

Новый костный скребок для внутриротового сбора костного материала: инструмент для заполнения небольших костных дефектов.

Davide Zaffe, Department of Anatomy and Histology, Section of Human Anatomy, University of Modena and Reggio Emilia, Modena, Italy
Ferdinando D'Avenia, Private Practice, Parma, Italy

Clin. Oral Impl. Res. 18, 2007 / 525–533.

Ключевые слова: аутогенная кость, костная стружка, костная ловушка, исправление костных дефектов, костный графт, гистология.

Цель: Провести гистологическое исследование морфологии и характеристик костной стружки, собранной интраорально при помощи специально разработанного костного скребка Safescraper.

Материал и методы: Костная стружка, собранная рядом с костным дефектом или в других местах ротовой полости, была помещена в лунку после удаления или применена при синус-лифтинге и направленной костной регенерации. При установке импланта была проведена биопсия. Недекальцифицированные образцы были исследованы гистологически, гистохимически и при помощи электронного микроскопа.

Результат: Внутриротовой забор кости при помощи Safescraper предоставляет простую, клинически эффективную регенеративную процедуру, (с низким процентом нежизнеспособных клеток), получая в результате костную стружку (0.9 -1.7 мм в длину, и приблизительно 100 мкм толщиной). Стружка имеет продолговатую (овальную) или четырехугольную форму и содержит живые остециты (средняя жизнеспособность: 45-72 процента). При помощи графта была получена новая костная ткань, годная для установки импланта. Объем трабекулярной кости, замеренный при биопсии), со временем уменьшился (от 45-55 % до 23%). Стружка графта составила 50% или менее от кальцифицированной ткани при биопсии. Также биопсия показала процессы перестроения, формирование новой костной ткани и живые остециты (35% и выше).

Обсуждение и выводы: В заключении, при помощи Safescraper возможно собрать достаточное количество костной стружки из различных внутриротовых мест. Эта процедура эффективна для устранения костных дефектов альвеолярного гребня при подготовке гребня для установки импланта и обеспечивает хорошее заживление небольших костных дефектов при посадке такой стружки. Исследование показывает что Safescraper является очень полезным инструментом для сбора костной ткани в каждодневной практике врача при костной регенерации.

Костный графт – обычная практика при устранении костных дефектов альвеолярного гребня перед установкой импланта. Гомогенные, ксеногенные, гетерогенные или синтетические материалы – все имеют свои недостатки, хотя и обладают несомненным плюсом – доступность при необходимости. Аутогенная кость является «золотым стандартом» костного графта, так как не вызывают нежелательных реакций и имеют

Перевод ООО «Медиканова»

оптимальную биосовместимую структуру и остеоиндуктивные свойства. Кость используется блоками, частицами, отдельно, с использованием мембран при направленной костной регенерации (НКР), или смешанной с другими костными графтами. Остаются разногласия по вопросу какая кость предпочтительней для аутографта: губчатая или кортикальная.

Большие дефекты кости несомненно требуют большого количества кости, которое может быть собранно только с экстраоральных областей: подвздошная область, большая берцовая кость или череп. На исправление мелких дефектов хватит объема кости собранной интраорально, со всеми ее преимуществами: меньшая резорбция, улучшенная васкуляризация, и лучшая приживляемость костного графта мембранного типа происхождения по сравнению с endochondral.

Существует несколько методов получения кости в виде частиц, но почти все имеют свои недостатки. Самый распространенный метод это измельчение (размалывание) больших блоков кости. Однако, считается что подготовка графта костной мельницей или его получение вращающимся электроинструментом уменьшает количество жизнеспособных клеток в трансплантате. Некоторые собирают кость во время установки импланта. Дентальный кабинет не всегда соответствует требованиям операционной, и некоторые манипуляции с костью (например размалывание) ухудшают регенеративные характеристики кости. К тому же есть риск микробиологического загрязнения. Использование костного скребка достаточно редкая техника. Костные коллекторы были представлены много лет назад, но они постоянно изменялись, обновлялись и изучались чтобы добиться их максимальной эффективности при практическом применении.

Целью этой работы было изучить костную стружку собранную из внутриротовой области с использованием костного коллектора нового типа. Данная техника может представлять полезный способ сбора графта в условиях офиса (кабинета) и чтобы описать данную технику графта были использованы сканирующий электронный микроскоп (SEM) а также гистологические и микрорадиографические методы анализа. Были исследованы жизнеспособность и поведение костных частиц до и после их использования в лунках удаления, при реконструкции альвеолярного гребня политетрафторэтиленовой мембраной, при проведении синус-лифта.

