

Строение надкостницы большеберцовой кости взрослой собаки

Ю.М. Ирьянов, Е.Н. Горбач

The periosteal structure of the tibia in an adult dog

Y.M. Irianov, E.N. Gorbach

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Методами световой микроскопии, трансмиссионной и сканирующей электронной микроскопии и гистоморфометрии исследовали надкостницу в диафизарной области большеберцовой кости взрослых собак. Установлено, что надкостница в исследованном участке состоит из внутреннего (остеогенного) и наружного (фиброзного) слоев. Периостальный остеогенез обеспечивается остеобластами и преостеобластами, расположенными во внутреннем слое в 2-3 ряда. Фиброархитектоника наружного слоя надкостницы характеризуется наличием уплощенных пучков коллагеновых волокон и единичных эластических волокон, между которыми располагается несколько рядов веретеновидных фибробластов. Сосуды микроциркуляторного русла надкостницы расположены в косопоперечном направлении и сопровождаются периваскулярными малодифференцированными клетками.

Ключевые слова: надкостница, фибробласт, остеобласт, периостальный остеогенез.

The periosteum of the tibial diaphysis of adult dogs was studied by the methods of light microscopy, and those of transmission and scanning electron microscopy and histomorphometry. It has been established that the periosteum of the area studied consists of an inner (osteogenic) layer and an outer (fibrous) one. Periosteal osteogenesis is provided by the osteoblasts and pre-osteoblasts, arranged in the inner layer by 2-3 rows. The fibroarchitectonics of the outer layer of the periosteum is characterized by the presence of the flattened bundles of the collagen fibers and isolated elastic fibers, between which several layers of the spindle-shaped fibroblasts are located. The vessels of the microcirculatory bed of the periosteum are arranged in the oblique-and-transverse direction and accompanied by perivascular little-differentiated cells.

Keywords: periosteum, fibroblast, osteoblast, periosteal osteogenesis.

Морфофункциональное состояние надкостницы — важнейший фактор, определяющий интенсивность костеобразования как в период естественного роста, так и при повреждениях кости [1-9]. Вместе с тем, вопрос о роли надкостницы в репаративном костеобразовании при дистракционном остеосинтезе до настоящего времени нельзя считать полностью решенным. Подавляющее большинство экспериментальных исследований по чрескостному дистракционно-

му остеосинтезу выполнено на собаках. Однако морфологические исследования надкостницы у взрослых интактных собак практически отсутствуют. Имеются лишь фрагментарные сведения о структуре надкостницы у таких животных, как песец и волк, в работе, выполненной на уровне световой микроскопии [4].

Цель работы - изучение морфофункциональных особенностей надкостницы в области диафиза большеберцовой кости у взрослых собак.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на 6 интактных взрослых собаках. Уход и эвтаназию животных осуществляли в соответствии с требованиями приказа МЗ СССР № 755 от 12.08.77 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организованных форм работы с использованием экспериментальных животных».

Большеберцовые кости фиксировали в параформ-глутаральдегидном фиксаторе. Образцы надкостницы выпиливали вместе с поверхностными участками коркового слоя кости. Часть из них декальцинировали и заливали в целлоидин и парафин. Оставшиеся кусочки дополнительно фиксировали в четырехокиси осмия и без декальцинации заливали в аралдит. Целлоидиновые и

парафиновые срезы окрашивали гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону, орсеином по методу Унны-Тенцера. Полутонкие срезы изготавливали из аралдитовых блоков при помощи алмазных ножей и окрашивали по методу метиленовый синий - ШИК. Ультратонкие срезы контрастировали растворами уранилацетата и цитрата свинца и исследовали в трансмиссионном электронном микроскопе JEM-100В. Поперечные и продольные распилы костей заключали в аралдит и шлифовали их поверхность мелкоабразивными материалами. Для изучения фибриллярной структуры надкостницы изготавливали дозированно коррозионные препараты, протравливая полированную поверхность распилов 10-процентным раствором

этиолята натрия. После напыления серебром в ионном напылителе IB-6 препараты исследовали при помощи сканирующего электронного микроскопа JSM-840. Морфометрию толщины слоев надкостницы осуществляли на оцифрованных изображениях целлоидиновых и парафиновых гистологических срезов при помощи компьютер-

