

УДК: 611.71:611.068:616-076

© Кутя С.А., 2013

**ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ВТОРИЧНОЙ СПОНГИОЗЫ БОЛЬШЕБЕРЦОВЫХ КОСТЕЙ КРЫС ЛИНИИ ВИСТАР****Кутя С.А.***Государственное учреждение «Крымский государственный медицинский университет имени С.П. Георгиевского»*

**Кутя С.А.** Возрастные особенности строения вторичной спонгиозы большеберцовых костей крыс линии Вистар // Украинський морфологічний альманах. – 2013. – Том 11, № 2. – С. 61-63.

В статье представлены результаты исследования строения губчатого вещества проксимальной метадиафизарной зоны большеберцовых костей крыс линии Вистар различных возрастных групп. Установлено, что на первом году жизни происходит нарастание костной массы в результате увеличения количества трабекул и их толщины, упорядоченности их расположения; постепенное повышение степени соединенности. У двухлетних крыс наблюдалась утрата массы костного вещества за счет истончения трабекул, снижения их количества и степени соединенности в структуре трабекулярной сети.

**Ключевые слова:** губчатое вещество, большеберцовые кости, крысы линии Вистар.

**Кутя С.А.** Вікові особливості будови вторинної спонгії великогомілкових кісток щурів лінії Вістар // Український морфологічний альманах. – 2013. – Том 11, № 2. – С. 61-63.

У статті наведені результати дослідження будови губчастої речовини проксимальної метадіафізарної зони великогомілкових кісток щурів лінії Вістар різних вікових груп. Встановлено, що протягом першого року життя відбувається зростання кісткової маси в результаті збільшення кількості трабекул та їх товщини, впорядкованості їх розташування, поступове зростання ступеня з'єднаності. У дворічних щурів спостерігалася втрата маси кісткової речовини за рахунок стоншення трабекул, зменшення їх кількості; ступеня з'єднаності у структурі трабекулярної сітки.

**Ключові слова:** губчаста речовина, великогомілкові кістки, щури лінії Вістар.

**Kutia S.A.** Age-related features of structure of tibial secondary spongiosa in Wistar rats // Український морфологічний альманах. – 2013. – Том 11, № 2. – С. 61-63.

The study investigates age-related features of structure of trabecular bone at proximal metadiaphyseal part of tibia in Wistar rats. Growth of bone mass as a result of increase trabeculae number and thickness; arrangement order; gradual increase of connectivity were revealed during first year. Bone mass loss as a result of decrease of trabeculae number and thickness; loss of connectivity were observed in 2-years-old rats.

**Key words:** trabecular bone, tibia, Wistar rats.

Известно, что макроскопически в составе костей выделяют компактное и губчатое вещество, имеющие сходный состав и структуру матрикса, но отличающиеся плотностью. Несмотря на то, что губчатое вещество составляет только около 20% массы скелета, интенсивность метаболизма в нем высокая – 80% от общего уровня [4]. По этой причине, в первую очередь, трабекулярная кость подвергается количественным и качественным изменениям в условиях нарушенного гомеостаза, вызванного воздействием различных факторов. Поэтому, именно, губчатое вещество является предметом внимания исследователей, занимающихся проблемой состояния костной системы под влиянием экоантропогенных факторов. Следует отметить, что в научной литературе достаточно данных об особенностях строения и микроархитектоники губчатого вещества костей человека и животных на разных этапах постнатального онтогенеза [3, 6-8], но не крыс линии Вистар, которые являются одним из самых распространенных объектов исследования в экспериментальных морфологических работах. В нашей предыдущей работе [1] были представлены результаты исследования строения губчатого вещества позвонков крыс линии Вистар, а целью этого исследования стало установление возрастных изменений строения губчатого вещества вторичной спонгиозы проксимальной метадиафизарной зоны большеберцовых костей крыс-самцов линии Вистар.

