

УДК 611.71:616.71-089.843
© Лузин В.И., Коротун В.А., 2010

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ КОСТЕЙ СКЕЛЕТА ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ В БОЛЬШЕБЕРЦОВУЮ КОСТЬ ГИДРОКСИЛАПАТИТА, НАСЫЩЕННОГО ЦИНКОМ Лузин В.И., Коротун В.А.

ГЗ «Луганский государственный медицинский университет»

Лузин В.И., Коротун В.А. Минерализация костей скелета при имплантации в большеберцовую кость гидроксилапатита, насыщенного цинком // Украинський морфологічний альманах. – 2010. – Том 8, №4. – С. 83-86.

В эксперименте на 252 белых крысах самцах исходной массой 135-145 г установили, что имплантация в большеберцовую кость гидроксилапатитного материала ОК-015 сопровождается увеличением содержания воды, а также снижением содержания органических и минеральных веществ в тазовой и теменной костях. В ранние сроки (с 7 по 30 день) выявленные отклонения превосходят по амплитуде отклонения в группе с незаполненным дефектом, а в поздние становятся меньше их. Это обусловлено тем фактом, что в ранние сроки помимо процессов репаративной регенерации активно протекают процессы биологической резорбции имплантата, что увеличивает проявления «синдрома перелома». Насыщение материала ОК-015 цинком сглаживает негативное влияние условий эксперимента на минеральный состав исследуемых костей. Это проявляется в снижении содержания воды и увеличении содержания органических и минеральных веществ в тазовой и теменной костях. Оптимальной концентрацией цинка в ОК-015, по нашим данным, является 1,00%.

Ключевые слова: костная система, костный дефект, гидроксилапатит, цинк, минерализация.

Лузин В.И., Коротун В.О. Минералізація кісток скелету при імплантації до великогомілкової кістки гідроксилапатиту, насиченого цинком // Український морфологічний альманах. – 2010. – Том 8, №4. – С. 83-86.

В експерименті на 252 білих щурах самців масою 135-145 г встановили, що імплантація до великогомілкової кістки гідроксилапатитного матеріалу ОК-015 супроводжується збільшенням вмісту води, а також зниженням вмісту органічних і мінеральних речовин у кульшовій та тім'яній кістках. В ранні терміни (з 7 по 30 день) визначені відхилення переважають за амплітудою відхилення в групі з незаповненим дефектом, а в надалі стають менше за них. Це обумовлено тим фактом, що в ранні терміни окрім процесів репаративної регенерації активно перебігають процеси біологічної резорбції імплантата, що підвищує проявлення «синдрому перелому». Насичення матеріалу ОК-015 цинком згладжує негативний вплив умов експерименту на мінеральний склад досліджуваних кісток. Це проявляється в зниженні вмісту води та збільшенні вмісту органічних і мінеральних речовин к кульшовій тім'яній кістках. Оптимальною концентрацією цинка в ОК-015, за нашими даними, є 1,00%.

Ключові слова: кісткова система, кістковий дефект, гідроксилапатит, цинк, мінералізація.

Luzin V.I., Korotun V.A. Mineralization of bones at implantation in a tibiae hydroxylapatite, saturated with zinc // Український морфологічний альманах. – 2010. – Том 8, №4. – С. 83-86.

At experiment on 252 white males rats in initial weight 135-145 g have established, that implantation in a tibiae hydroxylapatite material ОК-015 is accompanied by increase in the content of water, and also decrease of organic and mineral substances in pelvic and parietal bones. In early terms (from 7 for 30 day) the revealed deviations surpass in amplitude of a deviation in group with the blank defect, and in late become less them. It is caused by fact, that in early terms besides processes of reparative regenerations actively proceed processes biological resorption of implant, that increases displays of "a fractures syndrome". Saturation of material ОК-015 by zinc smoothes negative influence of conditions of experiment on mineral structure of investigated bones. It is shown in decrease of water content and increase of organic and mineral substances in pelvic and parietal bones. Optimum concentration of zinc in ОК-015, on our data, are 1,00 %.

