

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-3-119-126
УДК: 616.314–089.23; 616,716,1–089,87

ИЗУЧЕНИЕ ВАСКУЛЯРИЗАЦИИ И РЕПАРАТИВНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ПЛАСТИНЧАТОЙ КОСТНОЙ ТКАНИ В ИСКУССТВЕННО СМОДЕЛИРОВАННЫХ ДЕФЕКТАХ ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Таиров У. Т.

Научно-клинический институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии г. Душанбе, Таджикистан

Примечание редакции

Эта публикация посвящена экспериментальной части исследования, проведенного в 1986–87 гг. на базе экспериментального сектора ИМП АМН СССР в г. Обнинске. Исследование было выполнено У. Т. Таировым в процессе работы по обоснованию авторской методики лечения больных с врожденными и приобретенными деформациями средней зоны лицевого черепа. Методика включала проведение щадящей остеотомии верхней челюсти с последующей дозированной дистракцией остеотомированного верхнечелюстного комплекса. Эта работа велась в 1977–80 гг. в Центральном научно-исследовательском институте стоматологии (ЦНИИС) г. Москвы. По ее итогам была успешно защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук.

Помимо доказательств правомочности предлагаемого дистракционного метода лечения, в эксперименте предполагалось изучить репаративную регенерацию пластинчатой костной ткани при искусственно смоделированных дефектах различных величин.

В силу различных причин, в том числе исторического характера, это исследование осталось практически незамеченным для мировой науки. Однако вопросы, поднятые в нем, остаются актуальными до настоящего времени, поэтому оно может представлять интерес для современных специалистов.

Аннотация

Предмет. Регенерация — одна из актуальных медико-биологических проблем. Область исследования, связанная с ее изучением, как раньше, так и теперь является ареной острых дискуссий. Регенерация кости находится в прямой зависимости от уровня местного метаболизма и ранней васкуляризации поврежденной области, которые обеспечивают питание и оксигенацию клеточных структур регенерата, а также минерализации, благодаря чему кость приобретает только ей присущие механические свойства. Исходя из этой предпосылки, главное внимание исследователей было уделено изучению сосудисто-регенерационного комплекса в зоне формирования костного регенерата и его минерализации.

При неблагоприятных условиях (недостаток регионарного кровообращения, значительный диастаз отломков, чрезмерная нестабильность и пр.) формирование интермедиарной мозоли задерживается или исключается. Следует отметить, что имеются значительные успехи в решении многих проблем репаративной регенерации и васкуляризации трубчатых костей, вместе с этим остается нерешенным ряд вопросов, связанных с васкуляризацией и репаративной регенерацией пластинчатых костных тканей, особенно средней зоны лицевого черепа.

Цель. Изучение на основании экспериментальных исследований динамики репаративной регенерации пластинчатой костной ткани в искусственно смоделированных дефектах различных величин в носолобной области верхней челюсти.

Методология. Экспериментальный материал охватывает IV серии опытов, поставленных на 68 взрослых (от 6 мес. до одного года) кроликах обоих полов породы «Шиншилла», массой от 2,5–3,0 кг.

Все животные содержались в условиях вивария экспериментального сектора ИМП АМН СССР. Исследования включали в себя микроангиографические и гистологические и измерение количества сосудов методом лазерной денситометрии.

Результаты. В отдаленные сроки наблюдения (180, 365 сут.) отмечается резкое снижение васкуляризации, тенденция к снижению количества сосудов в регенерате, что подтверждается результатами гистологических исследований.

Заключение. Заживление дефектов в носолобной области размерами высотой 5 мм и более в хроническом эксперименте происходит преимущественно посредством фиброзно-хрящевого соединения, при неблагоприятных условиях дефекты не восстанавливаются костным регенератом.

Ключевые слова: *васкуляризация, микроангиография, регенерация, денситометрия, верхняя челюсть, пластинчатая кость*

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Умар Таирович ТАИРОВ ORCID ID 0000-0001-7238-0872

д. м. н., профессор, Научно-клинический институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии г. Душанбе, Таджикистан
stomatologi@mail.ru

Адрес для переписки: Умар Таирович ТАИРОВ

734033, г. Душанбе, ул. 5-й пр. Худжанди, 13

Научно-клинический институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, отделение челюстно-лицевой хирургии

+992 907-700-380

stomatologi@mail.ru

Образец цитирования:

Таиров У. Т.

ИЗУЧЕНИЕ ВАСКУЛЯРИЗАЦИИ И РЕПАРАТИВНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ПЛАСТИНЧАТОЙ КОСТНОЙ ТКАНИ В ИСКУССТВЕННО СМОДЕЛИРОВАННЫХ ДЕФЕКТАХ ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ. *Проблемы стоматологии.* 2022; 3: 119-126.

© Таиров У. Т., 2022

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-3-119-126

Поступила 05.04.2022. Принята к печати 23.10.2022

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-3-119-126

STUDY OF VASCULARIZATION AND REPARATIVE REGENERATION OF LAMELLAR BONE TISSUE WITH SIMULATED DEFECTS OF MAXILLA (EXPERIMENTAL RESEARCH)

Tairov U. T.

