

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

УДК 616-036.864:611.018.4

О. В. Калмин, Д. В. Никишин, Ю. М. Володина

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗОРБИРУЕМОЙ МЕМБРАНЫ «BIO-GIDE»

Аннотация.

Актуальность и цели: оценка эффективности применения резорбируемой мембраны «Bio-Gide» для лечения дефектов костной ткани в условиях эксперимента.

Материал и методы. Гистологическими методами изучены образцы тканей от девяти половозрелых кроликов из области искусственных дефектов нижней челюсти через 14, 28 суток и на 42-е сутки после операции. В первой группе лечение осуществлялось с использованием резорбируемой мембраны «Bio-Gide». Во второй группе терапия произведена в сочетании «Bio-Gide» с остеопластическим материалом «Bio-Oss». В третьей группе использованы «Bio-Gide» с хитозаном в комбинации с «Bio-Oss».

Результаты. Исследование показало, что эффективность остеорегенерации выше в образцах с применением дополнительных остеопластических материалов, чем при использовании «Bio-Gide» в чистом виде, о чем свидетельствует более активная васкуляризация и более высокая относительная площадь костной ткани к окончанию эксперимента.

Заключение. К окончанию эксперимента зона повреждения полностью закрыта незрелой костной тканью. Взаиморасположение костных трабекул соответствовало начальным этапам функциональной адаптации. Образовавшиеся ретикулярная и сосудистая ткани выполняли свою функцию. Используемая пластина «Bio-Gide» претерпевала процесс интеграции в собственные ткани организма и к 42-м суткам не обнаруживалась в образцах. При использовании «Bio-Gide» в чистом виде образование мозоли идет преимущественно через хрящевую стадию.

Ключевые слова: ксеноперикард, костная ткань, соединительная ткань, регенерация, костный дефект, хитозан.

O. V. Kalmin, D. V. Nikishin, Yu. M. Volodina

MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF EFFECTIVENESS OF A «BIO-GIDE» RESORBABLE MEMBRANE

Abstract.

Background. The objective of the research is to evaluate efficiency of a «Bio-Gide» resorbable membrane for treatment of bone defects in experimental conditions.

Materials and methods. Using the histological methods the authors studied tissue samples from 9 adult rabbits from mandible artificial defect areas after 14, 28 and

42 days after surgery. In group 1 treatment was carried out using the «Bio-Gide» resorbable membrane. In the 2nd group therapy was performed with the «Bio-Gide» combined with the «Bio-Oss» osteoplastic material. In the third group the authors used the «Bio-Gide» with chitosan in combination with the «Bio-Oss».

Results. The study showed that effectiveness of the osteoregeneration is higher in samples with additional osteoplastic materials than in cases when the «Bio-Gide» was used in its pure form, as evidenced by more active vascularization and a higher relative area of bone tissue by the end of the experiment.

Conclusion: By the end of the experiment the defect area is completely closed by the immature bone tissue. Relationship between bone trabeculae corresponded to the initial stages of functional adaptation. The formed reticular and vascular tissues performed its functions. The used «Bio-Gide» underwent the process of integration into the body's own tissues and by the 42-th day was not detected in the samples. When using the «Bio-Gide» in pure form, callus is formed mainly through a cartilaginous stage.

Key words: xenopericard, bone tissue, fibrotic tissue, regeneration, bone defect, chitosan.

Введение

Одной из актуальных проблем современной хирургической стоматологии является выбор методики и материала с целью заполнения дефектов костной ткани, образующихся в результате воспалительных и дистрофических процессов [1].

Успешно зарекомендовали себя в этой сфере ксенобиотрансплантаты. Их применение с целью остеорегенерации демонстрирует весьма успешные результаты, что позволяет им занимать одно из ведущих мест среди аналогов. Дополнительно они отвечают ряду требований, предъявляемых к трансплантатам в костную ткань, как то: биосовместимость, прочность, пористая структура, высокая способность инициировать пролиферацию собственных костных клеток. «Bio-Gide» – коллагеновая изолирующая мембрана, полученная из ксеноперикарда, прекрасно выполняет роль барьера для направленной регенерации костной ткани в челюстно-лицевой хирургии. Она достаточно эластична, хорошо заполняет имеющийся дефект, не требует дополнительного оперативного вмешательства с целью ее удаления, так как полностью биоинтегрирует в окружающие ткани, не вызывая при этом побочных эффектов [1, 2].

Для достижения более высоких результатов в лечении очагов деструкции костной ткани ксеноперикардальной пластиной «Bio-Gide» ее применяют в сочетании с другими остеопластическими биологическими веществами, что дает возможность получать дополнительные свойства. С этой целью успешно применяется остеопластический биоматериал «Bio-Oss», который обладает остеоиндуктивными свойствами. Его пористая структура успешно прорастает кровеносными сосудами и новообразованными костными клетками. Применение данного материала позволяет успешно восполнять недостающий объем костной ткани, обеспечивая стабильность пораженного очага и предотвращение его резорбции, что при парадонтите способствует сохранению зубочелюстного сегмента [3].