Конструкция костного скребка.

Был использован одноразовый костный скребок (Safescraper curve, Meta, Reggio Emilia, Italy). Скребок (Рисунок 1a) состоит из лезвия, корпуса, и контейнера. Лезвие – хирургическая нержавеющая сталь, прошедшая термообработку для улучшения механических характеристик. Геометрия лезвия оптимизирована для лучшего контроля резки и одним движением (Рисунок 1b) можно получить стружку до 5 мм в длину. Корпус сделан из нетоксичной пластмассы (polyoxymethylene). Прозрачный защищенный контейнер (изготовлен из Methyl Methacrylate Acrylonitrile Butadiene Styrene) может вмещать до 2 мл собранной кости (Рисунок 1c).

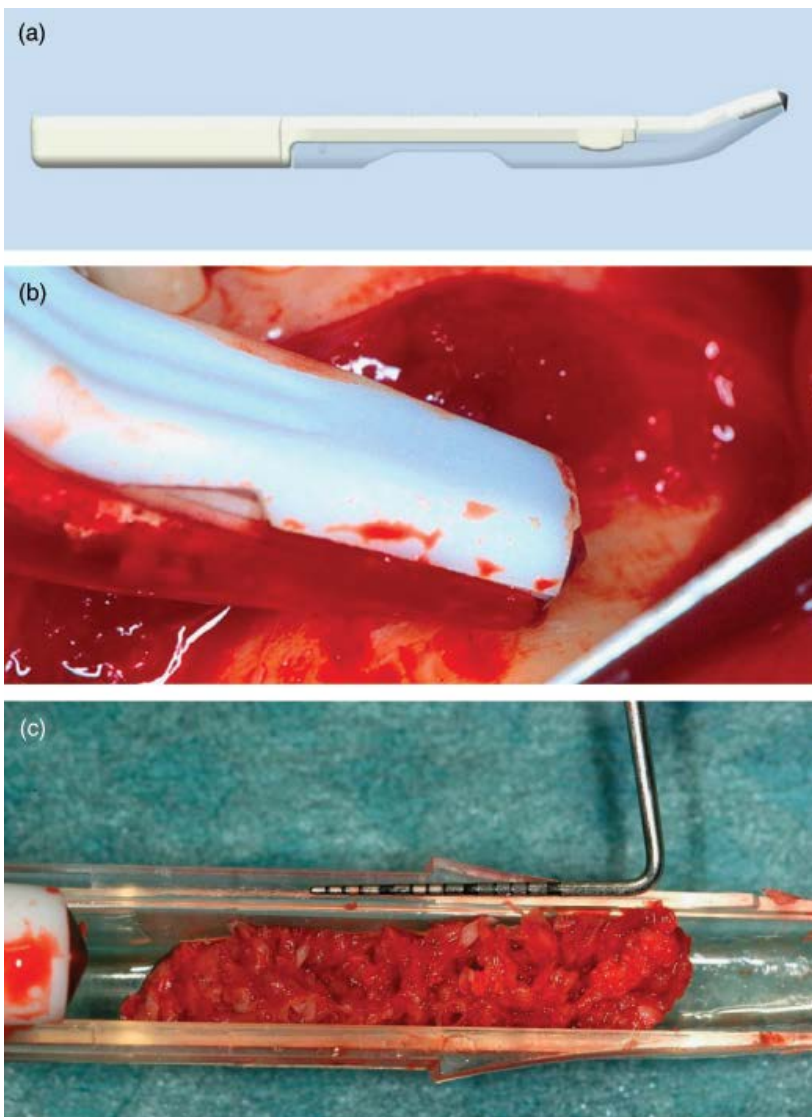


Рисунок 1. Изображение (a) Safescraper Curve. Сбор кости (b) при НКР у 47 летнего пациента при дефекте расхождения от импланта в районе 13 зуба. Один и тот же вход через откинутый лоскут может быть использован как для реконструктивной операции, так и для сбора кости, со значительными послеоперационными преимуществами для пациента. Костная стружка (c) собранная Safescraper® - скребок который одновременно собирает, перерабатывает и хранит костную стружку.