Scientific and Clinical Institute of Stomatology and Maxillofacial Surgery, Dushanbe, Tajikistan

Note of the editorial board

This publication is devoted to the experimental part of the study conducted in 1986–87 on the basis of the experimental sector of the IMR of the USSR Academy of Medical Sciences in Obninsk. It was carried out by W. T. Tairov in the process of substantiating the author's method of treating patients with congenital and acquired deformities of the middle zone of the facial skull. The technique consisted in carrying out a sparing osteotomy of the upper jaw, followed by dosed distraction of the osteotomized maxillary complex. This work was carried out in 1977–80 at the Central Research Institute of Dentistry (TsNIIS) in Moscow. As a result, a Ph. D. thesis was successfully defended.

In addition to proving the validity of the proposed distraction method of treatment, the experiment was supposed to study the reparative regeneration of lamellar bone tissue with artificially modeled defects of various sizes.

Due to various reasons, including historical causes, this study has remained almost unnoticed by world science. Meanwhile, its questions remain relevant, so this study may be interesting for modern specialists.

Annotation

Subject. Regeneration is one of the most relevant problems of medicine and biology. As it was before and as it is now, the field of investigation, which is connected with regeneration exploring, is a range of heated debates. There is a direct correlation between regeneration of bones and local metabolism, mineralization and early vascularization, which supplies nourishment and oxygenation of cell structure of the regenerate. Owing to these factors, the bone has only its mechanic properties. This prerequisite has made a lot of investigators to pay attention for vascular-regeneration complex in zone of forming bone regenerate and its mineralization.

Such adverse circumstances like lack of local circulation, substantial fragment diastasis, excessive instability and etc. do not generate or form delayed intermediate callus. It should be highlighted that there are significant successes in solving reparative regeneration and cortical bone vascularization problems. Nevertheless, a number of problems are not still tackled, they regard to vascularization and reparative regeneration lamellar bone tissue, particularly, middle zone of the facial bone.

Objectives. The study on the base of the experimental researches, to explore the dynamics of reparative regeneration lamellar bone tissue with simulated different size defects of naso-frontal area of rabbit maxilla.

Methodology. Materials of the experiment are comprised of IV series of experiments on 68 adults (from 6 months to a year), both sexes rabbits, of "Chinchilla" breed, weighing from 2.5–3.0 kg.

All animals were kept in the vivarium of the experimental sector of Institute of Medical Radiology of the Academy of Medical Sciences of the USSR. The investigations included microangiographic, histological and metering quantity of vessels by laser densitometry.

Results. It is noted that vascularization abruptly decreases in remote periods of the observation (180, 365 days) and a tendency in an amount reduction of the regenerate vessels, which the proved by histological researches results.

Conclusion. Healing of naso-frontalis area defects with a height of 5 mm and more flows from mostly fibrocartilaginous compound, under unfavorable conditions are not restored by bone regenerate.

Keywords: vascularization, microangiography, regeneration, densitometry, maxilla, lamellar bone

The authors declare no conflict of interest.

Umar T. TAIROV ORCID ID 0000-0001-7238-0872

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Scientific and Clinical Institute of Stomatology and Maxillofacial Surgery, Dushanbe, Tajikistan

Correspondence address: Umar T. TAIROV

stomatologi@mail.ru

734033, Dushanbe, 5th passage str. Khudzhandi, 13, Scientific and Clinical Institute of Stomatology and Maxillofacial Surgery

+992 907-700-380

stomatologi@mail.ru

For citation:

Tairov U. T.

STUDY OF VASCULARIZATION AND REPARATIVE REGENERATION OF LAMELLAR BONE TISSUE WITH SIMULATED DEFECTS OF MAXILLA. *Actual problems in dentistry.* 2022; 3: 119-126. (In Russ.)

© Tairov U. T., 2022

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-3-119-126

Received 05.04.2022. Accepted 23.10.2022

Введение

Регенерация кости тесно связана с ранней васкуляризацией, которая обеспечивает питание и оксигенацию клеточных структур регенерата, а также минерализацией, благодаря чему кость приобретает только ей присущие механические свойства. Исходя из этой предпосылки, главное внимание было уделено исследованию сосудов в зоне формирования костного регенерата [1, 5, 7, 8, 11].

Известно, что при неблагоприятных условиях (недостаток регионарного кровообращения, значительный диастаз отломков, чрезмерная нестабильность и пр.) формирование интермедиарной мозоли задерживается или завершается с исходом образования фиброзной ткани [2, 3, 9, 12].

На сегодняшний день нет научно обоснованного ответа, каким образом происходит костное сращение между остеотомированными фрагментами верхней челюсти, когда величина диастаза достигает 5–15 мм и более. К тому же, если учесть пазушное анатомическое строение средней зоны лицевого черепа с его тонкокостными структурами, когда, после перемещения фрагментов при остеотомиях верхней челюсти при ортогнатических операциях, происходит несоответствие во всех трех взаимно перпендикулярных плоскостях, контакт между фрагментами минимален. Помимо этого, весьма проблематична жесткая фиксация фрагмента, а костные края и фиксирующие устройства на долгое время остаются не покрытыми и общенными с внешней средой.

