Глава 1

Современные остеопластические материалы, используемые в костно-пластической хирургии полости рта и дентальной имплантологии

В восстановительной хирургии полости рта следует различать два понятия, до недавнего времени считавшихся синонимами, — регенерацию и репарацию.

Регенерация подразумевает формирование в области дефекта специализированной ткани, неотличимой по своим морфологическим, прочностным и иным характеристикам от специализированной окружающей ткани.

Под репарацией ткани подразумевают замещение дефекта биологической тканью без адекватного восстановления ее оригинальной структуры и функции.

Костная ткань подвергается процессу постоянного самообновления за счет зрелых клеток, входящих в ее структуру, а также в костной ткани протекают регенераторные процессы за счет остеобластов и процессы резорбции за счет работы остеокластов.

Таким образом, процесс ремоделирования, или физиологической регенерации костной ткани, обусловлен клеточным составом.

Клеточная ткань представлена тремя основными типами клеток: остеоцитами, остеобластами, остеокластами. В межклеточном пространстве находится интерстициальное вещество.

Остеобласты — производные малодифференцированных региональных стволовых клеток мезенхимального происхождения. Основной функцией остеобластов является продуцирование межклеточного ор-

ганического вещества, основой которого является коллаген I типа. Остеобласты являются метаболически активными клетками. Период активности составляет от 2 до 8 нед. После этого бóльшая часть клеток погибает, около 15% трансформируется в остеоциты (рис. 1.1).

Остеоциты — основные клеточные элементы костной ткани, главной функцией которых является поддержание гомеостаза костной ткани и ее жизнеобеспечения. Остеоцит происходит из остеобласта. Это одноядерная плоская клетка, расположенная в лакуне и контактирующая с соседними клетками. Функция — транспортная, трофическая. Благодаря связи остеоцитов между собой и с костной поверхностью они могут обмениваться информацией и транспортировать питательные и минеральные вещества (рис. 1.2).

Остеокласты образуются из моноцитарного ростка кроветворной ткани костного мозга и относятся к клеточным структурам, участвующим в процессах резорбции кости. Это многоядерные (от 2 до 20 ядер)

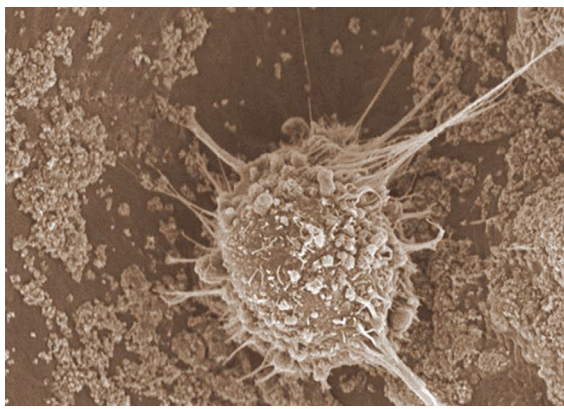

Рис. 1.1. Строение остеобластов под электронным микроскопом (×2600)

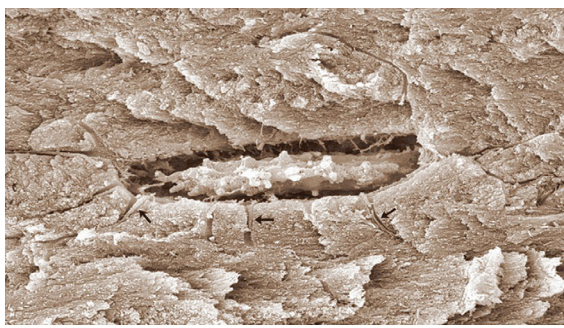

Рис. 1.2. Строение остеоцитов под электронным микроскопом (×5000)

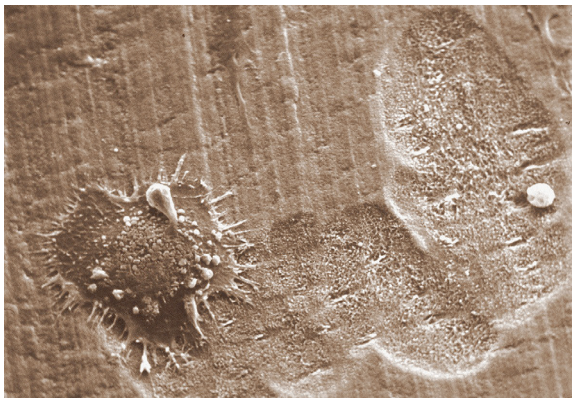

Рис. 1.3. Строение остеокластов под электронным микроскопом (×4000)

гигантские клетки, расположенные в костных пазухах, гаушиповых лакунах, имеют подвижность. Функция — способствуют резорбции костной ткани за счет выделения лизосомальных ферментов (кислая фосфатаза, проколлагеназа и т.п.). Остеокласты формируют полости и тоннели, в которые врастают кровеносные сосуды, после чего на стенках собираются остеобласты, образуя концентрические слои. Таким путем происходит процесс моделирования кости (рис. 1.3).