Операция:

Следуя строгим критериям были отобраны 18 пациентов мужского пола (средний возраст 55 лет). Всем им требовалось увеличение объема кости. Все пациенты дали согласие на процедуру.

Используя скребок (Safescraper curve) кость была собрана с прилежащих участков (область второго премоляра) чтобы заполнить дефекты после удаления у восьми пациентов (44,4%), и с наружного косога гребня для синус лифта и для увеличения объема кости с НКР у оставшихся 10 пациентов (55,6%). Во втором случае потребовалось 3 мл и более костной стружки. Был произведен мукопериостальный (слизисто-надкостничный) разрез по всей толщине слизистой и костная стружка была собрана путем повторяющихся скребущих движений по поверхности кости. Избыточная костная стружка была сохранена для гистологических исследований.

Дефекты после удаления.

Костная стружка была уложена таким образом, чтобы превышать на 1 мм уровень гребня с вестибулярной стороны. Лоскут с вестибулярной стороны "освобожден" периостальными рассечениями и ушит коронарно, образуя первичное укрытие раны.

Поднятие дна гайморовой пазухи (синус лифт).

Стандартная техника латерального входа по Татуму была проведена у шести пациентов, беззубая область у которых охватывала 3-4 зуба соседних с верхним резцом и у которых толщина дна синуса была меньше 4 мм. Мембрана Шнайдера была мягко приподнята и собранная костная стружка была использована чтобы заполнить образовавшийся объем над беззубыми участками.

Направленная Костная Регенерация (НКР)

НКР была проведена у четырех пациентов, имеющих адентию 3-4 зубов и значительные горизонтальные и вертикальные дефекты гребня, препятствующие немедленной установке имплантов. Собранная костная стружка (Safescraper curve) была укрыта обычной или усиленной титаном e-PTFE мембраной по протоколу Бузера.

Швы были сняты через 10-12 дней после операции. До установки имплантов проводился ежемесячный осмотр раны. Перед установкой импланта была проведена биопсия костной ткани посредством трепана (3,5мм внешний диаметр) с охлаждением физраствором.

Установка имплантов была проведена: через 3-4 месяца (Дефекты после удаления- МК III TiU Branemark System, Nobel Biocare AB, Goteborg, Sweden or Replace Select Tapered TiU, Nobel Biocare AB), через 4-6 месяцев (синус-лифт – Replace Select Tapered), и через 9 месяцев (НКР – МК III TiU). Установка произведена обычным методом, используя стандартный инструментарий.

Гистология.

Собранная стоматологическим скребком стружка (Safescraper curve) помещена на 1 час в 4% раствор параформальдегида, рН 7.2, при комнатной температуре, затем обезвожена и залита PMMA. При помощи микротомы (Autocut1150, Reichert-Jung, Nubloc, Germany) с блоков содержащих костную стружку были выполнены срезы толщиной 5 мкм. Костная стружка большего размера была отобрана, обезвожена и прикреплены к stubs микроскопа.

Взятые при биопсии образцы были выдержаны в параформальдегиде, обезвожены и залиты PMMA при температуре 4 градуса Цельсия. Также были сделаны продольные тонкие (5 мкм и толстые (200 мкм) срезы и подготовлены таким же образом. Тонкие срезы были протравлены синим толуидином, трипановым синим, щелочная фосфатаза и кислотной фосфатазой. Более толстые срезы были уменьшены до 100 мкм и сделаны рентгеновские микрорадиограммы. Толстые срезы были помещены на подложку сканирующего электронного микроскопа. Некоторые из них сначала были выдержаны 60 секунд в децимолярном растворе HCl, аккуратно промыты дистиллированной водой и высушены. Объем трабекулярной кости (ОТК, индекс содержимого костной ткани) был исследован радиографически при помощи (VIDAS, Zeiss, Oberkochen, Германия). Подложки с костной стружкой или срезами в PMMA были исследованы сканирующим электронным микроскопом (XL40, Philips, Eindhoven, The Нидерланды) после позолочения (золотого напыления).

Результаты.

Все раны в местах забора костного графта зажили без осложнений. Не наблюдалось ни инфекции, ни расхождения швов, ни постоянного или временного нарушения нервной чувствительности.