Следует также внести ясность относительно бытующего среди медиков и биологов дискуссионного мнения о том, что дефекты, образовавшиеся в пластинчатой кости черепа, не восполняются полноценным костным регенератом [4, 6, 10, 11].

Цель

Изучение на основании экспериментальных исследований динамики репаративной регенерации пластинчатой костной ткани в искусственно смоделированных дефектах различных величин в носолобной области верхней челюсти кролика.

Материал и метод

Экспериментальный материал охватывает IV серии опытов, поставленных на 31 взрослом (от 6 мес. до одного года) кролике обоих полов породы «Шиншилла», массой от 2,5–3,0 кг. На предварительном этапе работы в контрольной серии не оперированных животных по данным микроангиографии была исследована микроангиоархитектоника пластинчатой костной ткани носолобной области верхней челюсти кролика.

В зависимости от целей исследований, животные были разделены на контрольные и опытные группы. В контрольной группе по данным микроангиографических исследований проводилось изучение микроангиоархитектоники пластинчатой костной ткани носолобной области верхней челюсти экспериментальных животных в норме.

Опытная группа (26 животных) посвящена изучению динамики регенерации микроциркуляторного русла пластинчатой костной ткани носолобной области верхней челюсти при моделировании различных по величине дефектов, сообщающихся с носовой полостью и ее придаточными пазухами.

Сроки наблюдения были различными в зависимости от целей и задач исследования, продолжительности и темпов наступающих изменений — от 2 суток до 1 года.

Все животные содержались в виварии экспериментального сектора ИМП АМН СССР (г. Обнинск) и подвергались карантинному наблюдению в течение 12 дней с выбраковкой больных особей и беременных самок.

Оперативное вмешательство кроликам проводили под внутривенным обезболиванием 2,5% раствором тиопентала-натрия (20 мг/кг). Вмешательство заключалось в остэктомии носолобной области шириной 20 мм и высотой 5, 7, 10 мм двумя параллельно закрепленными на заданном расстоянии в дискодержателе дисковыми пилами. Диски были изготовлены из сплава чистого титана. После остэктомии рану орошали стерильным раствором дистиллированной воды и ушивали узловатыми кетгутовыми швами (рис. 1).

Микроангиографическое исследование внутрикостных кровеносных сосудов проводилось в соответствии с основными правилами, изложенными в «Методических рекомендациях по проведению тотальной микроангиографии в эксперименте» (И. С. Амосов с соавт., 1975 г.), которые были раз-

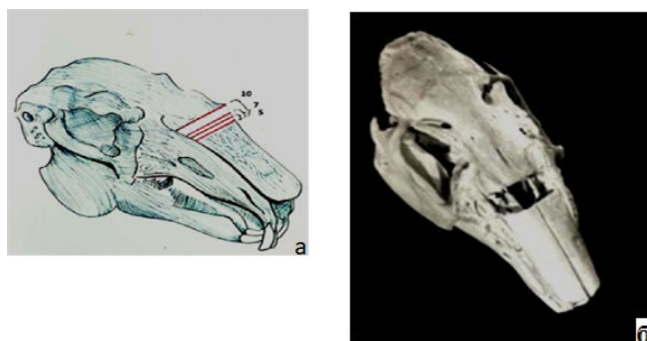


Рис. 1. Схема формирования дефекта в носолобной области верхней челюсти кролика шириной 20 мм и высотой 5, 7, 10 мм (а) и вид черепа с дефектом (б).

Fig. 1. Scheme of forming the defect of naso-frontal area of rabbit's maxilla, a width 20 mm and a height 5, 7, and 10 mm (a) and cranium defect's appearance (b)

работаны в лаборатории экспериментальной рентгенологии ИМП АМН СССР. В качестве контрастного вещества нами была использована 50% суспензия сернокислого бария, приготовленного по методике Г. А. Оноприенко. Ультразвуковая обработка взвеси производилась на аппарате ГУЗ-5П в течение 20–25 мин. При этом основная масса частиц достигала диаметра 1–5 мкм. Контрастное вещество подогревалось на водяной бане до 38 °С и вводилось в сосуды с помощью системы на основе деталей аппарата Боброва, снабженного манометром в заранее канюлированные правые и левые общие сонные артерии под давлением, не превышающим 125 мм. рт. ст.

Процедура наполнения сосудов длилась до тех пор, пока наблюдалось фасцикулярное подергивание мышц, в среднем на это уходило от 15 до 20 минут. Затем удаляли катетеры, перевязывали общие сонные артерии и бедренные артерии, для прочной фиксации бария в сосудах труп животного помещали в морозильник на одни сутки.

Дальнейшая обработка проходила в следующей последовательности: выпиливание интересующего нас участка; обзорная микроангиограмма костного препарата до и после декальцинации в растворе Трилон Б; проводка и заливка в парафиновые блоки и целлоидиновые блоки с последующим приготовлением срезов толщиной 1000–1500 мкм; изготовление гистологических препаратов с окраской их гематоксилином и эозином по Ван-Гизону.