Интерстициальное вещество является основным структурно-функциональным матриксом костной ткани, который обеспечивает механическую и метаболическую функции. Основу интерстициального вещества составляют коллагеновые волокна. Состоит на 35% из органического матрикса и на 65% из неорганического минерального вещества. Органический матрикс — 95% коллаген (90% — коллаген I типа, 5% — III, IV, V типов). Остальные 5% органического матрикса представлены неколлагеновыми протеинами, в том числе протеогликанами. Минерализация осуществляется вдоль фибрилл коллагена только I типа. Коллаген служит пассивной основой для минерального вещества, а протеины регулируют процесс минерализации. Процесс минерализации начинается с появления низкомолекулярных белков, которые инициируют образование фибрилл коллагена I типа. Костное минеральное вещество состоит главным образом из кальция (фосфата и карбоната), а также содержит натрий, калий, магний, свинец. Кальций и фосфат входят в состав гидроксилапатита.

По воздействию на процесс остеорепарации выделяют эффекты остеокондукции и остеоиндукции.

Остеокондукция — свойство биологического материала выступать в роли кондуктора (проводника) для прорастания кровеносных сосудов с последующей резорбцией и замещением костной тканью. Остеокондуктивные материалы служат матриксом для образования новой кости в ходе репаративного остеогенеза и обладают способностью направлять рост костной ткани.

Остеоиндукция — свойство остеопластического материала к индуцированию остеогенеза через фенотипическое преобразование неспецифических мало дифференцированных клеток в остеоциты.

В регенеративной хирургии выделяют следующие виды пересадки тканей:

- аутотрансплантацию;
- аллотрансплантацию;
- ксенотрансплантацию;
- имплантацию.

Аутотрансплантация является «золотым стандартом» в реконструктивной хирургии и представляет собой пересадку собственной ткани, забор которой проведен из другого участка тела. Преимущества данного вида пластики — отсутствие реакции иммунологической непереносимости и высокая биологическая совместимость. К существенным недостаткам методики относится дополнительная травма, часто превышающая объем оперативного вмешательства, а также увеличение времени операции.

Аллотрансплантация представляет собой пересадку тканей от одного человека к другому. Преимуществами метода являются отсутствие дополнительной травмы, сокращение времени операции. Недостатки: необходимость специализированной лаборатории для заготовки и консервации костной ткани, этические и правовые нормы использования материалов донора.

Ксенотрансплантация — пересадка тканей животного происхождения. Ксенотрансплантация в настоящее время широко используется в клинической практике, поскольку остеопластические материалы в основном изготавливаются с использованием коллагеновой матрицы животного происхождения. При этом имеется отличная правовая база, сокращается время операции, отсутствует дополнительная травма. Недостатками метода является возможность развития ответной иммунной реакции организма человека, а также неконтролируемая скорость резорбции материала — преждевременное рассасывание без замещения дефекта новообразованной костью.

Имплантация — пересадка в костную рану искусственного синтетического материала. Преимуществами данной методики являются простота использования, биобезопасность. Невозможность контролирования процессов рассасывания материала и образования костной ткани относится к единственному недостатку метода.

Биоматериал — нежизнеспособный материал, предназначенный для контакта с живой тканью для выполнения функций медицинского назначения (ГОСТ Р 51148-98; ISO/TR 9966).

Остеопластические материалы, применяемые в хирургической практике, должны соответствовать требованиям и обладать определенными свойствами:

- биосовместимостью — способностью материала поддерживать гистотипическую дифференцировку клеток, обеспечивающую полноценную репаративную регенерацию костной ткани;
- биорезистентностью — способностью материала противостоять комплексу воздействий организма и сохранять при этом заданные физико-химические, конструкционные и другие свойства;
- биоактивностью — способностью оказывать воздействие на процессы жизнедеятельности клетки: дыхание, мембранный транспорт и др.