Еще одним биополимером, применяемым для остеорегенерации, является производное хитина – хитозан. В сочетании с ним к используемой ксеноперикардальной пластине добавляется ряд положительных свойств: повышение регенераторной способности, гемостатическая, антиоксидантная и

антисептическая активность, иммуностимуляция, выраженные сорбционные свойства, что уменьшает число интра- и послеоперационных осложнений, сокращает время реабилитации больных [4, 5].

Таким образом, использование ксенобиотрансплантатов и перечисленных выше биополимеров для хирургической коррекции дефектов костной ткани остается актуальной и в настоящее время недостаточно исследованной проблемой, что в условиях не всегда успешного консервативного лечения и риска развития осложнений определяет ее высокую медико-социальную значимость [6].

В связи с этим целью данного исследования явилась морфологическая оценка эффективности применения резорбируемой мембраны «Bio-Gide» в чистом виде, совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss», а также в комбинации с «Bio-Oss» и хитозаном для лечения дефектов костной ткани в условиях эксперимента.

Материал и методы исследования

Материалом исследования послужили девять половозрелых кроликов породы «шиншилла» массой 2–2,5 кг. Все эксперименты, уход и содержание животных осуществлялись в соответствии с Директивой № 63 от 22.09.2010 Президиума и Парламента Европы «О защите животных, используемых для научных исследований» и приказом Минздрава РФ № 267 от 19.06.2003 «Об утверждении правил лабораторной практики».

У всех животных были сформированы искусственные дефекты нижней челюсти. Затем экспериментальные животные были разделены на три группы. В первой группе лечение осуществлялось с использованием резорбируемой мембраны «Bio-Gide». Вторую группу составили животные, лечение костного дефекта которых осуществлялось с закрытием зоны повреждения резорбируемой мембраной «Bio-Gide» в сочетании с остеопластическим материалом «Bio-Oss». В третьей группе применялась резорбируемая мембрана «Bio-Gide» в комбинации с остеопластическим материалом «Bio-Oss» и хитозаном.

Животных выводили из эксперимента на 14-е, 28-е и 42-е сутки. Образцы тканей фиксировали в 10 % растворе нейтрального формалина. Затем из каждой зоны оперативного вмешательства были получены по два образца тканей для микроскопического исследования, которые декальцинировали в 6 % растворе азотной кислоты в течение двух суток и после обезвоживания заливали в парафин. Парафиновые срезы толщиной 6–7 мкм окрашивали гематоксилином-эозином и по Ван-Гизону.

Для морфометрии выполняли микросъемку десяти полей зрения с каждого препарата при увеличении $\times 200$ и $\times 400$ на микроскопе Leica DM-1000 при помощи фотокамеры Nikon. Изучение микроскопического строения проводили на персональном компьютере с использованием программы ImageTool v.3.0. Были изучены абсолютная и относительная площади поперечного сечения костной, соединительной и хрящевой тканей, красного костного мозга, кровеносных сосудов. Полученные данные подвергались вариационно-статистической обработке с использованием программного пакета Statistica 7.0.

Результаты исследования

На 14-е сутки эксперимента в образцах с использованием метода изоляции костного дефекта ксеноперикардальной пластиной «Bio-Gide» при ги-

стологическом исследовании фрагментов нижней челюсти экспериментальных животных были обнаружены признаки дистрофии по краю костного дефекта, умеренно выраженная лимфогистиоцитарная инфильтрация. В глубине дефекта выявлялась образующаяся грубоволокнистая соединительная ткань, при окраске по методу Ван-Гизона отмечалось наличие фуксинофильных коллагеновых волокон (рис. 1,а). Отмечалось наличие хондроцитов. Область ксеноперикардальной пластины имела незначительно выраженные признаки воспалительной реакции, происходила ее биодеградация и биоинтеграция. Воспалительный процесс в тканях пародонта был представлен очагами инфильтрации.

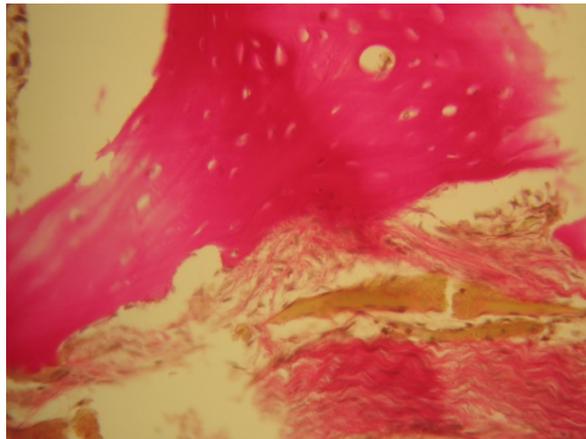
Морфометрическое исследование позволило установить, что относительная площадь поперечного сечения костной ткани составляла в среднем $57,65 \pm 1,81$ %, соединительной ткани – $32,73 \pm 1,77$ %. Хрящевая ткань занимала $0,58 \pm 0,29$ %, кровеносные сосуды – $2,11 \pm 0,57$ % площади. Средняя площадь, занимаемая красным костным мозгом, составляла $8,74 \pm 0,35$ % (табл. 1).