Key words: bone system, bone defect, hydroxylapatite, zinc, mineralization.

Известно, что повреждение одной из костей скелета сопровождается системной ответной реакцией организма – так называемым «синдромом перелома» [7, 18]. Он сопровождается изменением гуморальной регуляции кальций-фосфорного обмена, дисбалансом минерального и химического состава костей, нарушением их структуры и снижением их прочности; по мере увеличения срока, прошедшего после перелома изменения постепенно нивелируются, но сохраняются еще длительное время [7, 10, 16]. При этом доказано, что активность и продолжительность ответной реакции организма зависит от активности процессов репаративной регенерации [7-10].

Для оптимизации процессов репаративной регенерации при пластике костных дефектов используют с хорошими результатами используют гидроксилапатитные материалы, насыщенные солями различных металлов (марганца, селена, меди, железа и др.) [1, 11, 15]. В этом случае возникает проблема правильного подбора концентрации металлов в имплантате, для того, чтобы найти «золотую середину» между оптимизацией процессов репаративной регенерации в области дефекта и активностью адаптационных процессов в скелете.

Цель данного исследования: изучить химический состав костей белых крыс при нанесении сквозного дырчатого дефекта в большеберцовой кости в условиях сохранения функциональной на-

грузки на конечность и заполнении его биогенным гидроксилапатитным материалом ОК-015, насыщенным цинком в концентрациях 0,20%, 0,50% и 1,00%. Работа является фрагментом межкафедальной НИР Луганского государственного медицинского университета «Особенности роста, строения и регенерации трубчатых костей при пластике костных дефектов материалами на основе гидроксилапатита» (государственный регистрационный номер - 0103U006651).

Материал и методы исследования. Исследования были проведены на 252 белых крысах-самцах с исходной массой тела 135-145 г, распределенных на 6 групп: 1-ая группа – интактные животные, 2-ая группа – крысы, которым под эфирным наркозом стандартным стоматологическим бором наносили на границе между проксимальным метафизом и диафизом большеберцовой кости сквозной дырчатый дефект диаметром 2,2 мм. Поскольку передне-задний размер большеберцовой кости в этой области составляет не менее 3 мм, манипуляция не сопровождалась нарушением целостности костного органа и создавались условия для сохранения функциональной нагрузки на нижнюю конечность [6]. В 3-ей группе в нанесенный дефект имплантировали блоки биогенного гидроксилапатита диаметром 2,2 мм, содержащего стеклофазу (материал ОК-015). В 4-6-ой группах дефект заполняли блоками ОК-015, насыщенного цинком в концентрациях соответственно 0,20%, 0,50% и 1,00%. Все ма-

нипуляции на животных выполняли в соответствии с правилами Европейской конвенции защиты позвоночных животных, использующихся в экспериментальных и других научных целях [18].

По истечении сроков эксперимента (7, 15, 30, 60, 90 и 180 дней) крыс забивали путем декапитации под эфирным наркозом. У животных освобождали от мягких тканей скелета тазовые и теменные кости, высушивали их в сухожаровом шкафу при 102°C в течение суток и озоляли в муфельной печи при температуре 450-500°C в течение 12 часов [3, 14].

Все полученные цифровые данные обрабатывали методами вариационной статистики с использованием стандартных прикладных программ [5].

Результаты и их обсуждение. Для исследования были избраны тазовая кость, представляющая преимущественно наиболее лабильным губчатым костным веществом, и теменная – как типичная покровная кость. Все полученные результаты в обяза-

тельном порядке сравнивались с показателями одно-возрастных интактных животных.