ной программы – анализатора изображений «ВидеоТест». Статистическую обработку количественных данных проводили, используя приложения «Microsoft Excel» программного продукта «Microsoft Office». Достоверность отличий средних значений оценивали при помощи двухвыборочного t-теста с различными дисперсиями.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У интактных взрослых собак надкостница тонкой полосой плотно прилегает к корковому слою кости. В ней различают два слоя - внутренний камбиальный (остеогенный) и наружный фиброзный (рис.1). Общая толщина надкостницы составляет $0,95 \pm 0,01$ мм. Внутренний камбиальный слой имеет толщину $0,25 \pm 0,0012$ мм и состоит из 4-5 рядов клеток, из которых только 2-3 ряда самого внутреннего слоя состоят из остеогенных клеток: остеобластов и преостеобластов. Остеобласты немногочисленны, располагаются непосредственно на поверхности узкого слоя остеоидной ткани коркового слоя кости (рис. 2, 3), их биосинтетическая активность выражена слабо. Они ориентированы параллельно длинной оси кости, имеют преимущественно вытянутую веретеновидную или уплощенную форму и расположены плотной цепочкой. Продольные размеры остеобластов составляют 7-10 мкм.

В остеогенных клетках камбиального слоя ядро расположено асимметрично и занимает значительный объем. Цитоплазма располагается узкой полосой вокруг ядра. Структуры биосинтетического аппарата немногочисленны. Между камбиальным слоем и внутренней частью фиброзного слоя надкостницы располагается значительное количество сосудов микроциркуляторного русла, ориентированных параллельно поверхности кости (рис. 4). Капиллярные петли, внедряющиеся в корковый слой кости, расположены перпендикулярно ее длинной оси.

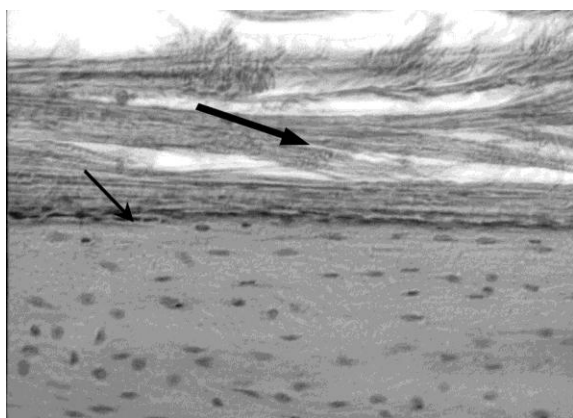


Рис. 1. Общий вид надкостницы диафиза большеберцовой кости интактной взрослой собаки. Тонкой стрелкой отмечен внутренний камбиальный (остеогенный) слой надкостницы, толстой - наружный фиброзный слой. Окраска гематоксилином-эозином. Увеличение – 25

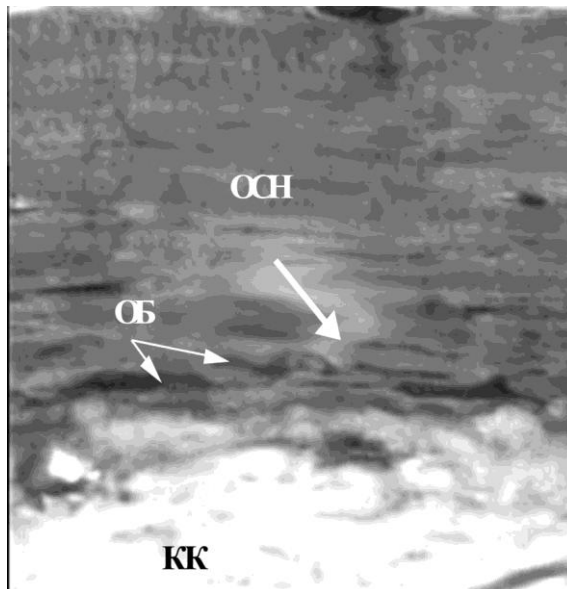


Рис. 2. Остеобласты (ОБ) остеогенного слоя надкостницы (ОШН), расположены однорядной цепочкой на поверхности остеоида коркового слоя кости (КК). Полутонкий срез. Окраска метиленовым синим-ПШИК. Увеличение – 400

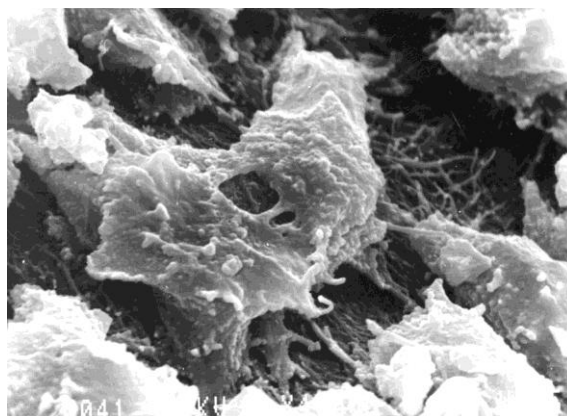


Рис. 3. Участок остеогенного слоя надкостницы большеберцовой кости собаки. Остеобласт уплощенной формы на поверхности тонкофибриллярного остеоида. Электронная сканограмма. Увеличение – 4000