При установке имплантов через 3-4 месяца выяснилось что костный графт в постэкстрационных дефектах полностью интегрировался, так что не наблюдалось отличия от окружающей кости. Качество кости, полученной во время сверления трепаном (внешний диаметр 3,5мм), в шести случаях была 4 типа, и 3 типа в двух случаях, что привело к установке импланта с усилием 40 Н (измерено откалиброванным наконечником (Elcomed, W & H, Virgoos, Австрия). В случаях синус-лифта и НКР, через 4-6 и 9 месяцев соответственно, кость была 4 типа, что однако не ухудшило первичную стабильность всех 31 установленных имплантов. Исследование показало что все взятые биопсии состояли из васкуляризированной кортикальной и губчатой кости.

Кортикальная костная стружка.

Большинство собранных образцов костной стружки имеют похожую на зубчистки продолговатую прямоугольную форму (рисунок 2) и искривленное положение после фиксации и

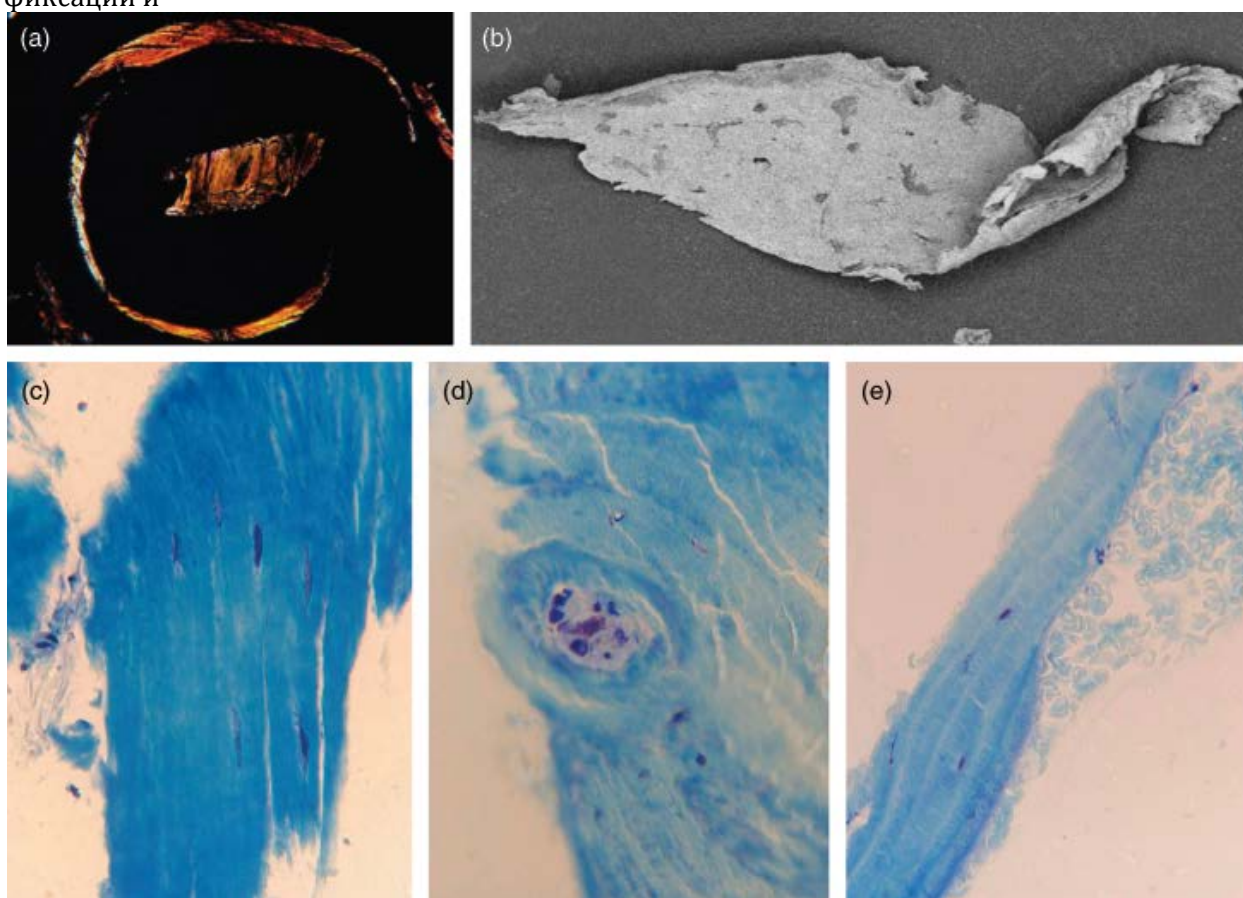


Рисунок 2. Морфология (а, поляризованный свет, трипановый синий, б, электронный микроскоп, с-е, толуидиновый синий краситель) костной стружки собранной Safescraper®. Обратите внимание на загнутые концы некоторых продолговатых стружек (а). Внутри некоторых видны маленькие трещины (а и с). Живые остеоциты наблюдаются внутри больших и тонких стружек. Содержимое гаверсова канала костных стружек содержащих живые остеобласты (d). Ширина поля зрения: а = 2660 мкм; b = 5000 мкм c = d = 125 мкм, e = 200мкм.