Таблица 1

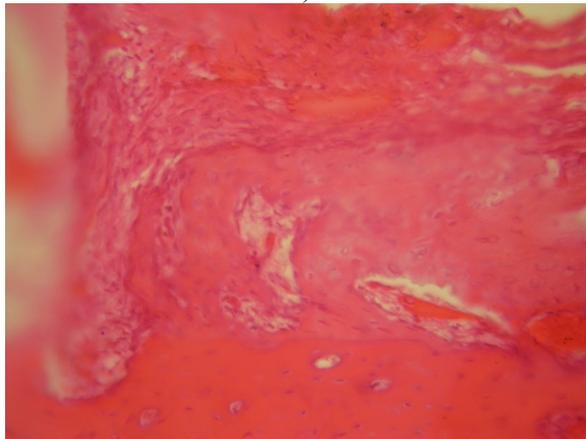
Относительная площадь тканевых компонентов
в области дефекта в разные сроки после операции (%)

Срок	Ткань	«Bio-Gide»	«Bio-Gide» + + «Bio-Oss»	«Bio-Gide» + + «Bio-Oss» + + хитозан
14-е сутки	Костная ткань	$57,65 \pm 1,81$	$59,80 \pm 2,07$	$60,01 \pm 1,74$
	Хрящевая ткань	$0,58 \pm 0,29$	0	0
	Соединительная ткань	$32,73 \pm 1,77$	$24,26 \pm 2,03$	$18,77 \pm 1,86$
	Кровеносные сосуды	$2,11 \pm 0,57$	$5,16 \pm 0,83$	$6,65 \pm 0,60$
	Красный костный мозг	$8,74 \pm 0,35$	$13,70 \pm 0,47$	$13,16 \pm 0,52$
28-е сутки	Костная ткань	$58,25 \pm 1,86$	$60,15 \pm 2,29$	$60,98 \pm 2,63$
	Хрящевая ткань	$0,19 \pm 0$	0	0
	Соединительная ткань	$30,35 \pm 1,76$	$22,00 \pm 2,26$	$23,27 \pm 2,42$
	Кровеносные сосуды	$2,46 \pm 0,35$	$6,62 \pm 0,46$	$7,19 \pm 0,61$
	Красный костный мозг	$9,48 \pm 0,36$	$16,28 \pm 0,33$	$15,18 \pm 0,39$
42-е сутки	Костная ткань	$59,42 \pm 2,93$	$61,76 \pm 1,96$	$63,99 \pm 1,57$
	Хрящевая ткань	0	0	0
	Соединительная ткань	$29,08 \pm 2,99$	$18,20 \pm 1,84$	$16,77 \pm 1,46$
	Кровеносные сосуды	$3,21 \pm 0,59$	$7,57 \pm 1,24$	$7,58 \pm 1,13$
	Красный костный мозг	$10,04 \pm 0,36$	$18,42 \pm 0,37$	$19,11 \pm 0,28$

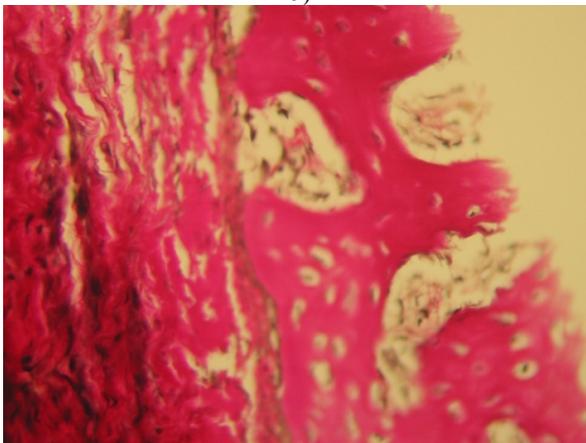
При использовании метода изоляции костного дефекта ксеноперикардальной пластиной «Bio-Gide» совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss» гистологическое исследование к 14-м суткам эксперимента позволило обнаружить признаки дистрофии, расположенной по краю костного дефекта, аналогичные предыдущим образцам.