Микроангиографию выпиленного участка костного препарата верхней челюсти кролика проводили на фотопленке «Микрард-300» и фотопластинках типа ВР-Э, ВР-П, при помощи аппаратов ТУР-60 и РУМ-7.

Результаты динамического исследования васкуляризации и репаративной регенерации основывались на данных микроангиографии, гистологического исследования, рентгенографии с последующим измерением количества сосудов методом лазерной денситометрии.

Опытные группы были разделены на три серии в зависимости от величины операционного костного дефекта и сроков наблюдения.

Описание микроангиограмм в динамике заживления дефекта с гистологическим контролем по всем трем сериям проводили по срокам наблюдения. В 26 случаях микроангиограммы были подвергнуты денситометрической обработке с целью подсчета общего количества сосудов.

На микроангиограмме неоперированных животных (контрольная группа) определяется мелкая сосудистая сеть за счет капиллярной сети слизистой оболочки полости носа и надкостницы. Наблюдается множество мелких перфорирующих артерий, идущих через надкостницу в сторону слизистой оболочки и со стороны слизистой в сторону надкостницы.

Крупные сосуды представлены фрагментами сосудистых веточек от системы сосудов, снабжающих кровью верхнечелюстную зону. Преимущественное направление сосудов прямолинейное (а), при этом 1–2 артерии сопровождают несколько вен, которые, в отличие от артерий, широко анастомозируют друг с другом (б), по всему ходу образуют синусы (в), часто прерываются вследствие недостаточного их заполнения контрастным веществом или облитерации их просвета. Капиллярная сеть, столь характерная для костей трубчатой костной системы, в пластинчатой костной ткани отсутствует. Особенно богата сосудами слизистая полость носа. Перфорирующие сосуды, как правило, внедряются через костную пластинку из сосудов, окружающих кость (4), и анастомозируют друг с другом (рис. 2).

2-е сутки после операции. На микроангиограмме определяется дефект костной ткани соответственно первоначально сформированному размеру дефекта с четкими и ровными краями. Наличествует обширная аваскулярная зона, соответственно наличию дефекта костной ткани. Только на отдельных участках (с торцевых сторон) определяются новообразованные сосудистые регенераты (а), врастающие со стороны сосудов слизистой оболочки носовой полости, они коротки и оканчиваются тупо, отличаются повышенной контрастностью и ориентацией в своем росте в направлении костного дефекта (рис. 2). На остальном протяжении проксимального и дистального отделов дефекта (больше в дистальном) отмечается выраженная ишемия в результате спазма и тромбоза сосудов приблизительно на расстоянии 7–10 мм от края опилов (б). Отступив от края дефекта вверх и вниз на расстоянии 1,0–1,5 см, определили зону гиперваскулярной реакции, которая заключается в появлении коллатеральных сосудов, открытии артериовенозных анастомозов, расширении вен, их капилляризации. Особенно ярко выражена реакция со стороны сосудов слизистой и надкостницы.

На микроангиограммах 7 суток после операции, в отличие от результатов наблюдения 2 суток, определяется уменьшение размеров ишемических участков и количества тромбированных сосудов. Возрастает гиперваскулярная реакция сосудов, окружающих дефект костной ткани.

14 суток после операции. На микроангиограммах дефект костной ткани в основном замещен мягкотканым структурным компонентом и лишь небольшие участки округлой формы не заполнены сосудистыми регенератами (а). Определяется соединение сосудов проксимального и дистального отделов опилов за счет активной сосудистой реакции: регенерации сосудов (б), капилляризации (в) и стойко развитой венозной гиперемии (г). Вблизи краев дефекта сосуды принимают горизонтальное направление. Со стороны периста происходит врастание сосудов в виде мощных

сосудистых стволов. Отмечается венозный застой со стороны сосудов слизистой оболочки полости носа.

Гистологически по краям дефекта костная ткань подвержена резорбции, при этом вокруг остеокластов образуются мягкие участки резорбции округлой формы. Со стороны надкостницы резорбция идет вокруг венозных сосудов. В месте дефекта видна клеточная пролиферация, которая строго соответствует ходу вновь образованных сосудов, ориентированных в центр дефекта. Дефект кости заполнен грубоволокнистой, хорошо васкуляризованной неоформленной соединительной тканью, вросшей со стороны надкостницы. На концах костного дефекта отмечается процесс образования грубоволокнистой незрелой ткани (рис. 2).

21-30-е сутки после операции. На микроангиограмме костных препаратов до декальцинации определяется дефект костной ткани несколько меньшего размера, чем первоначально сформированные дефекты, за счет костеобразования по краям дефекта по всему периметру, особенно это хорошо выражено в дефектах высотой 5–7 мм; отчетливо выражена капиллярная сеть сосудов.

Сосуды со стороны слизистой полости носа и периоста растут по направлению к центру дефекта. На протяжении всего дефекта с проксимально-дистальных концов опилов видны зоны резорбции, которые располагаются вдоль стенок сосудов. В динамике в сроки наблюдения 21, 30, 45 суток отмечается уменьшение венозного и преобладание артериального полнокровия и капилляризации сосудов (рис. 2).