погружения. Это искривление было связано с пластинчатым смещением; костная стружка сгибалась, когда пластины были расположены под углом к режущей поверхности, или если ортогональные пластины прилегали к тангенциальным пластинам (рисунок 2а). Меньшее количество крупных прямоугольных стружек было получено с помощью скребка (рисунок 2а). В этих стружках наблюдались различные смещения пластин, а также могли наблюдаться трещины, схожие с трещинами в удлиненных стружках (рисунок 2). Эти крупные прямоугольные стружки достигают видимых невооруженным глазом размеров,

даже превышающих 5 мм (рисунок 2b), и в них обычно не наблюдается внутренних трещин, так как структурное смещение этих стружек благоприятствует взятию целых образцов. В большинстве стружек содержались живые клетки. Живые остециты наблюдались не только в крупных прямоугольных стружках (рисунок 2c), но и в контексте тонких удлиненных прямоугольных стружек (рисунок 2e). Открытые лакуны, не содержащие протоплазму, наблюдались на поверхности костных стружек. Гаверсовы каналы с живыми остеобластами и клетками стромы иногда наблюдались внутри стружек (рисунок 2d). Более того, в более крупных и плотных костных стружках наблюдались сосуды, рассеченные под различными углами.

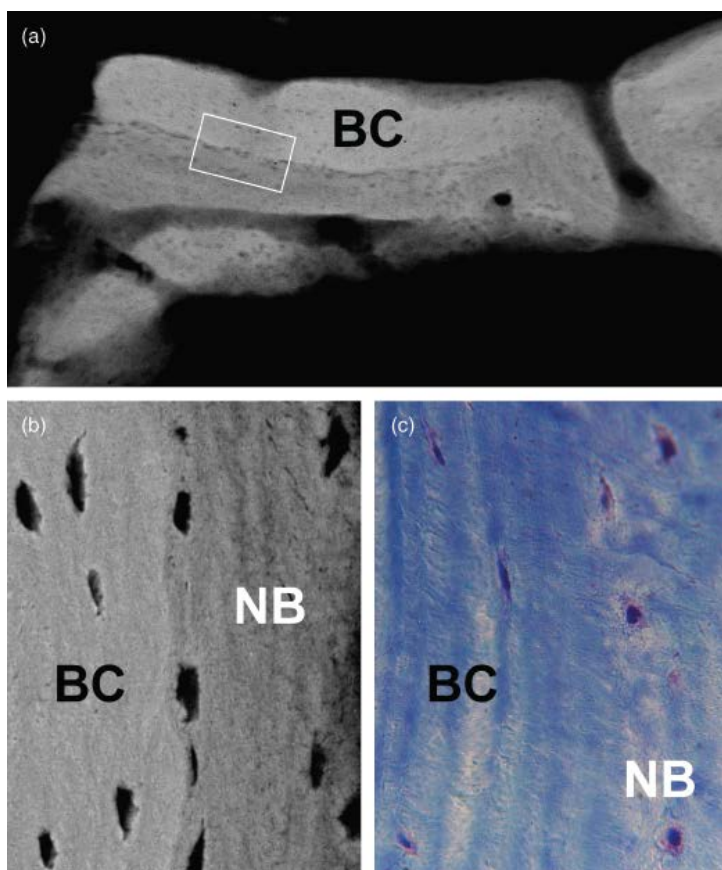


Рисунок 3. Микрорадиографический снимок (a) и снимок электронного микроскопа при обратном рассеивании (b) того же толстого участка и участка окрашенного синим толуидином (c) одной биопсии костной стружки собранной Safescraper и установленной в постэкстракционную лунку на нижней челюсти, через 4 месяца после операции. Выделенный квадратом участок в большем увеличении показан в (b) и (c). Обратите внимание как костная стружка (BC) почти полностью окружена новой сформировавшейся костью. У нее гладкая поверхность и она пронизана васкулярными каналами. Также в (b) и (c) ламеллярная (BC), содержащая типичные имеющие эллипсоидную форму (живые) остециты, продолжается новой сформировавшейся костью (NB), более темная на (a) и (b), имеющей переплетенную структуру и содержащую в беспорядке остециты. Ширина поля зрения: a = 1050 мкм; b = 135 мкм c = 110 мкм.