Наружный слой надкостницы интактной взрослой собаки массивен и представлен плотной волокнистой соединительной тканью, состоящей из коллагеновых волокон, небольшого количества эластических волокон и фибробластов, располагающихся в 10-12 рядов (рис. 5). Фибробласты фиброзного слоя имеют размеры от 15 до 20 мкм и вытянутую, веретеновидную форму (рис. 6). Располагаются они более диф-

фузно, чем клетки камбиального слоя. Ядра в клетках светлые, овальные, содержат 1-2 крупных ядрышка. Цитоплазма слабо базофильна.

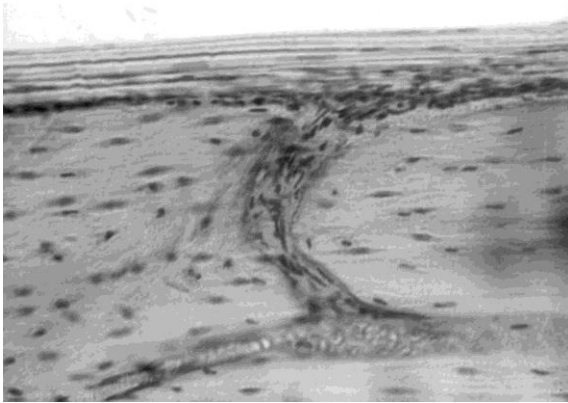


Рис. 4. Сосуды микроциркуляторного русла, врастающие из надкостницы в корковый слой большеберцовой кости собаки. Окраска гематоксилином-эозином. Увеличение – 63

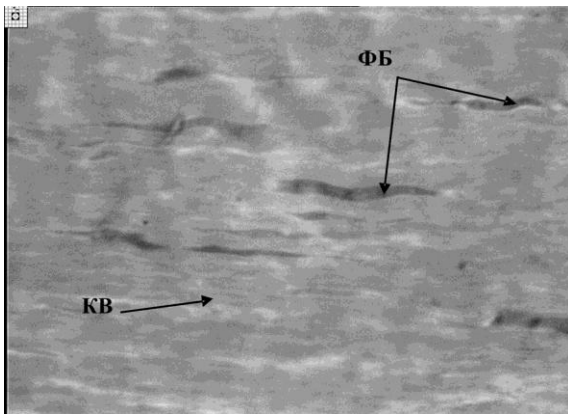


Рис. 5. Наружный слой надкостницы диафиза большеберцовой кости интактной взрослой собаки. Стрелками отмечены коллагеновые волокна (КВ) и располагающиеся между ними фибробласты (ФБ). Полутонкий срез, окрашенный метиленовым синим-ШИК. Увеличение – 800

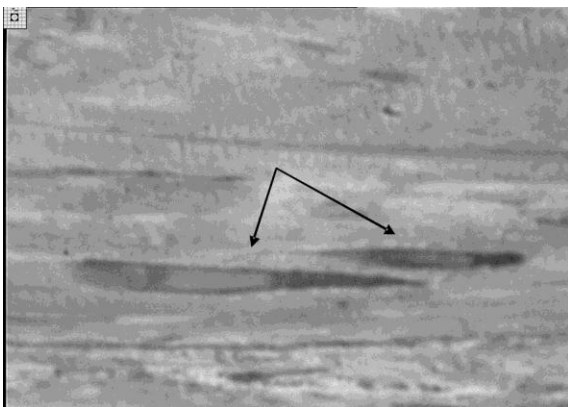


Рис. 6. Фибробласты фиброзного слоя надкостницы (стрелка). Полутонкий срез, окрашенный метиленовым синим-ШИК. Увеличение – 2000

Коллагеновые волокна внутренней части фиброзного слоя образуют плотно прилегающие друг к другу пучки, ориентированные параллельно длинной оси кости. Эластические волок-

на в этой части надкостницы представлены тонкими ветвящимися пучками, соединяющимися между собой перпендикулярными ответвлениями (рис. 7).