Гистологически костный дефект заполнен соединительной и хрящевой тканью. По краям опилов происходит дифференцировка хрящевых клеток в остеообласты и обнаруживаются остеоидные структуры и вновь сформированные костные пластины. Видна вросшая соединительная ткань со стороны слизистой полости носа, которая так же, как и хрящевая, соединяет костные края. Наиболее активно репаративные

процессы выражены по краям опилов и по центру дефекта (соответственно проекции носовых перегородок).

60–90-е сутки после операции. Макроскопически дефект костной ткани закрыт мягкотканой структурой, податливой при пальпации. Микроангиографически на 60-е сутки наблюдения препарата определяется преобладание артериальных сосудов с той лишь разницей, что капиллярная сеть не столь выражена; развиты артериовенозные анастомозы. На 90-е сутки венозное полнокровие и капиллярная сеть сосудов несколько уменьшаются, хорошо разветвленная сеть капилляров выражена в участках перехода дефекта в надкостницу. На значительном протяжении от центра дефекта проксимальные и дистальные отделы плохо кровоснабжаются (рис. 3).

Гистологически определяются вновь образованные костные пластинки в толще рыхлой соединительной ткани, а в периферии проходит дифференцировка остеоидных клеток. Расстояние между краями костных опилов заполнено вновь образующейся грубоволокнистой костно-хрящевой тканью, вокруг которой располагаются участки хорошо васкуляризованной неоформленной соединительной ткани. На отдельных участках имеются стойкие вновь образованные костные пластинки, наряду с хрящевой тканью. В этой толще располагаются и хрящевые пластинки. В связи с тем, что вновь образующиеся костные пластинки не соединены между собой в единый конгломерат, консолидация не наблюдается. Соединительная ткань по-прежнему богата сосудами. Такая картина обнаруживается преимущественно в области прилегания носовых перегородок. В средней части диастаза выявляется также волокнистая ткань с продольным расположением пучков коллагеновых волокон.

120–180-е сутки после операции. На микроангиограмме дефект костной ткани определяется преимущественно в проекции носовых ходов по обе сто-

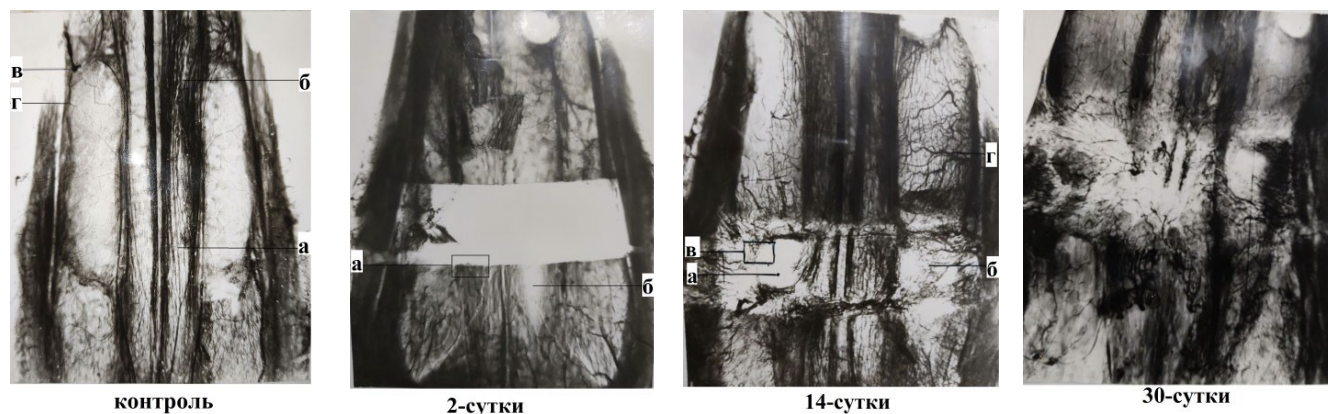


Рис. 2. Микроангиограмма носолобной области кролика
Fig. 2. The microangiogram of rabbit's naso-frontal areas

роны от носовой перегородки во всех сериях опытов. Края дефекта неровные, оссификация неравномерна, преимущественно в проекциях носовых перегородок и с торцовых участков. Преобладают венозные сосуды (венозная гиперемия), основная часть сосудов имеет прямолинейный характер, они мало ветвятся, отсутствует формирование сети капилляров. Видны крупные артерии, которые, приближаясь к центру дефекта, слепо заканчиваются либо огибают аваскулярные хрящевые зоны. По сравнению с предыдущими сроками наблюдений, общее количество сосудов значительно меньше, что свидетельствует о меньшей оксигенации морфологических структур в зоне повреждения. Значительно меньше и артериовенозных анастомозов (рис. 3).

Гистологически во всех сериях экспериментов сращения краев костной раны не произошло. Видны закругленные концы края кости, диастаз между костными краями заполнен волокнистой тканью, не имеющей продольной ориентации коллагеновых волокон; в них во многих случаях видны остатки дистрофически измененного хряща перегородки носа (рис. 5–6).