а)



б)



в)

Рис. 1. Участки тканей из области эксперимента на 14-е сутки: *а* – метод изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide». Окраска по Ван-Гизону, $\times 400$; *б* – метод изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» в сочетании с остеопластическим материалом «Bio-Oss». Окраска гематоксилином и эозином, $\times 400$; *в* – метод изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» в сочетании с остеопластическим материалом «Bio-Oss» и хитозаном. Окраска по Ван-Гизону, $\times 400$

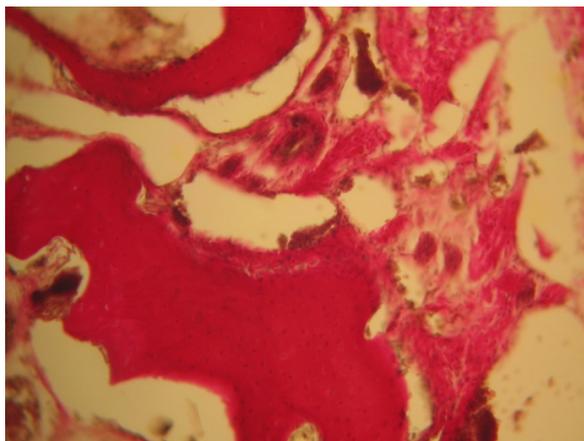
Выявлялись участки лимфогистиоцитарной инфильтрации. Отмечались зоны развития грубоволокнистой соединительной ткани в глубоких отделах дефекта, количество которой несколько меньше, чем при использовании мембраны в чистом виде. При окраске по методу Ван-Гизона обнаруживались фуксинофильные коллагеновые волокна (рис. 2,б), дистальнее зоны повреждения отмечались начальные признаки остеогенеза. По мере удаления от очага деструкции степень зрелости костной ткани увеличивалась. В зоне используемой ксеноперикардиальной пластины имелись слабо выраженные признаки воспалительной реакции, происходила ее биодеградация и биоинтеграция. Воспалительный процесс в тканях пародонта был представлен слабо выраженными очагами инфильтрации.

Проведенный морфометрический анализ позволил установить, что относительная площадь поперечного сечения костной ткани составляла $59,80 \pm 2,07$ %, соединительной ткани – $24,26 \pm 2,03$ %. Хрящевая ткань не выявлялась. Кровеносные сосуды занимали $5,16 \pm 0,83$ % площади. Средняя площадь, занимаемая красным костным мозгом, составляла $13,70 \pm 0,47$ % (см. табл. 1).

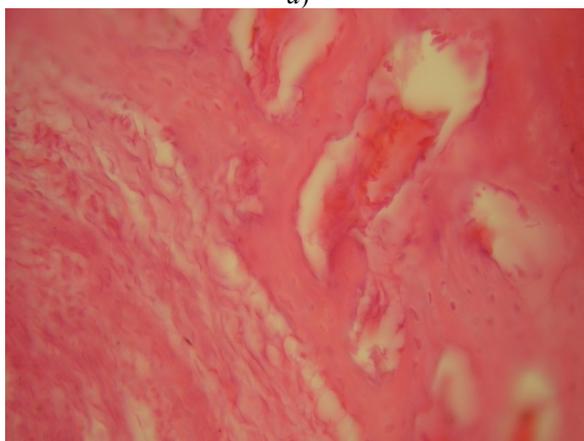
На 14-е сутки эксперимента при использовании метода изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» с хитозаном совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss» при гистологическом исследовании были обнаружены незначительные признаки дистрофии по краю костного дефекта. Выявлялось малое количество зон лимфогистиоцитарной инфильтрации. Отмечались участки развития грубоволокнистой соединительной ткани в глубоких отделах дефекта. При окраске по методу Ван-Гизона обнаруживались фуксинофильные коллагеновые волокна, дистальнее зоны повреждения отмечались начальные признаки остеогенеза, который протекал активнее, чем в предыдущих образцах (рис. 1,в). По мере удаления от очага деструкции степень зрелости костной ткани увеличивалась. В зоне используемой пластины имелись слабо выраженные признаки воспалительной реакции, биодеградация и биоинтеграция ксеноперикарда происходила более активно, чем в образцах из двух других групп. Воспалительный процесс в тканях пародонта был представлен слабо выраженными очагами инфильтрации.

При морфометрическом исследовании установлено, что площадь поперечного сечения костной ткани составляла $60,01 \pm 1,74$ %. Относительная площадь соединительной ткани – $18,77 \pm 1,86$ %. Хрящевая ткань не выявлялась. Кровеносные сосуды занимали $6,65 \pm 0,60$ %. Средняя площадь, занимаемая красным костным мозгом, составляла $13,16 \pm 0,52$ % (см. табл. 1).