**Материал и методы.** Приведенные данные являются составной частью исследований морфогенеза разных органов при действии гравитационных перегрузок. Исследование проведено на 60 крысах-самцах линии Вистар возрастом 2, 3, 4, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 24 месяцев, которые служили контролем для экспериментальных животных. Животных декапитировали под эфирным наркозом. Для гистологического исследования забирали фрагменты проксимальной трети большеберцовых костей, которые фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина. В последующем проводили их декальцинацию в растворе «Трилона-Б», обезвоживание в спиртах и заливку в парафиновые блоки. Готовили гистологические срезы толщиной 6-8 мкм в сагиттальной плоскости, которые окрашивали гематоксилином и эозином. Гистоморфометрию проводили при помощи компьютерной программы Image J.

Вначале определяли объем губчатого вещества (Sp-BV/TV) метадиафизарной зоны, под которым понимали процентное содержание костной ткани вторичной спонгиозы, расположенной между двумя кортикальными слоями. Следующим шагом было определение параметров, характеризующих собственно микроархитектонику трабекулярной кости: толщина трабекул (Tb.Th, мкм), сепарация трабекул (Tb.Sp, мкм), количество трабекул (Tb.N, в пересчете на 1 мм<sup>2</sup>). Эти показатели отражают соответственно ширину трабекул, расстояние ме-

жду ними и плотность их расположения. В последующем проводили *node-strut* анализ [5], заключающийся в подсчете количества соединений (N.Nd) и окончаний (N.Tm) в 1 мм<sup>2</sup>, расстояния между соединениями (Nd.Nd), между окончаниями (Tm.Tm) и от соединения до окончания (Nd.Tm). Под соединениями понимали места разветвления трабекул, а под окончаниями – свободно расположенные концы трабекул в составе трабекулярной сети. Для суммарной оценки степени спеленности в губчатом веществе определяли звездчатый объем костномозговых полостей –  $V^*$  [2].

Достоверность расхождения экспериментальных и контрольных данных оценивали с использованием критерия Стьюдента, достоверной считали вероятность ошибки меньше 5 % ( $p \leq 0,05$ ).

**Результаты и их обсуждение.** Проведенная гистоморфометрия показала увеличение значений показателя  $S_{p-BV}/TV$  с 34,91% у двухмесячных животных до 42,50% у тринадцатимесячных. У двухлетних крыс отмечали самые низкие значения этого параметра в сравнении с животными других возрастных групп – 32,70% (рис. 1). Полученные результаты указывают на постепенное увеличение с возрастом количества костного вещества в проксимальной метадиа-

физарной зоне большеберцовых костей, достигающее максимума в 13 месяцев. В последующем наблюдается утрата костной ткани, что свидетельствует о развитии возраст зависимого остеопороза.

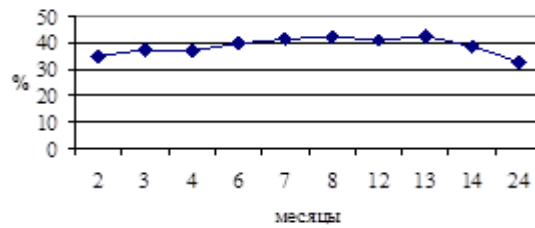


Рис. 1. Динамика изменения показателя  $S_{p-BV}/TV$  у крыс линии Вистар.

При исследовании параметров, характеризующих микроархитектонику губчатого вещества, было установлено, что значения показателей  $Tb.N$  и  $Tb.Th$  возрастали до 12 и 14 месяца соответственно, после чего наблюдали их снижение. В тоже время изменения параметра  $Tb.Sp$  носили иной характер. Отмечали постепенное снижение его значения на первом году жизни животных, а потом его увеличение у двухлетних крыс (табл. 1).

Таблица 1. Возрастная динамика изменения показателей микроархитектоники (n=60)

Возраст, мес	$Tb.N$ . (ед.)	$Tb.Th$ . (мкм)	$Tb.Sp$ . (мкм)
2	$8,10 \pm 0,20$	$47,34 \pm 0,27$	$160,35 \pm 2,52$
3	$8,32 \pm 0,19$	$46,88 \pm 0,44$	$150,76 \pm 2,03^* \#$
4	$10,77 \pm 0,40^* \#$	$48,11 \pm 0,47$	$147,58 \pm 1,30^*$
6	$13,40 \pm 0,25^* \#$	$49,99 \pm 0,44^* \#$	$144,83 \pm 1,40^*$
7	$13,35 \pm 0,28^*$	$51,43 \pm 0,36^* \#$	$140,41 \pm 2,06^*$
8	$14,44 \pm 0,25^*$	$52,37 \pm 0,21^*$	$139,95 \pm 2,09^* \#$
12	$15,46 \pm 0,18^* \#$	$55,48 \pm 0,63^* \#$	$136,65 \pm 0,88^*$
13	$14,76 \pm 0,28^*$	$56,23 \pm 0,60^*$	$139,65 \pm 2,07^*$
14	$13,25 \pm 0,33^* \#$	$58,68 \pm 0,54^* \#$	$132,45 \pm 1,72^* \#$
24	$11,68 \pm 0,41^* \#$	$52,32 \pm 0,79^* \#$	$142,43 \pm 1,72^* \#$