365-е сутки после операции. Макроскопически в области операционного дефекта определяется мягкотканая податливая структура.

На микроангиограммах до декальцинации определяется дефект костной ткани в соответствии с размером операционного дефекта, который несколько уменьшен за счет краевого костеобразования по периметру отверстия и по его центру в проекции носовых перегородок. Последнее отмечается не во всех случаях наблюдений. По существу, размер дефекта не отличается от срока 180 суток. В центре дефекта по обе стороны от перегородки носа определяются аваскулярные зоны значительного размера (участки вновь образованной хрящевой ткани),

к которым как со стороны надкостницы, так и слизистой полости носа подходят крупные артериальные сосуды. Эти сосуды, огибая хрящевые структуры, проходят в область, соответствующую вновь образованной кости в центре дефекта (проекция носовых перегородок) или же зигзагообразно обходят аваскулярную хрящевую зону, отдавая мелкие веточки по периметру костного дефекта (рис. 3).

Гистологически сращение краев костной раны не произошло, в несросшихся концах выявляется костная ткань и хрящ перегородки, подвергшийся значительной атрофии и дистрофическим изменениям. В диастазе между концами кости видна плотная волокнистая ткань с продольной ориентацией коллагеновых волокон, бедная клетками. В ее толще видны дистрофически измененные, значительно истонченные фрагменты хряща носовой перегородки (рис. 7).

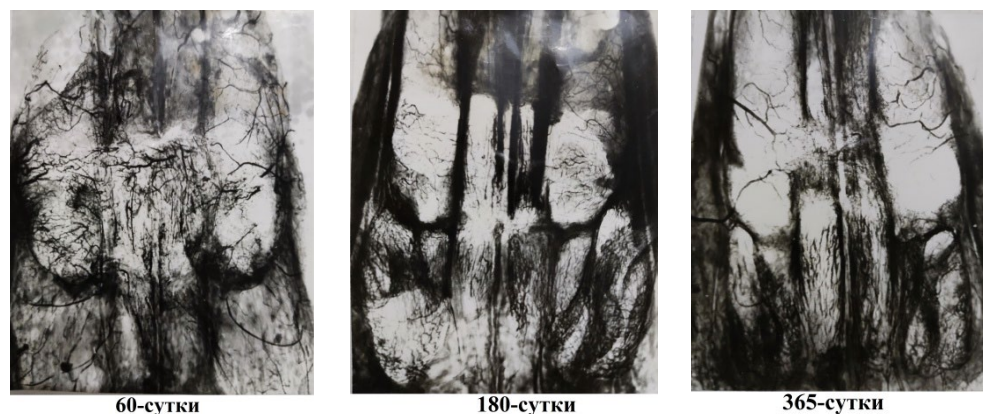


Рис. 3. Микроангиограмма носолобной области кролика
Fig. 3. The microangiogram of rabbit's naso-frontal area

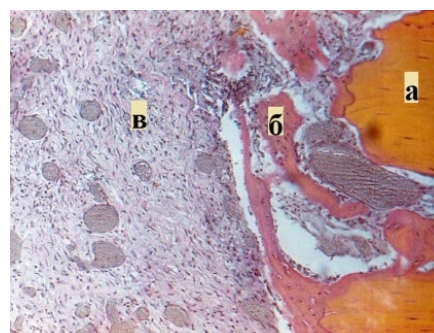


Рис. 4. Микрофото, 14-е сутки после операции. Край опиления носовой полости кости (а); незрелые костные балки (б); фиброретикулярная ткань (в). Окраска гематоксилин-эозином, х 40
Fig. 4. A micro photo, made after 14 days after the operation. The edge of the nasal cavity bone (a); immature bone trabeculae (b); fibroreticular tissue (c). Colour by eosin and hematoxylin, x 40

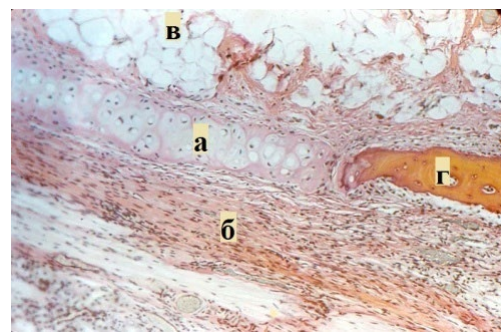


Рис. 5. Микрофото, 120-е сутки после операции. Остаток хряща перегородки носа (а), включенный в волокнистую ткань (б), заполнившую незарастенную часть дефекта; в — жировая клетчатка; г — край костного регенерата. Окр. гематоксилин-эозином, х 70
Fig. 5. A micro photo, made after 120 days after the operation. Scraps cartilage of the nasal septum (a), included in fibrous tissue (b), which filled not hilled part of the defect c — v — adipose tissue; g — the edge of the bone regenerate, encircled by eosin and hematoxylin, x 70