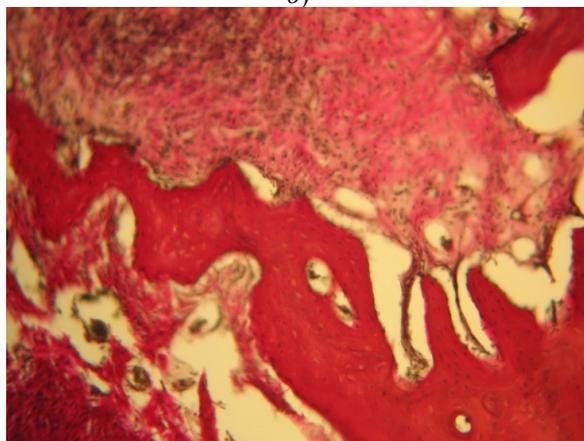
Таким образом, к 14-м суткам эксперимента выявлено, что процесс остеорегенерации протекает эффективнее при использовании метода изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» с хитозаном совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss». Относительная площадь костной ткани в данных образцах на 2,36 % больше, чем в образцах, где резорбируемая мембрана применялась в чистом виде, и на 0,21 % выше, чем в образцах с применением ксеноперикардиальной пластины «Bio-Gide» совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss». Следует отметить, что при использовании ксеноперикардиальной пластины «Bio-Gide» в чистом виде образование соединительнотканной мозоли идет преимущественно энхондральным путем, через хрящевую стадию, чего не отмечается в других образцах.



а)



б)



в)

Рис. 2. Участки тканей из области эксперимента на 28-е сутки: а – метод изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide». Окраска по Ван-Гизону, $\times 200$; б – метод изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» в сочетании с остеопластическим материалом «Bio-Oss». Окраска гематоксилином и эозином, $\times 400$; в – метод изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» в сочетании с остеопластическим материалом «Bio-Oss» и хитозаном. Окраска по Ван-Гизону, $\times 200$

Эффективность прорастания очага поражения кровеносными сосудами также выше при использовании метода изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» с хитозаном совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss» на 4,45 % по сравнению с методом применения мембраны «Bio-Gide» в чистом виде и на 1,49 % по сравнению с образцами, где применялась ксеноперикардиальная пластина «Bio-Gide» совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss».

На 28-е сутки эксперимента в образцах с использованием метода изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» при гистологическом исследовании выявлялась грубоволокнистая соединительная ткань, что свидетельствовало о продолжающемся остеогенезе (рис. 2,а). В зоне новообразования костной ткани отмечалось наличие хондроцитов, что свидетельствовало о том, что образование первичной мозоли происходило преимущественно через хрящевую стадию. Неупорядоченное положение пластинок с большим количеством фибробластов на поверхности позволяло судить о незрелом характере новообразованной костной ткани. Костные трабекулы содержали большое количество остеобластов и незначительное количество остеоцитов. В ячейках ретикулярной ткани между костными трабекулами располагались очаги кроветворения и новосформированные сосуды.

После проведенного морфометрического исследования установлено, что относительная площадь поперечного сечения костной ткани составляла $58,25 \pm 1,86$ %. Относительная площадь соединительной ткани составила в среднем $30,35 \pm 1,76$ %. Хрящевая ткань занимала $0,19 \pm 0$ %. Кровеносные сосуды занимали $2,46 \pm 0,35$ %. Средняя площадь, занимаемая красным костным мозгом, составляла $9,48 \pm 0,36$ % (см. табл. 1).

В образцах с использованием метода изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss» при гистологическом исследовании на 28-е сутки эксперимента выявлялась грубоволокнистая соединительная ткань, что свидетельствовало о продолжающемся остеогенезе, однако выявлялась она в несколько меньшем количестве по сравнению с образцами, где «Bio-Oss» не использовался (рис. 2,б). Неупорядоченное положение пластинок с большим количеством фибробластов на поверхности позволяло судить о незрелом характере новообразованной костной ткани. Костные трабекулы содержали большое количество остеобластов и незначительное количество остеоцитов. В ячейках ретикулярной ткани между костными трабекулами располагались очаги кроветворения и новосформированные сосуды, количество которых значительно превышало таковое в предыдущих образцах. Наблюдалась практически полная биоинтеграция используемой ксеноперикардиальной пластины.

Проведенное морфометрическое исследование установило, что площадь поперечного сечения костной ткани достигала $60,15 \pm 2,29$ %. Относительная площадь соединительной ткани составила в среднем $22,00 \pm 2,26$ %. Хрящевая ткань не выявлена. Кровеносные сосуды занимали $6,62 \pm 0,46$ % площади. Средняя площадь, занимаемая красным костным мозгом, составляла $16,28 \pm 0,33$ % (см. табл. 1).

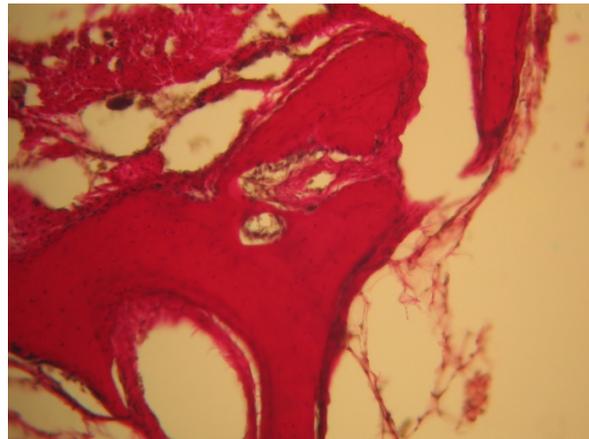
На 28-е сутки эксперимента при использовании метода изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» с хитозаном совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss» при гистологическом ис-