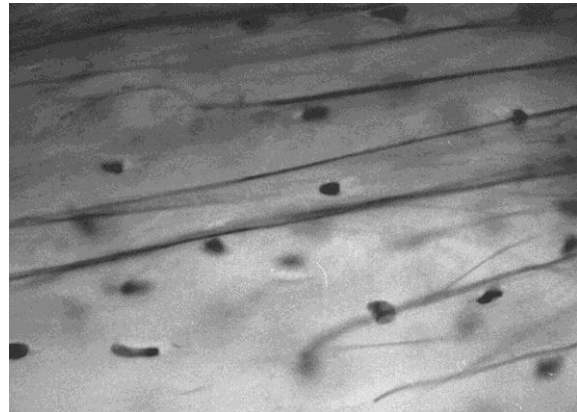


Рис. 7. Эластические волокна в фиброзном слое надкостницы большеберцовой кости интактной собаки. Окраска орсеином по методу Унны-Тенцера. Увеличение – 400

В наружной части надкостницы выявляются участки жировой прослойки. Затем следует рыхлый соединительнотканый слой с более хаотичной ориентацией коллагеновых волокон (рис. 8). Эластические волокна в этой части надкостницы имеют продольную ориентацию, значительную длину и образуют толстые пучки.

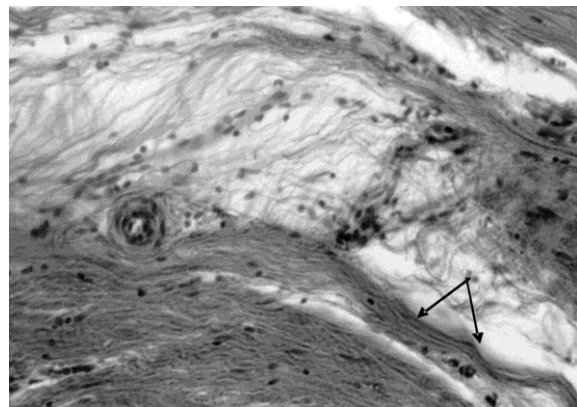


Рис. 8. Наружная часть фиброзного слоя надкостницы. Коллагеновые волокна расположены преимущественно хаотично. Присутствуют жировые включения (стрелки). Окраска по Ван-Гизону. Увеличение – 160

Исследования, выполненные методами сканирующей и трансмиссионной электронной микроскопии, показали, что коллагеновые и эластические волокна образуют пучки, расположенные параллельно поверхности кости, соединяющиеся друг с другом перпендикулярно и косопоперечно расположенными пучками волокон (единичными или в виде решетки) (рис. 9, 10).

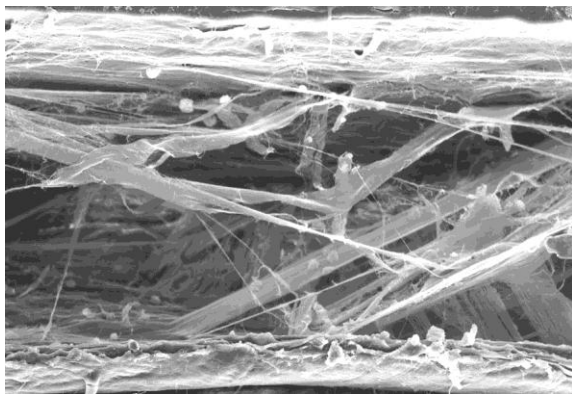


Рис. 9. Стереультраструктурные особенности фиброархитектоники надкостницы большеберцовой кости собаки. Крупные уплощенные пучки коллагеновых и эластических волокон наружного слоя соединены между собой и волокнами внутреннего слоя косо-поперечно расположенными волокнами и их пучками. Электронная сканограмма. Увеличение – 50

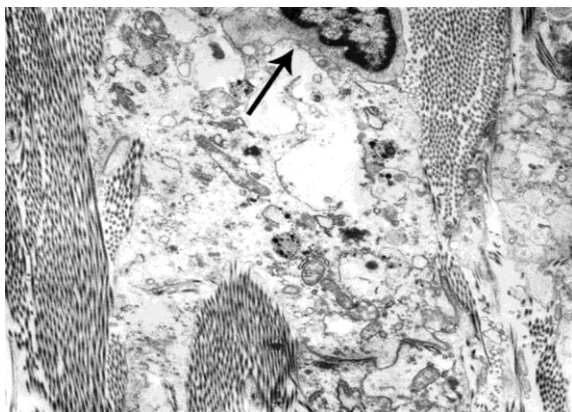


Рис. 10. Ультраструктурные особенности рыхлой соединительной ткани, расположенной между наружным и внутренним слоями надкостницы большеберцовой кости собаки. Продольные и косопоперечные толстые пучки коллагеновых волокон связаны системой коллагеновых фибрилл и тонких волокон. Между ними располагаются функционально малоактивные фибробласты (стрелка). Трансмиссионная электронная микроскопия. Увеличение – 15000

Установлено, что клетки фиброзного и камбиального слоя вплетены в фибриллярную основу и связаны с ней тонкими коллагеновыми волокнами (рис. 10).