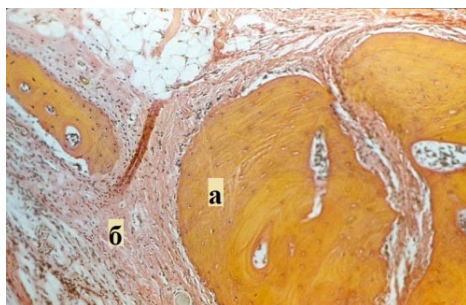


Рис. 6. Микрофото, 180-е сутки после операции. Костный регенерат (а) с закругленным краем; частично заполнившийся дефект между концами перепиленной кости; б — волокнистая ткань. Окр. гематоксилин-эозином, х70

Fig. 6. A micro photo after 180 days after the operation. The bone regenerate (a) with rounded end; the slightly filled defect between the edges of the sawed bone; b — fibrous tissue. Encircled by eosin and hematoxylin, x70

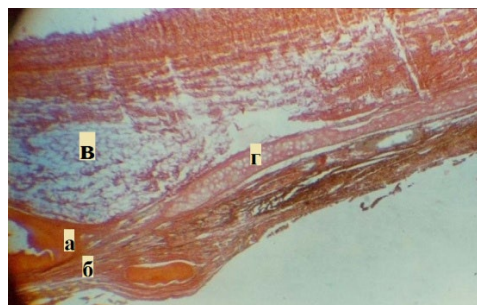


Рис. 7. Микрофото, 365-е сутки. Закругленный край костного регенерата (а) в несросшейся ране, волокнистая ткань (б) в костном дефекте несросшейся кости, жировая клетчатка (в), г — хрящевая перегородка. Окраска гематоксилин-эозином, х70

Fig. 7. A micro photo made after 365 days after the operation. The rounded edge of the bone regenerate (a) in not healed wound, fibrous tissue (b) in the bone defect of unfused bone, adipose tissue (c), cartilaginous septum (d). Colour by eosin and hematoxylin, x70

Анализ 26 микроангиограмм декальцинированных препаратов операционной зоны, подвергнутых лазерной денситометрии с целью подсчета количества сосудов в регенерате, проводили в отделе радиоактивных препаратов (рук. профессор А. Н. Деденков). Исследования показали, что первоначально происходит значительный рост количества сосудов, превышающий контрольные величины в 2–2,5 раза в ближайший послеоперационный период, затем уровень васкуляризации остается на высоких цифрах вплоть до 90–120-х суток после операции, а в последующем — возникает резкое снижение (180, 365 сут.) васкуляризации регенерата. На рис. 8 представлено графическое изображение кривой подсчета сосудов репаративного регенерата в динамике заживления костного дефекта верхней челюсти различных величин.

Гистологические исследования и описание препаратов проводили в отделении радиационной патоморфологии экспериментального сектора ИМП АМН СССР г. Обнинск (рук. проф. Р. А. Бродский). В последующем по гистологическим препаратам были получены консультации рук. отделения патоморфологии ЦИТО г. Москва профессора Лаврищевой Г. И. и рук. отделения патоморфологии ЦНИИС г. Москва профессора Паникаровского В. В.

Заключение

Кровообращение зоны дефекта пластинчатой костной ткани происходит за счет сосудов слизистой оболочки полости носа и надкостницы.

При увеличении размера дефекта от 5 до 10 мм в высоту отмечается снижение темпов венозного кровотока и, соответственно, темпов дифференцировки соединительной ткани в хрящевую и остеонидную. В связи с этим при дефекте костной ткани больших размеров

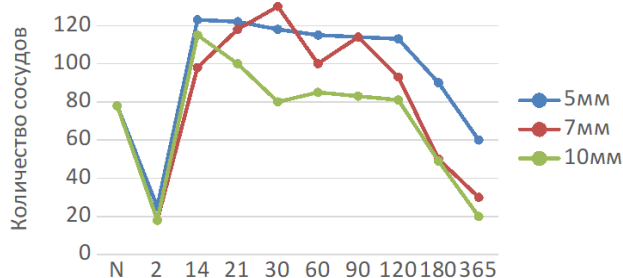


Рис. 8. Кривая подсчета сосудов репаративного регенерата в динамике заживления искусственно сформированных дефектов верхней челюсти различных размеров, проводимая методом лазерной денситометрии микроангиограмм

Fig. 8. The vessel measuring curve of the reparative regenerate in dynamics of healing simulated defects of maxilla with different sizes. Carried out by the method laser densitometry of microangiograms

костно-хрящевая ткань регенерирует с краев опилов и на уровне перегородки носовой полости, причем более интенсивно, чем в других отделах дефекта. Центр дефекта к концу наблюдения представлен преимущественно фиброзной тканью, бедной сосудистой сетью. Проведенные динамические микроангиографические и гистологические исследования сроком до одного года, а также количественный подсчет сосудов методом лазерной денситометрии рентгенограмм показывают, что при создании дефектов пластинчатой костной ткани верхней челюсти, сообщающихся с носовой полостью, размерами в высоту дефекта 5 мм и более заживление в хроническом эксперименте происходит преимущественно фиброзно-хрящевым соединением.

При неблагоприятных условиях (недостаток регенерационного кровообращения, значительный диастаз отломков и проч.) формирование интермедиарной мозоли задерживается или завершается с исходом в фиброз.