следовании выявлялась грубоволокнистая соединительная ткань, что свидетельствовало о продолжающемся остеогенезе, который протекал эффективнее по сравнению с вышеуказанными образцами в предыдущих двух группах (рис. 2, в). Неупорядоченное положение пластинок с большим количеством фибробластов на поверхности позволяло судить о незрелом характере новообразованной костной ткани. Костные трабекулы содержали большое количество остеобластов и незначительное количество остеоцитов. В ячейках ретикулярной ткани между костными трабекулами располагались очаги кроветворения и новообразованные сосуды в большом количестве. Наблюдалась практически полная биоинтеграция используемой ксеноперикардиальной пластины.

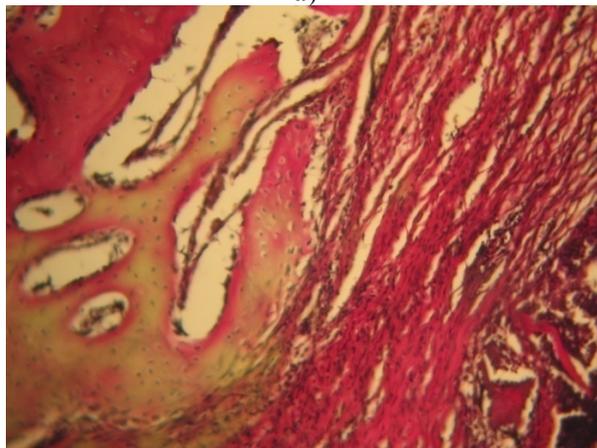
Установлено, что площадь поперечного сечения костной ткани составляла в среднем $60,98 \pm 2,63$ %, площадь соединительной ткани – $23,27 \pm 2,42$ %. Хрящевая ткань не выявлена. Кровеносные сосуды занимали $7,19 \pm 0,61$ % площади. Средняя площадь, занимаемая красным костным мозгом, составляла $15,18 \pm 0,39$ % (см. табл. 1).

Таким образом, на 28-е сутки эксперимента процесс регенерации костной ткани протекал эффективнее при использовании изоляции костного дефекта резорбируемой мембраной «Bio-Gide» с хитозаном совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss». Относительная площадь костной ткани в данных образцах на 2,73 % больше, чем в образцах, где резорбируемая мембрана применялась в чистом виде, и на 0,83 % выше, чем в образцах с применением ксеноперикардиальной пластины «Bio-Gide» совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss». При использовании ксеноперикардиальной пластины «Bio-Gide» в чистом виде были обнаружены хондроциты, т.е. образование соединительнотканной мозоли идет преимущественно через хрящевую стадию, что менее эффективно и чего не отмечалось в других образцах. Скорость прорастания очага поражения кровеносными сосудами также выше при использовании метода изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» с хитозаном совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss» на 4,73 % по сравнению с методом применения мембраны «Bio-Gide» в чистом виде и на 0,57 % по сравнению с образцами, где применялась ксеноперикардиальная пластина «Bio-Gide» совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss».

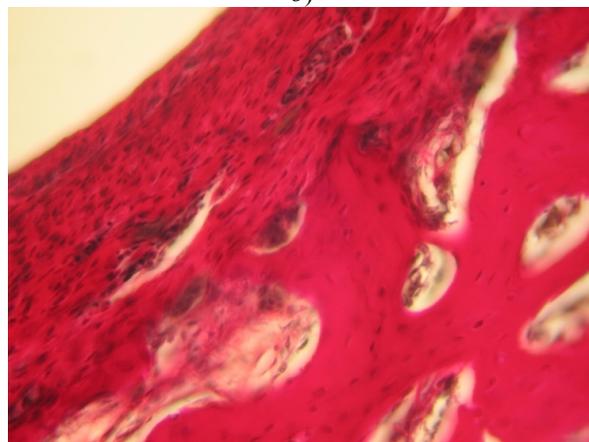
К 42-м суткам эксперимента в образцах с использованием метода изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» происходило дальнейшее созревание и формирование костной мозоли. На значительном количестве участков выявлялись признаки ее ремоделирования, связанные с переходом из соединительнотканной стадии развития в костную. Обнаруживались отдельные участки, где встречались хондроциты (рис. 3, а). Об активных процессах перестройки костной ткани свидетельствовали также значительное количество остеобластов и остеокластов в новообразованной костной ткани. Между костными пластинками в значительном количестве выявлялась ретикулярная ткань, в ячейках которой находились активные кроветворные элементы. В области эксперимента обнаруживались новообразованные очаги сосудов. Грубоволокнистая соединительная ткань выявлялась в поверхностных слоях по краю дефекта, она содержала фибробласты в значительном количестве. Происходили процессы биодеградации и биоинтеграции используемой ксеноперикардиальной пластины «Bio-Gide».



