого вещества и компактной кости, а также количество остеонов на 1 мм^2 у этих костей разное.

Сравнивая развитие костей у плодов северного оленя и крупного рогатого скота и домашнего яка [17], следует отметить, что общебиологическая закономерность волнообразного роста сохраняется, а распределение материала по возрастам происходит несколько по-другому. Это связано с разной продолжительностью внутриутробного развития. Закладка остеонов в диафизе кости у плодов северного оленя начинается в 2 мес, а у крупного рогатого скота и яка на 1 мес позже. Пики приростов и спадов также приходятся на другой возраст.

Таким образом, хрящевая ткань в эпифизах кости присутствует на протяжении всего плодного периода, но с 3-месячного возраста в проксимальном эпифизе и с 4-месячного в дистальном она начинает замещаться губчатым веществом. Диафиз кости до начала 2-го месяца состоит из хрящевой ткани, а в течение 2-го месяца хрящевая ткань в костномозговой полости замещается на губчатое вещество, а на месте компактного вещества кости формируется один слой остеонов.

Формирование губчатого вещества, компактного вещества кости и в ней остеонов подвержено общебиологической закономерности «волнообразного роста» или «скачкообразного», которая выражается в неравномерном распределении строительного материала в различные периоды плодного онтогенеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев М.В. К вопросу о васкуляризации области бедра у плодов симментальского скота. В кн.: Исследования по морфологии и физиологии сельскохозяйственных животных: Сб. науч. тр. Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 1993, вып. 10, с. 4–12.
2. Андреев М.В. Топография и возрастные изменения массы мышц тазобедренного сустава плодов симментальского скота. В кн.: Исследования по морфологии и физиологии животных: Сб. науч. тр. Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 1999, вып. 2, с. 37–46.
3. Кириков К.С. Морфология экстраорганных вен костей пальцев кисти северного оленя. В кн.: Биол. основы повышения продуктивности в оленеводстве Якутии. Новосибирск, 1990, с. 120–125.
4. Кононец Л.В. Рост плодов и скелета грудной конечности северного оленя. В кн.: Достижения эволюционной, возрастной и экологической морфологии — практике медицины и ветеринарии: Материалы Межд. науч.-практ. конф. морфологов, посвящ. памяти акад. Ю.Ф. Юдичева. Омск, изд. ОмГАУ, 2001, с. 256–257.
5. Кононец Л.В. Развитие гаверсовых каналов трубчатых костей у плодов северного оленя. В кн.: Комплексное использование природных ресурсов: Сб. науч. тр. Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 2006, с. 13–17.
6. Кононец Л.В. Возрастные изменения микроструктуры костей грудной конечности у плодов северного оленя. В кн.: Комплексное использование природных ресурсов: Сб. науч. тр. Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 2006, с. 18–24.
7. Кононец Л.В. и Малков Н.А. Образование костномозговых полостей в трубчатых костях плодов северного оленя. В кн.: Исследования по морфологии и физиологии животных: Сб. науч. тр. Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 2002, вып. 14, с. 78.
8. Лири Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. М., Мир, 1969.
9. Малков Н.А. Возрастные особенности массы и длины плодов крупного рогатого скота, северного и пятнистого оленей. В кн.: Исследования по морфологии и физиологии сельскохозяйственных животных: Сб. науч. тр. Благовещенского сельхоз. ин-та. Благовещенск, 1993, вып. 10, с. 34–39.
10. Малков Н.А. Рост массы и линейных параметров пищевода у плодов крупного рогатого скота, северного и пятнистого оленей. В кн.: Исследования по морфологии и физиологии животных: Сб. науч. тр. Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 1999, вып. 2, с. 3–20.
11. Малков Н.А. Рост и развитие толстого отдела кишечника у плодов крупного рогатого скота, северного и пятнистого оленей. В кн.: Проблемы зоотехнии, ветеринарии и биологии животных на Дальнем Востоке: Сб. науч. трудов. Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 2000, с. 199–216.