За период наблюдения (с 7 по 180 день) содержание воды и органических веществ в тазовой кости интактных животных уменьшалось с 37,20±0,36% до 29,76±0,64% и с 26,33±0,14% до 23,67±0,54%, содержание минеральных веществ возрастало с 36,37±0,33% до 46,57±0,67% (табл. 1). В теменной кости динамика минерального состава была в целом аналогичной – содержание воды и органических веществ за период наблюдения уменьшалось соответственно с 23,28±0,65% до 21,90±0,85% и с 29,29±0,28% до 26,40±0,33%, а доля минеральных веществ возрастала с 47,43±0,78% до 51,70±0,76% (табл. 2). Различия в относительных показателях минерального состава тазовой и теменной костей объясняется тем, что тазовая кость образована преимущественно губчатым костным веществом, а теменная – преимущественно компактным [2].

Таблица 1. Показатели минерального состава тазовой кости (в %) половозрелых белых крыс контрольной и подопытных групп (X±Sx).

Группа	Сроки, дни	Содержание воды	Содержание орг. веществ	Содержание мин. веществ
Конт- роль	7	37,20±0,36	26,33±0,14	36,37±0,33
	15	35,21±0,70	26,06±0,29	38,73±0,64
	30	33,91±0,96	24,91±0,40	41,18±0,72
	60	32,36±0,63	22,89±0,46	44,75±0,37
	90	30,33±1,20	24,04±0,37	45,63±1,11
	180	29,76±0,64	23,67±0,54	46,57±0,67
Де- фект	7	38,73±0,67	26,04±0,44	35,24±0,59
	15	38,03±0,69*	25,41±0,26	36,56±0,47*
	30	37,24±1,38	25,24±0,38	37,52±1,04*
	60	36,09±0,49*	21,94±0,54	41,97±0,84*
	90	36,89±0,57*	20,63±0,38*	42,48±0,56*
	180	31,55±0,75	23,87±0,54	44,58±0,94
ОК- 015	7	41,97±1,10**	24,54±0,55*	33,49±0,59*
	15	38,26±0,87*	25,74±0,42	36,00±0,52*
	30	33,86±0,67*	23,62±0,60**	37,52±0,25*
	60	32,95±0,22**	24,69±0,22**	42,37±0,32*
	90	37,48±1,07*	21,33±0,33*	41,18±0,88*
	180	30,61±1,00	24,25±0,29	45,14±1,01
ОК- 015+ Zn 0,20%	7	38,17±0,47#	26,50±0,73	35,33±0,33**
	15	36,61±0,73	26,06±0,24	37,33±0,50
	30	33,62±0,97#	25,66±0,32#	40,72±0,75**
	60	31,16±0,34#	26,53±0,31**	42,32±0,37*
	90	35,26±0,71*	24,14±0,28**	40,61±0,52**
	180	29,02±0,53*	23,15±0,46	47,83±0,57**
ОК- 015+ Zn 0,50%	7	39,28±0,45*	25,23±0,32*	35,49±0,26**
	15	35,57±0,47**	26,17±0,15^	38,26±0,53**
	30	33,86±1,01#	25,40±0,39#	40,74±0,65**
	60	29,79±0,82**	25,91±0,26**	44,30±0,53**
	90	33,21±0,70**	24,01±0,38**	42,78±0,67
	180	29,54±0,71	24,27±0,18	46,19±0,74
ОК- 015 + Zn 1,00%	7	39,87±0,45*	25,19±0,38*	34,94±0,17**
	15	35,24±0,86**	27,31±0,57^	37,45±0,47
	30	35,28±1,06#	24,53±0,74	40,20±0,71#
	60	30,62±0,80**	26,38±0,28**	43,00±0,52*
	90	34,63±0,35**	24,72±0,52**	40,64±0,59**
	180	30,27±0,73	23,87±0,28	45,87±0,66

Примечание: * - обозначает достоверное отличие от группы интактных животных (p<0,05); ^ - обозначает достоверное отличие от группы с незаполненным дефектом (p<0,05); # - обозначает достоверное отличие от группы с имплантацией ОК-015 без легирования (p<0,05).