а)



б)



в)

Рис. 3. Участки тканей из области эксперимента на 42-е сутки: *а* – метод изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide». Окраска по Ван-Гизону, $\times 200$; *б* – метод изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» в сочетании с остеопластическим материалом «Bio-Oss». Окраска по Ван-Гизону, $\times 200$; *в* – метод изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» в сочетании с остеопластическим материалом «Bio-Oss» и хитозаном. Окраска по Ван-Гизону, $\times 400$

При морфометрическом исследовании установлено, что площадь поперечного сечения костной ткани составило $59,42 \pm 2,93$ %, площадь соединительной ткани – в среднем $29,08 \pm 2,99$ %. Хрящевая ткань не выявлена. Кровеносные сосуды занимали $3,21 \pm 0,59$ % площади. Средняя площадь, занимаемая красным костным мозгом, составляла $10,04 \pm 0,36$ % (см. табл. 1).

В образцах с использованием метода изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss» к 42-м суткам эксперимента происходило дальнейшее более активное созревание и формирование костной мозоли. На значительном количестве участков выявлялись признаки ее ремоделирования, связанные с переходом из соединительнотканной стадии развития в костную (рис. 3,б). Большое количество остеобластов и остеокластов в новообразованной костной ткани свидетельствовало об активных процессах перестройки костной ткани. Между костными пластинками в значительном количестве выявлялась ретикулярная ткань, в ячейках которой находились активные кроветворные элементы. В области эксперимента обнаруживались новообразованные очаги сосудов, количество которых значительно больше, чем в образцах из первой группы. Грубоволокнистая соединительная ткань выявлялась в поверхностных слоях по краю дефекта, она содержала фибробласты в значительном количестве. Используемая ксеноперикардиальная пластина «Bio-Gide» подвергалась процессам биодеградации и биоинтеграции.

При морфометрии выявлено, что площадь поперечного сечения костной ткани составляла в среднем $61,76 \pm 1,96$ %, относительная площадь соединительной ткани – в среднем $18,20 \pm 1,84$ %. Хрящевая ткань не выявлена. Кровеносные сосуды занимали $7,57 \pm 1,24$ %. Средняя площадь, занимаемая красным костным мозгом, составляла $18,42 \pm 0,37$ % (табл. 1).

К 42-м суткам эксперимента при использовании метода изоляции костного дефекта ксеноперикардиальной пластиной «Bio-Gide» с хитозаном совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss» созревание и формирование костной ткани происходило активнее, чем в других образцах. На значительном количестве участков выявлялись признаки ее ремоделирования, связанные с переходом из соединительнотканной стадии развития в костную (рис. 3,б). Об активных процессах перестройки костной ткани свидетельствовали также значительное количество остеобластов и остеокластов в новообразованной костной ткани. Между костными пластинками в значительном количестве выявлялась ретикулярная ткань, в ячейках которой находились активные кроветворные элементы. В области эксперимента обнаруживались новообразованные очаги сосудов. Грубоволокнистая соединительная ткань выявлялась в поверхностных слоях по краю дефекта, она содержала фибробласты в значительном количестве. В образцах третьей группы используемая ксеноперикардиальная пластина «Bio-Gide» к 42-м суткам подверглась процессам биодеградации и биоинтеграции полностью.

В ходе проведенного морфометрического исследования установлено, что площадь поперечного сечения костной ткани составила в среднем $63,99 \pm 1,57$ %, площадь соединительной ткани – $16,77 \pm 1,46$ %. Хрящевая ткань не выявлена. Кровеносные сосуды занимали $7,58 \pm 1,13$ % площади. Средняя площадь, занимаемая красным костным мозгом, составила $19,11 \pm 0,28$ % (см. табл. 1).

Таким образом, к 42-м суткам эксперимента выявлено, что процесс остеорегенерации протекал успешнее при использовании метода изоляции костного дефекта ксеноперикардальной пластиной «Bio-Gide» с хитозаном совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss». Относительная площадь костной ткани в данных образцах на 4,57 % больше, чем в образцах, где резорбируемая мембрана применялась в чистом виде, и на 2,23 % выше, чем в образцах с применением ксеноперикардальной пластины «Bio-Gide» совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss». При использовании ксеноперикардальной пластины «Bio-Gide» в чистом виде на 42-е сутки хрящевая ткань не была обнаружена. Эффективность прорастания очага кровеносными сосудами выше при использовании ксеноперикардальной пластины «Bio-Gide» с хитозаном совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss» на 4,37 % по сравнению с методом применения мембраны «Bio-Gide» в чистом виде и незначительно выше (на 0,01 %) по сравнению с образцами, где применялась ксеноперикардальная пластина «Bio-Gide» совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss».