12. Малков Н.А. и Кононец Л.В. Рост массы и линейных параметров печени у плодов крупного рогатого скота, северного и пятнистого оленей. В кн.: Исследования по морфологии и физиологии животных: Сб. науч. тр. Благовещенск, Изд-во ДальГАУ, 1999, вып. 2, с. 20–36.
13. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. М., Колос, 1970.
14. Плохинский Н.А. Биометрия. М., Изд-во Московск. ун-та, 1970.
15. Решетников И.С. Митоз клеточных элементов тимуса северного оленя в онтогенезе. В кн.: Исследования по морфологии и физиологии сельскохозяйственных животных: Сб. науч. тр. Благовещенск. сельскохоз. ин-та. Благовещенск, 1992, вып. 9, с. 55–57.
16. Рябуха В.А. Коррелятивная связь массы и линейного роста мышц шеи у плодов крупного рогатого скота: Тез. докладов обл. науч.-практ. конф.: Ветеринар. наука на службе АПК. Благовещенск, изд. Благовещенск. сельскохоз. ин-та, 1988, с. 46.
17. Шевченко, Б.П. Исследование костей конечностей у плодов и новорожденных в зависимости от условий содержания скота. В кн.: Агрокомплекс Сибири и Дальнего Востока: Тезисы докл. общенститутской тематической науч. конф., посвящ. 40-летию образования Благовещенск. сельскохоз. ин-та. Благовещенск, 1990, ч. 1, с. 44–45.
18. Шевченко Б.П., Рябуха В.А., Малков Н.А. и др. Исследование конечностей у телят пастбищного содержания. В кн.: Агрокомплекс Сибири и Дальнего Востока: Тезисы докл. общенститутской тематической науч. конф., посвящ. 40-летию образования Благовещенск. сельскохоз. ин-та. Благовещенск, 1990, ч. 1, с. 42–43.
19. Шевченко Б.П., Рябуха В.А., Малков Н.А. и Черных Н.А. Исследование конечностей у телят пастбищного содержания. В кн.: Агрокомплекс Сибири и Дальнего Востока: Тезисы докл. общенститутской тематической науч. конф., посвящ. 40-летию образования Благовещенск. сельскохоз. ин-та. Благовещенск, 1990, ч. 1, с. 44–45.
20. Muller-Schwarze D., Quay W.B. and Strundin A. The caudal gland in reindeer (*Rangifer tarandus*): its behavioural role; histology and chemistry. *J. Chem Ecol.*, 1977, v. 3, p. 591–601.
21. Saari S. A study of the morphology of the lower respiratory tract surface of the reindeer (*Rangifer tarandus* L.). *Anat. Histol. Embryol.*, 1995, v. 24, № 3, p. 165–169.
22. Soveri T., Sukura A., Nieminen M. and Lindberg L. A. Ultrastructure of the liver of reindeer calves under different nutritional conditions. *Anat. Histol. Embryol.*, 1995, v. 24, № 2, p. 91–95.

Поступила в редакцию 17.07.08
Получена после доработки 26.09.08

CHANGES OF THE FEMORAL BONE MICRO-STRUCTURE IN THE REINDEER DURING THE FETAL PERIOD OF ONTOGENESIS

N.N. Malkova and N.A. Malkov

The diaphysis of the femoral bone was studied morphometrically in 30 reindeer fetuses aged 2–7.5 months. The formation of the diaphyseal cavity of the femoral bone took place from 3 till 7.5 months, rapidly progressing during all the fetal period. The thickness of the periosteum in the epiphysis and the diaphysis of the bone increased from 2 to 6 months inclusive, whereupon it decreased by the time of birth. The cartilaginous tissue in the epiphyses was present from 2 till 7.5 months; its growth was registered up to 3 months in a proximal epiphysis, while it continued till 4 months in a distal epiphysis. Later on, the thinning of the cartilage was noted till the birth. The thickness of spongy substance of bone epiphyses increased with the fetal age. The osteons in the diaphysis of the femoral bone were formed in 2-month-old fetus, their numbers were found to increase with age. The compact substance of the diaphysis of the femoral bone increased in thickness till 5 months, whereupon the process of thinning of tissue till the time of birth, was noted.

Key words: *femoral bone, fetus, development, reindeer.*

Department of Animal Morphology and Pathology, Institute of Veterinary Medicine and Zoo-engineering, Far Eastern State Agricultural University, Blagoveshchensk.