При нанесении незаполненного костного дефекта (2-я группа) содержание воды в тазовой кости было больше контрольного во все установленные сроки эксперимента соответственно на 4,10% (p>0,05), 7,99%, 9,81% (p>0,05), 11,55%, 21,62% и 6,00% (p>0,05). Доля минерального компонента была меньше контрольной с 15 дня эксперимента соответственно на 5,58%, 8,88%, 6,22%, 6,89% и 4,27% (p>0,05), а доля органических веществ – к 60 и 90 дням - соответственно на 4,16% (p>0,05) и 12,55%.

В теменной кости изменения были аналогичными, но регистрировались с 15 дня – содержание воды

Таблица 2. Показатели минерального состава теменной кости (в %) половозрелых белых крыс контрольной и подопытных групп (X±Sx).

Группа	Сроки, дни	Содержание воды	Содержание орг. веществ	Содержание мин. веществ
Конт- роль	7	23,28±0,65	29,29±0,28	47,43±0,78
	15	21,90±0,44	28,75±0,67	49,35±0,42
	30	24,16±1,31	26,89±0,96	48,95±0,62
	60	23,47±0,75	26,14±0,54	50,39±0,65
	90	23,04±0,57	25,95±0,57	51,00±0,62
	180	21,90±0,85	26,40±0,33	51,70±0,76
Де- фект	7	24,17±0,87	27,89±0,94	47,94±0,57
	15	25,21±0,49*	27,14±0,38	47,65±0,43*
	30	24,27±0,89	28,88±0,45	46,85±0,69
	60	28,41±0,77*	23,31±0,47*	46,28±0,51*
	90	26,17±1,25*	24,24±0,73	49,59±0,72
	180	25,42±0,85*	24,73±0,64*	49,85±0,70
ОК- 015	7	22,94±0,31	28,45±0,23*	48,61±0,35
	15	23,21±0,29**	29,29±0,45^	47,49±0,39*
	30	24,65±0,71	27,89±0,52	47,46±0,91
	60	24,94±0,75^	26,68±0,37^	46,39±0,57*
	90	24,91±1,09	25,22±0,67	49,87±1,41
	180	24,18±0,91	25,20±0,71	50,62±0,86
ОК- 015+ Zn 0,20%	7	25,28±0,67#	27,07±0,39**	47,65±0,42
	15	22,18±0,45^	29,08±0,44^	48,74±0,21**
	30	22,38±0,39#	28,89±0,21	48,73±0,25^
	60	22,83±0,50**	27,72±0,34**	49,45±0,64
	90	23,38±0,79	27,01±0,34**	49,61±0,57
	180	21,91±0,18**	26,70±0,38*	51,39±0,37
ОК- 015+ Zn 0,50%	7	24,44±0,70	27,68±0,43*	47,88±0,37
	15	21,73±0,79^	28,78±0,57^	49,49±0,96
	30	22,68±0,32#	27,98±0,23	49,34±0,22^
	60	22,17±0,73**	28,41±0,45**	49,41±0,40
	90	23,31±0,64	26,96±0,17**	49,73±0,56
	180	21,95±0,82^	27,17±0,49**	50,88±0,52
ОК- 015 + Zn 1,00%	7	23,39±0,64	28,10±0,25*	48,51±0,67
	15	22,52±0,90^	29,10±0,53*	48,38±0,40
	30	21,95±0,53#	28,09±0,24	49,96±0,51**
	60	23,32±0,67^	27,44±0,65^	49,24±0,35
	90	22,54±0,39^	27,40±0,38**	50,06±0,34
	180	23,26±0,18^	26,28±0,35	50,46±0,35

в ней превосходило контрольное к 15, 60, 90 и 180 дням соответственно на 15,10%, 21,03%, 13,56% и 16,04%, а доля минерального компонента была меньше контрольной с 15 по 60 дни – на 3,43%, 4,28% (p>0,05) и 4,19%. Содержание органических веществ при этом было меньше контрольного в период с 60 по 90 дни – на 10,83%, 6,59% (p>0,05) и 6,32%.