Заключение

Проведенное экспериментальное исследование показало, что в исследуемых образцах зона повреждения полностью была закрыта незрелой костной тканью. Взаиморасположение костных трабекул соответствовало начальным этапам функциональной адаптации к силе и направлению нагрузок. Образовавшаяся ретикулярная и сосудистая ткань выполняла свою функцию. Используемая ксеноперикардальная пластина «Bio-Gide» претерпевала процесс интеграции в собственные ткани организма и к окончанию эксперимента не обнаруживалась в образцах. Процесс остеорегенерации протекал эффективнее при использовании метода изоляции костного дефекта ксеноперикардальной пластиной «Bio-Gide» с хитозаном совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss». При использовании ксеноперикардальной пластины «Bio-Gide» в чистом виде были обнаружены хондроциты, т.е. образование соединительнотканной мозоли идет преимущественно через хрящевую стадию, что является менее эффективным видом остеогенеза и чего не отмечается в других образцах. Прорастание очага кровеносными сосудами также выше в образцах с использованием ксеноперикардальной пластины «Bio-Gide» с хитозаном совместно с остеопластическим материалом «Bio-Oss».

Список литературы

1. **Лекишвили, М. В.** Биологические имплантаты в реконструктивной хирургии / М. В. Лекишвили, М. Г. Васильев, В. В. Зайцев // Труды Астраханской государственной медицинской академии. – 2009. – Т. 38. – С. 61–62.
2. Изучение *in vivo* свойств ксеноперикарда, прошедшего различную обработку химико-ферментативным методом / О. В. Калмин, Л. В. Живаева, А. А. Венедиктов, Д. В. Никишин, В. К. Фуки, М. Т. Генгин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2013. – № 2. – С. 15–26.
3. **Грудянов, А. И.** Остеопластические материалы, используемые при хирургическом лечении заболеваний пародонта / А. И. Грудянов, А. И. Ерохин // Пародонтология. – 1998. – № 1. – С. 13–23.

4. **Петрович Ю. А.** Хитозан: структура и свойства. Использование в медицине / Ю. А. Петрович // Стоматология. – 2008. – Т. 87, № 4. – С. 72–77.
5. Biomaterials containing chitosan and fibroin / G. Strobin, M. Kuharska, D. Ciechanska et al. // Polish chitin Society: Monograph. Lodz. – 2006. – № 11. – P. 61–68.
6. **Пестов, А.** Стоматологические материалы из хитозана и карбоксиэтилхитозана / А. Пестов, Ю. Бондарь, Т. Мирсаев // Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана : материалы VIII международ. конф. – М. : ВНИРО, 2006. – С. 233–236.

References

1. Lekishvili M. V., Vasil'ev M. G., Zaytsev V. V. *Trudy Astrakhanskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii* [Proceedings of Astrakhan State Medical Academy]. 2009, vol. 38, pp. 61–62.
2. Kalmin O. V., Zhivaeva L. V., Venediktov A. A., Nikishin D. V., Fuki V. K., Gengin M. T. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki* [University proceedings. Volga region. Medical sciences]. 2013, no. 2, pp. 15–26.
3. Grudyanov A. I., Erokhin A. I. *Parodontologiya* [Parodontics]. 1998, no. 1, pp. 13–23.
4. Petrovich Yu. A. *Stomatologiya* [Dentistry]. 2008, vol. 87, no. 4, pp. 72–77.
5. Strobin G., Kuharska M., Ciechanska D. et al. *Polish chitin Society: Monograph. Lodz.* 2006, no. 11, pp. 61–68.
6. Pestov A., Bondar' Yu., Mirsaev T. *Sovremennye perspektivy v issledovanii khitina i khitozana: materialy VIII mezhdunarod. konf.* [Modern prospects in chitin and chitosan research: proceedings of VIII international conference]. Moscow: VNIRO, 2006, pp. 233–236.

Калмин Олег Витальевич

доктор медицинских наук, профессор,
заведующий кафедрой анатомии
человека, Медицинский институт,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)

E-mail: ovkalmin@gmail.com

Kalmin Oleg Vital'evich

Doctor of medical sciences, professor,
head of sub-department of human anatomy,
Medical Institute, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Никишин Дмитрий Викторович

кандидат медицинских наук, доцент,
кафедра анатомии человека,
Медицинский институт, Пензенский
государственный университет (Россия,
г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: nikishindv@gmail.com

Nikishin Dmitriy Viktorovich

Candidate of medical sciences, associate
professor, sub-department of human
anatomy, Medical Institute, Penza
State University (40 Krasnaya street,
Penza, Russia)

Володина Юлия Михайловна

ассистент, кафедра анатомии человека,
Медицинский институт, Пензенский
государственный университет (Россия,
г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: yafonasova@mail.ru

Volodina Yuliya Mikhaylovna

Assistant, sub-department of human
anatomy, Medical Institute, Penza
State University (40 Krasnaya street,
Penza, Russia)

УДК 616-036.864:611.018.4

Калмин, О. В.

Морфологический анализ эффективности применения резорбируемой мембраны «Bio-Gide» / О. В. Калмин, Д. В. Никишин, Ю. М. Володина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2014. – № 3 (31). – С. 5–18.