Современные остеопластические материалы представлены в основном двумя группами препаратов, отличающихся своими преимуществами и относительной легкостью изготовления:

- ксеногенные — на основе животного материала;
- аллопластические — синтетические.

Данные виды остеопластических материалов выпускаются в различных формах: блоки, гранулы, крошка, чипсы, гели, мембраны.

Ксеногенные препараты представляют высокоочищенный остеопластический материал с сохранением гидроксиапатита биологического происхождения и пространственной архитектоники, что способствует фиксации биологически активных веществ на структурах биоматериала без снижения их биологической активности.

Технология получения ксеногенных материалов основана на поэтапной многостадийной очистке губчатой (кортикальной) костной ткани крупного рогатого скота методом химико-ферментированной обработки или депротеинизации. Такие материалы лишены клеточных элементов и белковых фракций (рис. 1.4).

Ксеногенные материалы являются остеокондуктивными, так как служат идеальным остовом прорастания кровеносных сосудов и врасta-

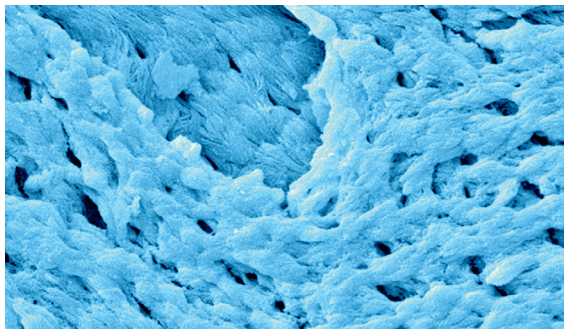

Рис. 1.4. Структура ксеногенного материала под электронным микроскопом (×100)

ния клеток из костного ложа, поскольку обладают пористой структурой трабекулярной и диафизарной части трубчатых костей (микропоры, макропоры, гаверсовы каналы).

Гидроксиапатит биологического происхождения, входящий в состав ксеногенных материалов, способствует ангиогенезу, миграции и прикреплению к поверхности гранул стромальных стволовых клеток костного мозга, их дифференцировке в остеобласты и репаративному остеогенезу.

Ксеногенные материалы обладают высокой биологической совместимостью, способствующей отсутствию иммунных реакций организма реципиента, и могут сочетаться со всеми видами трансплантатов, имплантатов, эндофиксаторов.

Ксеногенные материалы используют для восстановления структурной целостности костных дефектов и повышения остеогенного потенциала костной ткани, в частности:

- для заполнения дефектов после цистэктомии, резекции корня;
- заполнения лунок удаленных зубов, предотвращения атрофии контура альвеолярного гребня;
- заполнения полостей при субантральной аугментации;
- реконструкции альвеолярной части нижней челюсти с использованием методики расщепления;
- закрытия перфораций верхнечелюстного синуса и нижнечелюстного канала;
- заполнения пародонтальных дефектов.

Аллопластические материалы изготавливают из высокоочищенного β-трикальцийфосфата и/или гидроксиапатита.

Материалы на основе фосфатов кальция изготавливают по технологии получения пористых сферических гранул: микро- (до 10 мк) и

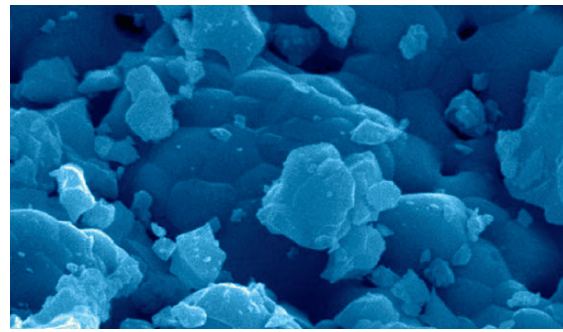

Рис. 1.5. Структура аллопластического материала под электронным микроскопом (×100)

макро- (150–200 мк). Пористость гранул способствует проникновению остеогенных клеток, васкуляризации и диффузии биологических жидкостей между частицами материала. Наличие взаимосообщающихся пор обеспечивает высокую биоактивность (рис. 1.5).

Минерал-полимерные гранулы β-трикальцийфосфата в полилактидгликоидной матрице заданной пористости, морфологии и архитектоники способствуют ускорению интеграции имплантата с костной тканью.