Таким образом, нанесение незаполненного костного дефекта в большеберцовой кости при сохранении функциональной нагрузки на конечность, сопровождается дисбалансом химического состава костей скелета. Это проявляется в увеличении со-

держания воды и снижении доли минерального компонента, которые выражены вплоть до окончания эксперимента (180 день), а также уменьшении фракции органического компонента к 60 и 90 дням после нанесения дефекта. В теменной кости выявленные изменения проявляются несколько позже, чем в тазовой кости (с 15 дня), что обусловлено тем, что теменная кость представлена преимущественно компактными костным веществом [2].

При имплантации ОК-015 (3-я группа) отклонения в химическом составе исследуемых костей проявлялись раньше и были более выраженными. Содержание воды в тазовой кости было больше контрольного (1-я группа) к 7, 15, 30 и 90 дням эксперимента соответственно на 12,80%, 8,65%, 14,60% и 23,59%, а доля минерального компонента меньше аналогичной в 1-й группе в период с 7 по 90 дни эксперимента соответственно на 8,17%, 7,04%, 8,90%, 5,33% и 9,75%. Доля органического компонента к 7 дню была меньше значений интактных животных на 6,78%, к 30 дню – на 5,17% ($p > 0,05$), к 60 дню превосходила их на 7,83%, а к 90 дню вновь понижалась – на 11,27%.

В теменной кости изменения были выражены меньше и сглаживались раньше: к 7 дню содержание органических веществ было меньше контрольного на 2,85%. К 15 дню содержание воды превосходило показатели 1-й группы на 5,99%, а содержание минеральных веществ было меньше их же на 3,75%, а к 60 дню было выявлено лишь снижение доли минеральных веществ – на 3,97%.

Сравнение полученных результатов с показателями 2-й группы выявило следующее: в тазовой кости содержание воды превосходило контрольные значения к 7 дню на 8,36%, к 30 дню – на 4,36% ($p > 0,05$), а к 60 дню было уже меньше их на 11,53%. В теменной кости содержание воды было меньше значений 2-й группы к 7, 15 и 60 дням соответственно на 5,08% ($p > 0,05$), 7,22% и 12,22%.

Содержание органических веществ в тазовой кости к 7 и 30 дням было меньше контрольного (2-я группа) на 5,74% ($p > 0,05$) и 6,42%, а к 60 дню превосходило их на 12,21%. В теменной кости содержание органических веществ было больше значений 2-й группы к 15 и 60 дням – на 7,93% и 14,43% соответственно. Доля минеральных веществ по сравнению с показателями 2-й группы достоверно не изменялась.

Таким образом, имплантация в большеберцовую кость гидроксилатапитного материала ОК-015 при сохранении функциональной нагрузки на конечность, сопровождается увеличением содержания воды в тазовой и теменной костях, а также снижением содержания органических и минеральных веществ. В ранние сроки (с 7 по 30 день) выявленные отклонения превосходят по амплитуде отклонения в группе с незаполненным дефектом, а в поздние становятся меньше их. Это обусловлено тем фактом, что в ранние сроки помимо процессов репаративной регенерации активно протекают процессы биологической резорбции имплантата, что увеличивает проявления «синдрома перелома». После 30 дня ионы кальция, образовавшиеся после резорбции ОК-015, напротив сглаживают ответную реакцию костной системы.