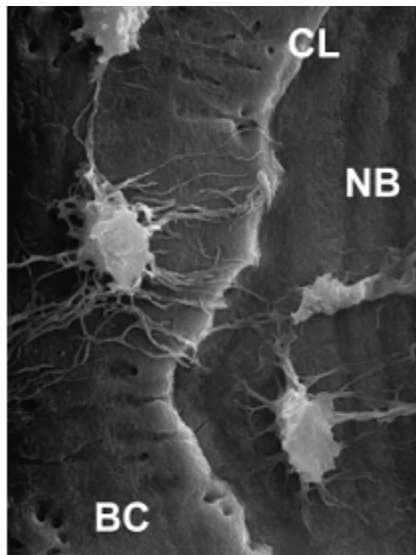


Рис. 4. Вторичный снимок при помощи сканирующего электронного микроскопа частично протравленного толстого среза биопсии костной стружки, взятой с помощью костного скребка Safescraper®, пересаженной в рамках процедуры контролируемой регенерации костной ткани в нижней челюсти, сделан через 6 месяцев после операции. Отметьте, что сеть лагун и канальцев костной стружки (BC) соединена с сетью новой кости (NB) несколькими канальцами, проходящими через границу цементного соединения (CL). Ширина поля зрения 50 мкм.

Результаты морфометрического анализа диаметра костной стружки варьировались в значительной мере в зависимости от пациентов (девять человек). Средняя длина рассеченной костной стружки варьировалась от 0,9 до 1,7 мм. Если они не выбирались вручную (как, например, для исследования под сканирующим электронным микроскопом), погруженные и рассеченные костные стружки редко превышали в длину 3 мм, даже если под сканирующим электронным микроскопом наблюдались стружки длиной более 5 мм (рисунок 2b). Измерения ширины рассеченной костной стружки давали более однородный результат. В нашей серии случаев средняя ширина варьировалась от 150 до 250 мкм. Однако, измерения ширины демонстрировали трехвершинное распределение, где первый пик находился на отметке около 100 мкм; второй пик находился на отметке от 250 до 350 мкм, а третий пик находился на отметке 500-600 мкм.

Жизнеспособность остеоцитов в костной стружке в значительной мере варьировалась в зависимости от пациента. Если исключить низкую среднюю жизнеспособность (37,5%), наблюдавшуюся у одного пациента, то средняя жизнеспособность остеоцитов в костной стружке, взятой с помощью костного скребка Safescraper®, варьировалась от 45% до 72%.