**Примечание:** \* -  $p \leq 0,05$  в сравнении с двухмесячными животными; # -  $p \leq 0,05$  в сравнении с животными предыдущей возрастной группы.

Это свидетельствует о том, что увеличение костной массы в структуре проксимальной метадиафизарной зоны большеберцовых костей связано с увеличением количества и толщины трабекул, сочетающееся с уменьшением расстояния между ними. Максимально эти явления выражены у половозрелых животных. Утрата губчатого вещества у двухлетних крыс происходила за счет уменьшения количества и истончения трабекул, что привело к увеличению межтрабекулярных расстояний.

При подсчете количества соединений и свободно расположенных окончаний трабекул было выявлено, что с возрастом происходит увеличение числа соединений с 2,72 у двухмесячных животных до 8,42 у двенадцатимесячных, с последующим уменьшением до 6,47 у двухлетних животных (рис. 2). Это указывает на постепенное повышение соединенности между трабекулами на протяжении первого года жизни крыс и ее снижение у двухлетних животных.

Изменения противоположной направленности были выявлены при подсчете числа окончаний. Их количество постепенно уменьшалось с 7,69 на первом сроке наблюдения до 3,25 у четырнадцатимесячных животных (рис. 2).

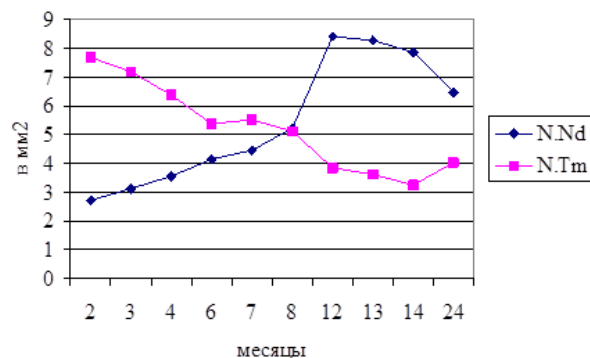


Рис. 2. Динамика изменения показателей  $N.Nd$  и  $N.Tm$  у крыс линии Вистар.

При исследовании показателей Nd.Nd, Tm.Tm та Nd.Tm было установлено, что параметр Nd.Nd, характеризующий расстояние между центрами смежных соединений у двухмесячных животных равнялся 385,63 мкм. Его значения постепенно снижались и были наименьшими у тринадцатимесячных крыс (262,15 мкм). В последующем обнаружили возрастание значений Nd.Nd - 311,72 мкм на максимальном сроке наблюдения (рис. 3). Изменения аналогичной направленности выявили при подсчете показателя Nd.Tm, отражающего расстояние от центра соединения до свободного конца трабекул. Расстояние между концами трабекул несколько уменьшалось со второго (392,74 мкм) по четвертый месяц (355,98 мкм). После чего, значение этого показателя постепенно увеличивалось и составило у четырнадцатимесячных крыс 463,95 мкм. У двухлетних животных снова обнаружили его снижение до 378,67 мкм в сравнении с предыдущим сроком наблюдения.

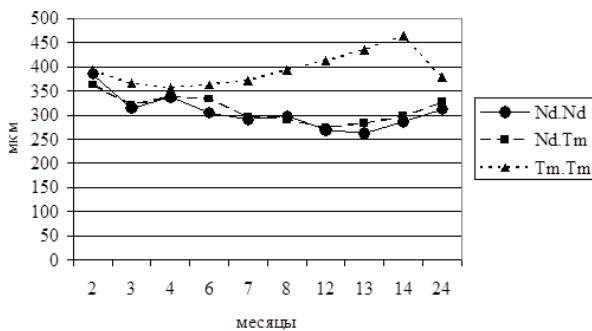


Рис. 3. Динамика изменения показателей Nd.Nd, Nd.Tm и Tm.Tm у крыс линии Вистар.