Имплантация ОК-015, насыщенного цинком, сопровождалась сглаживанием изменений химического состава костей в условиях эксперимента. В 4-й группе (ОК-015, насыщенный цинком в концентрации 0,20%) доля воды в тазовой кости была меньше значений 3-й группы (ОК-015 без цинка) во все установленные сроки эксперимента на 9,04%, 4,31%

($p > 0,05$), 13,49%, 5,43%, 5,94% ($p > 0,05$) и 5,19% ($p > 0,05$). Содержание органических веществ преобладало над показателями 3-й группы к 7, 30, 60 и 90 дням соответственно на 7,97% ($p > 0,05$), 8,65%, 7,46% и 13,15%, а доля минерального компонента – к 7, 15, 30 и 180 дням соответственно на 5,17%, 3,69% ($p > 0,05$), 8,53% и 5,97%.

В теменной кости к 7 дню доля воды превосходила показатели 3-й группы на 10,21%, а доля органических веществ была меньше на 4,87%. В дальнейшем содержание минеральных веществ превосходило показатели 3-й группы к 15 и 30 дням – на 2,63% и 2,67% ($p > 0,05$), а доля органических веществ – с 30 по 180 дни соответственно на 3,58% ($p > 0,05$), 3,93% ($p > 0,05$), 7,09% и 5,93% ($p > 0,05$). Содержание воды в теменной кости в период с 15 по 180 дни было меньше контрольного (3-я группа) в период с 15 по 180 дни на 4,45% ($p > 0,05$), 9,19%, 8,46%, 6,12% ($p > 0,05$) и 9,37%. При этом доля органических веществ к 7 дню эксперимента была меньше значений 3-й группы на 4,87%, а с 30 по 180 дни уже превосходила их соответственно на 3,58% ($p > 0,05$), 3,93% ($p > 0,05$), 7,09% и 5,93% ($p > 0,05$). Содержание минеральных веществ было больше значений 3-й группы лишь к 15 дню – на 2,63%.

При имплантации ОК-015, насыщенного цинком в концентрации 0,50% (4-я группа) содержание воды в тазовой кости было меньше значений 3-й группы в период 7 по 90 дни эксперимента соответственно на 6,40% ($p > 0,05$), 7,04%, 12,87%, 9,57% и 11,40%. Доля органического компонента, напротив, была больше значений 3-й группы с 30 по 90 дни эксперимента – на 7,52%, 4,96% и 12,55% соответственно. При этом содержание минеральных веществ в тазовой кости превосходило значения 3-й группы во все установленные сроки эксперимента соответственно на 5,97%, 6,29%, 8,60%, 4,55%, 3,67% ($p > 0,05$) и 2,33% ($p > 0,05$).

В теменной кости содержание воды также было меньше контрольного но с 15 по 180 дни – соответственно на 6,40% ($p > 0,05$), 7,98%, 11,08%, 6,42% ($p > 0,05$) и 9,20% ($p > 0,05$). Содержание органических веществ превосходило контрольное (3-я группа) с 60 по 180 дни на 6,52%, 6,90% и 7,79%, а доля минерального компонента достоверно не изменялась.

Использование ОК-015, насыщенного цинком в концентрации 1,00% (6-я группа), с 7 по 30 дни сопровождалось увеличением содержания минеральных веществ в тазовой кости в сравнении с 3-й группой на 4,32%, 4,03% ($p > 0,05$) и 7,14%. Доля воды была меньше аналогичных показателей 3-й группы с 7 по 90 дни соответственно на 4,98% ($p > 0,05$), 7,89%, 8,23%, 7,06% и 7,60%, а доля органического компонента превосходила их на 2,63% ($p > 0,05$), 6,09% ($p > 0,05$), 3,84% ($p > 0,05$), 6,87% и 15,89%.

В теменной кости отличия от значений 3-й группы регистрировались в период с 30 по 90 дни, когда доля воды была меньше контрольной на 10,95%, 6,48% и 9,53% ($p > 0,05$). Содержание минеральных веществ достоверно превосходило контрольное к 30 дню – на 5,26%, а содержание органических веществ к 90 дню – на 8,63%.