Аллопластические материалы могут содержать в своем составе гиалуронат натрия и коллаген, оказывающие стимулирующее действие на рост клеток и способствующие активации репаративного остеогенеза в области травмы, ускоряют процесс дифференциации новообразованной костной ткани, что выражается прежде всего в резком повышении удельного веса костной компоненты регенерата, а также в более интенсивном созревании костного вещества.

Аллопластические материалы применяют для заполнения многостеночных костных дефектов:

- в пародонтологии при заполнении двух- или многостеночных костных карманов;
- в имплантологии при заполнении верхнечелюстного синуса при субантральной аугментации, заполнении альвеолярных дефектов для поддержания челюстной пазухи после экстракции зуба, заполнении экстракционных дефектов с целью создания основы для имплантата;
- после экстирпации костной кисты, после резекции верхушки корня и удаления ретенированных зубов.

Направленная регенерация тканей — формирование костной ткани в области дефекта за счет создания физического барьера для предотвращения апикальной пролиферации эпителия (рис. 1.6).

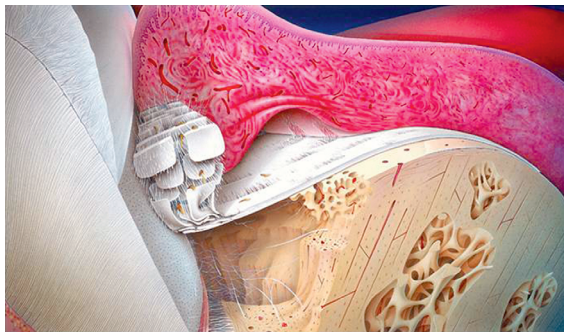

Рис. 1.6. Схема направленной регенерации костной ткани

В методике направленной регенерации костной ткани используют барьерные мембраны, которые бывают нерезорбируемые и резорбируемые. К нерезорбируемым относят мембраны на основе политетрафторэтилена с титановым покрытием и без него, а также титановые сетки (рис. 1.7).

Резорбируемые мембраны бывают ксеногенные и остеопластические (синтетические).

Преимуществами нерезорбируемых мембран являются контроль регенерации, высокая биосовместимость. Недостатки: вероятность экспозиции и контаминации мембраны, вероятность перфорации и некроза лоскута, а также необходимость проведения повторного хирургического вмешательства.

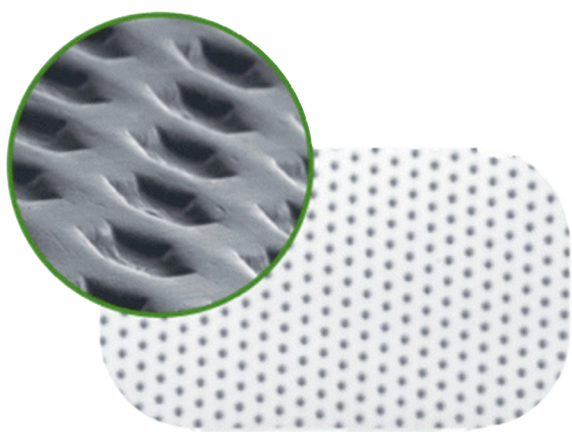

Рис. 1.7. Внешний вид и структура нерезорбируемой мембраны из политетрафторэтилена (×50)

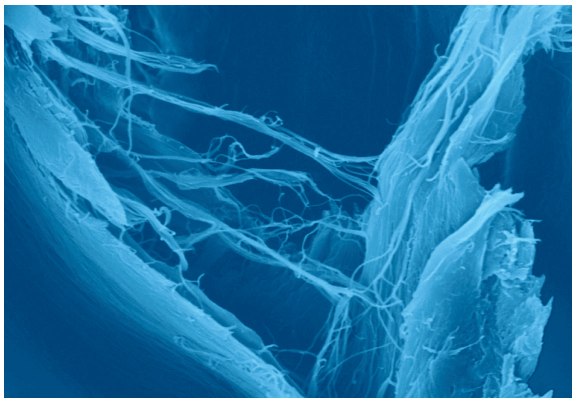

Рис. 1.8. Структура резорбируемой ксеногенной мембраны под электронным микроскопом (×800)

Резорбируемые мембраны обладают рядом преимуществ перед нерезорбируемыми, в частности, не нуждаются в удалении, не возникает воспаления при экспозиции мембраны. К недостаткам таких мембран можно отнести невозможность контроля скорости резорбции, а также возможность возникновения местной воспалительной реакции (рис. 1.8).