Литература/References

1. Васильев А. В., Волков А. В., Гольдштейн Д. В. Характеристика неоостеогенеза на модели критического дефекта теменных костей крыс с помощью традиционной и трёхмерной морфометрии. Гены и клетки. 2014;4 (9):121–127. [A. V. Vasiliev, A. V. Volkov, D. V. Goldstein. Characterization of neoosteogenesis in the model of a critical defect of the parietal bones of rats using traditional and three-dimensional morphometry. Genes and cells. 2014;4 (9):121–127. (In Russ.)]. <https://genescells.ru/article/harakteristika-neoosteogeneza-na-modeli-kriticheskogo-defekta-temennyih-kostey-kryis-s-pomoshhyu-traditsionnoy-i-tryohmernoy-morfometrii/>
2. Волков А. В. Морфология репаративного остеогенеза и оссеоинтеграции в челюстно-лицевой хирургии: дис.... д-ра мед. наук. Москва, 2018:261. [A. V. Volkov. Morphology of reparative osteogenesis and osseointegration in maxillofacial surgery: dis.... doctor of medical sciences. Moscow, 2018:261. (In Russ.)]. <https://repository.rudn.ru/records/dissertation/record/82823/>
3. Волков А. В., Васильев А. В., Рачинская О. А., Большакова Г. Б., Гольдштейн Д. В. Применение флуоресцентных меток для оценки регенерации костной ткани на модели критических дефектов теменных костей крыс с использованием адаптированного метода гистоморфометрии. Клиническая и экспериментальная морфология. 2013;2 (6):73–80. [A. V. Volkov, A. V. Vasiliev, O. A. Rachinskaya, G. B. Bolshakova, D. V. Goldstein. The use of fluorescent labels for assessing bone tissue regeneration in the model of critical defects in the parietal bones of rats using an adapted method of histomorphometry. Clinical and experimental morphology. 2013;2 (6):73–80. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20311451>
4. Илизаров Г. А., Стецула В. И., Крамер Г. М. Влияние нарушения кровоснабжения отломков на течение репаративной регенерации и возникновение посттравматического остеомиелита. Тез. Докл. зональной науч.-практ. конф. «Профилактика производственного травматизма в районах добычи нефти». Тюмень. 1978:136–138. [G. A. Ilizarov, V. I. Stetsula, G. M. Kramer. Influence of impaired blood supply of fragments on the course of reparative regeneration and the occurrence of post-traumatic osteomyelitis. Abstracts of the zonal scientific-practical conf. «Prevention of occupational injuries in oil production areas». Tyumen. 1978:136–138. (In Russ.)].
5. Клышов А. А. Гистогенез и регенерация тканей. Ленинград: Медицина. Ленинград отделение; Москва: Медицина. 1984:231. [A. A. Klyshov. Histogenesis and tissue regeneration. Leningrad: Medicine. Leningrad branch; Moscow: Medicine. 1984:231. (In Russ.)].
6. Соловьев Г. С. Факторы стимуляции регенераторных процессов хрящевой и костной тканей. Эпителий и соединительная ткань в нормальных, экспериментальных и патологических условиях. Тюмень. 1983:228–229. [G. S. Solovyov. Factors of stimulation of regenerative processes of cartilaginous and bone tissues. Epithelium and connective tissue in normal, experimental and pathological conditions. Tyumen. 1983:228–229. (In Russ.)].
7. Таиров У. Т. Избирательная остеотомия с дозированной дистракцией при лечении больных с деформациями средней зоны лицевого скелета. Acta chirur. plast. 1983;25 (3):128–136. [U. T. Tairov. Selective osteotomy with dosed distraction in the treatment of patients with deformities of the middle zone of the facial skeleton. Acta chirur. plast. 1983;25 (3):128–136.].
8. Таиров У. Т. Хирургическо-ортодонтический метод лечения деформации средней зоны лицевого скелета. Стоматология. 1980;1:35–38. [U. T. Tairov. Surgical-orthodontic method for the treatment of deformation of the middle zone of the facial skeleton. Dentistry. 1980;1:35–38. (In Russ.)].
9. Таиров У. Т. Экспериментально-клиническое обоснование новых подходов в лечении больных с деформациями средней зоны лицевого черепа: автореф. дис.... д-ра мед. наук. Москва, 1989:48. [Tairov U. T. Experimental and clinical substantiation of new approaches in the treatment of patients with deformities of the middle zone of the facial skull: author. dis.... dr. med. Sciences. Moscow, 1989:48. (In Russ.)].
10. Al-Amer O. Bone marker gene expression in calvarial bones: different bone microenvironments // J. Biol. Res. (Thessalon). — 2017;24:9. DOI:10.1186/s40709-017-0066-y
11. Lee S.-W., Kim S.-G. Membranes for the Guided Bone Regeneration // Maxillofac. Plast.Reconstr.Surg. — 2014;36 (6):239–246.
12. Recker R. R., Kimmel D. B., Dempster D., Weinstein R. S., Wronski T. J., Burr D. B. Issues in modern bone histomorphometry // Bone. — 2011;49 (5):955–964. DOI:10.1016/j.bone. 2011.07.017.