Таким образом, насыщение имплантируемого в большеберцовую кость материала ОК-015 цинком сглаживает негативное влияние условий эксперимента на минеральный состав исследуемых костей. Это проявляется в снижении содержания воды и увеличении содержания органических и минеральных веществ в тазовой и теменной костях. Оптимальной концентрацией цинка в ОК-015, по нашим данным,

является 1,00%; в этом случае химический состав костей животных подопытной группы ранее всего не отличается от показателей интактных животных.

Полученные результаты можно объяснить следующим образом: в результате биологической резорбции имплантата высвобождаются ионы цинка, которые поступают в кровь. Известно, что при повышенном уровне цинка повышает активность щелочной фосфатазы [12], которая разрушает ингибиторы кальцификации в участках, окруженных остеобластами. В результате щелочную фосфатазу считают местным фактором минерализации костной ткани [4]. Помимо этого щелочная фосфатаза, в состав которой входят четыре атома цинка, катализирует гидролиз моноэфиров фосфорной кислоты [12]. В результате высвободившиеся фосфат-ионы связываются с ионами кальция либо с NH_2 -группами оксипептида, входящего в состав коллагена [13]. В результате создаются благоприятные условия для оптимизации как синтеза органического матрикса, так и его обызвествления.

Выводы:

1. Нанесение незаполненного костного дефекта в большеберцовой кости при условии сохранения функциональной нагрузки на конечность, сопровождается дисбалансом химического состава костей скелета. Это проявляется в увеличении содержания воды и снижении доли минерального компонента, которые выражены вплоть до окончания эксперимента (180 день), а также уменьшении фракции органического компонента к 60 и 90 дням после нанесения дефекта. В теменной кости выявленные изменения проявляются несколько позже, чем в тазовой кости (с 15 дня), что обусловлено тем, что теменная кость представлена преимущественно компактным костным веществом.

2. Имплантация в большеберцовую кость гидроксиапатитного материала ОК-015 при сохранении функциональной нагрузки на конечность, сопровождается увеличением содержания воды в тазовой и теменной костях, а также снижением содержания органических и минеральных веществ. В ранние сроки (с 7 по 30 день) выявленные отклонения превосходят по амплитуде отклонения в группе с незаполненным дефектом, а в поздние становятся меньше их. Это обусловлено тем фактом, что в ранние сроки помимо процессов репаративной регенерации активно протекают процессы биологической резорбции имплантата, что увеличивает проявления «синдрома перелома». После 30 дня ионы кальция, образовавшиеся после резорбции ОК-015, напротив сглаживают ответную реакцию костной системы.

3. Насыщение имплантируемого в большеберцовую кость материала ОК-015 цинком сглаживает негативное влияние условий эксперимента на минеральный состав исследуемых костей. Это проявляется в снижении содержания воды и увеличении содержания органических и минеральных веществ в тазовой и теменной костях. Оптимальной концентрацией цинка в ОК-015, по нашим данным, является 1,00%; в этом случае химический состав костей животных подопытной группы ранее всего не отличается от показателей интактных животных.

Перспективы дальнейших исследований. С целью подтверждения выявленных закономерностей будет проведено макроэлементного состава костей скелета.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ивченко В.К. Особенности химического состава регенерата, формирующегося при пластике костных дефектов мате-

риалами на основе гидроксиапатита с различным содержанием марганца / В.К. Ивченко, В.И. Лузин, Д.В. Ивченко, [и др.] // «Новое в травматологии и ортопедии». Материалы Всеукраинской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 50-летию НИИ травматологии и ортопедии Донецкого государственного медицинского университета им. М. Горького. – Донецк, 2006. – С. 25-26.

2. Ковешников В.Г. Скелетные ткани: хрящевая ткань, костная ткань. Под ред. В.Г. Ковешникова. / В.Г. Ковешников, М.Х. Абакаров, В.И. Лузин. – Луганск: Изд-во Луганского госуниверситета, 2000. – 154с.: ил.