С возрастом значение показателя  $V^*$  постепенно снижалось с 80,57 мм<sup>3</sup> в два месяца до 36,16 мм<sup>3</sup> в четырнадцать (рис. 4). Наряду с увеличением количества соединений это указывает на повышение сцепленности трабекулярной сети в исследованной точке скелета крыс на первом году жизни. У двухлетних крыс значение  $V^*$  было значительно выше, чем у более молодых животных, и составило 55,12 мм<sup>3</sup>, что свидетельствует о повышении разобщенности трабекул, вызванное ускорением резорбтивных процессов, которые имеют место с возрастом.

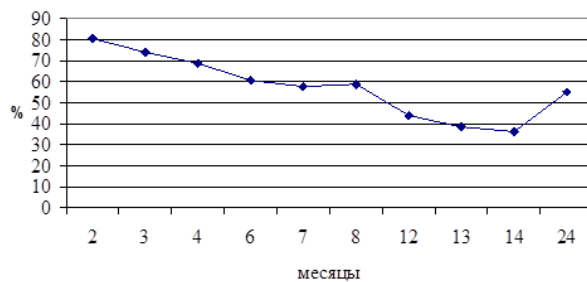


Рис. 4. Динамика изменения показателя  $V^*$  у крыс линии Вистар.

У крыс линии Вистар на первом году жизни наблюдается постепенное повышение процент-

ного содержания костного вещества в проксимальной метадиафизарной зоне большеберцовых костей за счет увеличения количества трабекул и их толщины с уменьшением расстояния между ними и повышением степени соединенности трабекул в структуре трабекулярной сети. Губчатое вещество этой точки скелета у животных двухлетнего возраста характеризуется малым объемом костного вещества за счет истончения и утраты трабекул, а также низкой степенью их сцепленности.

В перспективе планируется изучить структуру губчатого вещества в других участках скелета в возрастном аспекте.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Кутя С.А. Будова губчастої речовини поперкових хребців щурів лінії Вистар різного віку // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії. – 2009. – Т.9, вип. 4., част. 3. – С. 74 – 77.
2. Кутя С.А. «Звездчатый объем» – эффективный гистоморфометрический показатель степени соединенности элементов трабекулярной сети / С.А. Кутя // Таврический медико-биологический вестник. – 2012. – №4. – С. 212 – 214.
3. Маврич В.В. Структурно-функціональні основи організації поперкового відділу хребта людини в онтогенезі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. мед. наук : спец. 14.03.01 «Нормальна анатомія» / В.В.Маврич. – Х., 2005. – 36 с.
4. Остеопороз: эпидемиология, клиника, диагностика, профилактика и лечение / Под ред. Н.А Коржа, В.В. Поворознико, Н.В. Дедух, И.А Зупанца. – Х. : Золотые страницы, 2002. – 648 с.
5. Garrahan N.J. A new method for the two-dimensional analysis of bone structure in human iliac crest biopsies / N.J. Garrahan, R.W. Mellish, J.E. Compston // J. Microsc. – 1986. – Vol. 142 (Pt3). – P. 341 – 349.
6. Inui A. Age-related changes of bone mineral density and microarchitecture in miniature pigs / A. Inui, K. Itamoto, T. Takuma [et al.] // J. Vet. Med. Sci. – 2004. – V.66, №6. – P. 599 – 609.
7. Nafei A. Properties of growing trabecular ovine bone. Part II: architectural and mechanical properties / A. Nafei, J. Kabel, A. Odgaard [et al.] // J. Bone Joint Surg [Br]. – 2000. – V. 82-B. – P. 921 – 927.
8. Tabor Z. Comparison of trabecular bone architecture in young and old bones / Z. Tabor, E. Rokita // Med. Phys. – 2000. – V.27, №5. – P. 1165 – 1173.

Надійшла 19.01.2013 р.  
Рецензент: проф. В.І.Лузін