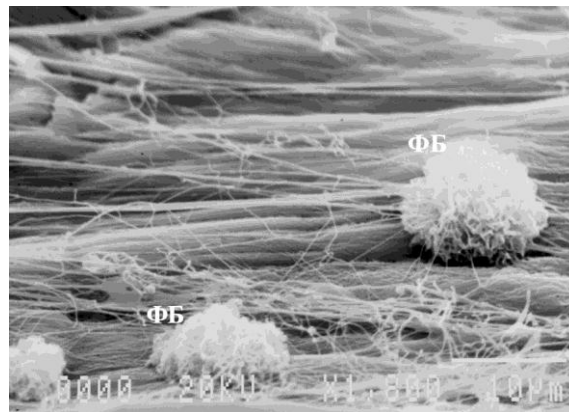


Рис. 11. Фибробласты (ФБ) фиброзного слоя надкостницы, прикрепленные к фибриллярному каркасу при помощи вплетений коллагеновых фибрилл в волокна. Электронная сканограмма. Увеличение – 1800

Проведенные исследования показали, что надкостница в диафизарной области большеберцовой кости интактных взрослых собак структурно хорошо дифференцирована и является двухслойной структурой. Она состоит из четко отграниченных внутреннего (остеогенного) и наружного (фиброзного) слоев. Остеобласты внутреннего слоя немногочисленны и расположены в один ряд. Они имеют уплощенную форму, в функциональном отношении малоактивны, продуцируемый ими слой остеоида тонок. Периастиальный остеогенез обеспечен остеобластами и преостеобластическими клеточными элементами, расположенными в 2-3 ряда. Фиброархитектоника внутреннего слоя надкостницы характеризуется наличием тонких коллагеновых и единичных эластических волокон. Наружный слой надкостницы у собак особенно хорошо выражен и состоит из толстых, уплощенных пучков коллагеновых волокон и немногочисленных эластических волокон, между которыми располагаются в несколько рядов веретеновидные фибробласты. Сосуды микроциркуляторного русла надкостницы расположены в косопоперечном направлении и сопровождаются периваскулярными малодифференцированными клетками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ремоделирование кортикального слоя большеберцовой кости после остеотомии бедренной кости на той же конечности / А. С. Аврунин [и др.] // Морфология. - 1999. - Т. 116, № 6. - С. 48-53.
2. Барков, А. В. Лечение расстройств репаративной регенерации переломов длинных костей / А. В. Барков // Ортопед., травматол. - 2000. - № 2. - С. 94-95.
3. Корж, А. А. Репаративная регенерация кости / А. А. Корж, А. М. Белоус, Е. А. Панков. - М. : Медицина, 1972. - 229 с.
4. Мажуга, П. М. Развитие и структура надкостницы у наземных позвоночных / П. М. Мажуга, Е. И. Домашевская. - Киев : Наукова думка, 1990. - 118 с.
5. Оноприенко, Г. А. Васкуляризация костей при переломах и дефектах / Г. А. Оноприенко. - М. : Медицина, 1995. - 223 с.
6. Сосудистые реакции при удлинении конечностей / А. Н. Джерелей [и др.] // Новое в травматологии и ортопедии : тез. докл. 2-й республ. науч.-практ. конф. травматологов Крыма. - Ялта, 1993. - Вып. 1. - С. 19-20.
7. Michula, A. Zdrose Hojeni zlomeniny rourovite kosti u rusnych typu osteosyntezy z Hlediska cevneho zasobovani. / A. Michula // Rozhl. Chir. - 1973. - R. 52, C. 1. - S. 35-41.
8. Rispoli, F. P. Über die osteoperiostale Decortication nach Judet bei korrektiven Osteotomien und bei Folgezuständen nach Beinbrüchen / F. P. Rispoli // Orthop. - 1967. - Bd. 104, H. 1. - S. 74-81.
9. Stankiewicz, Z. Dekortykacja kostno-mięśniowa metodą Judeta w leczeniu zaburzeń zrękatych kości długich. / Z. Stankiewicz, I. Wainert // Chir. Narząd. Ruchu Ortop. Pol. - 1970. - T. 35, z. 5. - S. 617-621.

Рукопись поступила 22.04.05.