3. Колб В.Г. Клиническая биохимия / В.Г. Колб, В.С. Камышников - Минск: Беларусь, - 1976. - С.209 - 211.

4. Корж А.А. Репаративная регенерация кости / А.А. Корж, А.М. Белоус, Е.Я. Панков. – Москва: Медицина, 1972. – 232 с.

5. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич. – Киев: Морис, 2000. – 320 с.

6. Лузин В.И. Методика моделирования костного дефекта у лабораторных животных / В.И. Лузин, Д.В. Ивченко, А.А. Панкратьев, и др. // Украинский медицинский альманах. – 2005. – Том 8, №2 (дополн.). – С. 162.

7. Лузин В.И. Минеральная насыщенность различных отделов скелета при имплантации в большеберцовую кость „Остеоапатита керамического – 015” / В.И. Лузин, И.Г. Новосколькова, В.В. Стрий, [и др.] // Украинский морфологический альманах. – 2007. – Т. 5, № 2. – С. 114-115.

8. Лузин В.И. Рост и формирование костей скелета белых крыс при нанесении дырчатого дефекта большеберцовых костей на различных этапах постнатального онтогенеза / В.И. Лузин, В.Н. Прочан // Украинский морфологический альманах. – 2008. – Том 6, №4. – С. 69-74.

9. Лузин В.И. Прочностные характеристики плечевой кости белых крыс различного возраста при нанесении дырчатого дефекта большеберцовых костей / В.И. Лузин, В.Н. Прочан // Украинский медицинский альманах. – 2009. – Том 12, №1. – С. 102-106.

10. Лузин В.И. Фазовый состав костного минерала губчатого вещества плечевой кости при нанесении сквозного дырчатого дефекта большеберцовой кости у белых крыс различного возраста / В.И. Лузин, В.Н. Прочан // Проблемы экологической та мед. генетики і клін. імунології. – 2009. – Вип. 8 (95). – С. 603-612.

11. Лузин В.И. Прочность плечевой кости при имплантации в большеберцовую кость гидроксиапатитного материала ОК-015, легированного медью / В.И. Лузин, В.В. Стрий // Украинский медицинский альманах. – 2009. – Том 12, №5. – С. 114-117.

12. Морфофункциональная организация, реактивность и регенерация костной ткани / [В.Г. Гололобов, А.К. Дулаев, Р.В. Деев, Е.Н. Цыган]. – СПб.: Военно-медицинская академия, 2006. – 47 с.

13. Музафаров А.И. Данные клинко-рентгенологического исследования легких у рабочих цинкового производства / А.И. Музафаров // Гигиена труда и профессиональные заболевания. – Алма-Ата. – 2002. – Том XXIX. – Ч. 2. – С. 62-65.

14. Новиков Ю.В. Применение спектрографии для определения минерального состава костной ткани при гигиенических исследованиях / Ю.В. Новиков, А.В. Аксюк, А.М. Ленютчиков // Гигиена и санитария. - 1969. - №6. - С.72-76.

15. Скоблин А.П. Микроэлементы в костной ткани / А.П. Скоблин, А.М. Белоус. - М.: Медицина, 1968.- 232 с.

16. Франке Ю. Остеопороз / Ю. Франке, Г. Рунге. - М.: Медицина, 1995. – 304 с.

17. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purpose: Council of Europe 18.03.1986. - Strasbourg, 1986. - 52 p.

18. Lowe N.M. Is there a potential therapeutic value of copper and zinc for osteoporosis? / N.M. Lowe, W.D. Fraser, M.J. Jackson // Proc.Nutr.Soc. - 2002. - Vol. 61. – P.181-185.

Надійшла 24.10.2010 р.
Рецензент: проф. В.Г.Ковешніков