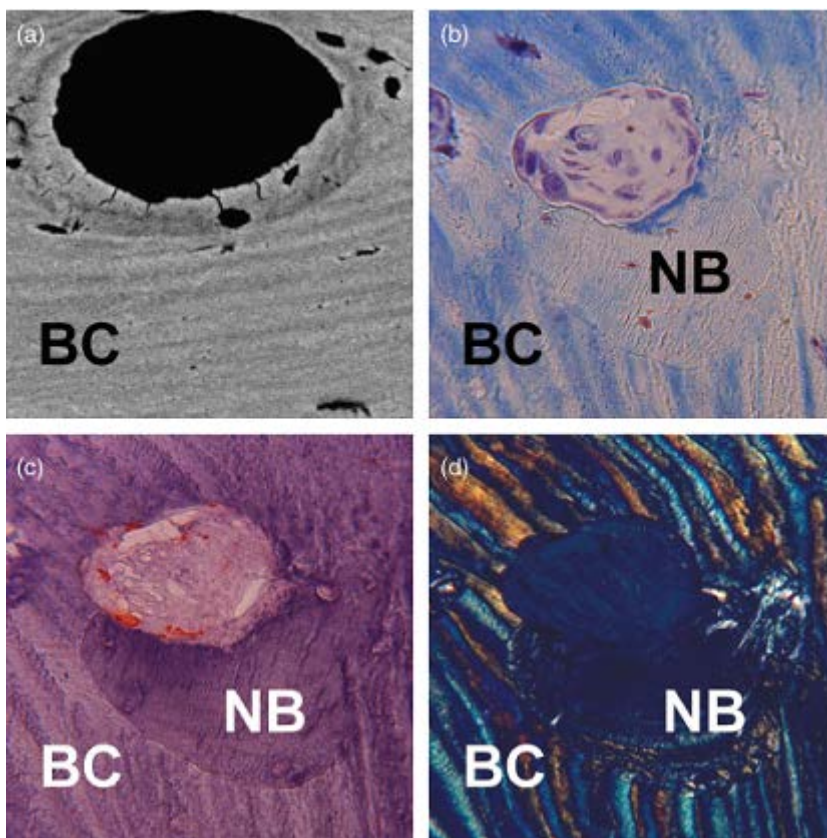


Рисунок. 5. Полученное с помощью электронной микроскопии обратного рассеивания изображение обработанных (а) густым толуидиновым синим красителем (b) и устойчивой к тартрату кислой фосфатазой (с, обычное освещение; d, поляризованный свет) образцов одной и той же биопсии костной стружки, взятой с помощью костного скребка Safescraper®, пересаженной в постэкстракционную лунку в нижней челюсти, через 4 месяца после операции. Костная стружка (BC), содержащая типичные имеющие эллипсоидную форму (живые) остециты, имеет пластинчатую структуру. Она эродирована, и ранее в аппозиции к ней сформировалась новая костная ткань [NB, показано темным на снимке (a)] с переплетенной структурой и остеоцитами неправильной формы. Теперь остеокласты [показаны красным на снимке (c)] проводят резорбцию, как костной стружки, так и новой костной ткани, чтобы расширить сосудистую полость (первый этап реструктурирования ткани). Ширина поля зрения: a = 170 мкм; b = c = d = 200 мкм.

Биопсия костной ткани

Морфометрия образцов биопсии позволила выявить, что наибольшие показатели общего объема кости (в диапазоне от 40% до 55%) наблюдались через 3-4 месяца после операции, особенно в экстракционных лунках нижней челюсти. В участках в верхней челюсти общий объем кости продемонстрировал незначительное снижение (30-50%) через 4-6 месяцев после операции, но четко определялся (23%) через 9 месяцев. Пересаженная костная ткань, как правило, составляет <50% кальцифицированных тканей, наблюдаемых через 4-5 месяцев после операции, если мы исключим результат, наблюдаемый на нижней челюсти у одного пациента (около 80%).

Пересаженная костная ткань постепенно резорбировалась и заменялась новой формирующейся костной тканью. Эрозия изначально затрагивала более мелкие костные стружки, и только крупные стружки, частично эродированные или нет, могли наблюдаться позднее (рисунок 3a). Обычно, пересаженные стружки выглядели более короткими (меньше 1 мм) и имели затупленный профиль вместо первоначального острого. У пересаженных стружек наблюдалось образование новой костной ткани в аппозиции к аутологической поверхности кости (рисунок 3b). Новая костная ткань частично или полностью окружала пересаженную стружку (рисунок 3a). Некоторые редкие стружки, окруженные сформированной костной тканью, содержали внутренние трещины. Многие живые остециты (рисунок 3c) заполняли лакуны пересаженной кости. Оценка 18 образцов биопсии показала, что среднее количество живых остецитов варьировалось среди

пациентов в диапазоне от 25% до 60% лакун пересаженной стружки. Изучение протравленных образцов под сканирующим электронным микроскопом (рисунок 4) показало наличие реконструкции сети лакун и канальцев: вдоль цементной (обратной) линии наблюдалось несколько соединений канальцев пересаженной стружки и новой костной ткани (рисунок 4).

Резорбция пересаженной стружки затрагивала не только внешнюю поверхность, но и внутренние ткани (рисунки 3-5). Остеокласты формировали полости внутри костной стружки, скорее всего, расширяя уже существующие сосудистые полости. Переплетения костной ткани могут формироваться на обратной границе костной стружки (рисунок 3). Остеокласты (рисунок 5с) могут успешно эродировать как вновь сформированные костные ткани, так и пересаженные костные ткани, расширяя полость, а затем остеобласты могут заполнить эту полость новой костной тканью, скорее всего имеющей пластинчатую структуру.

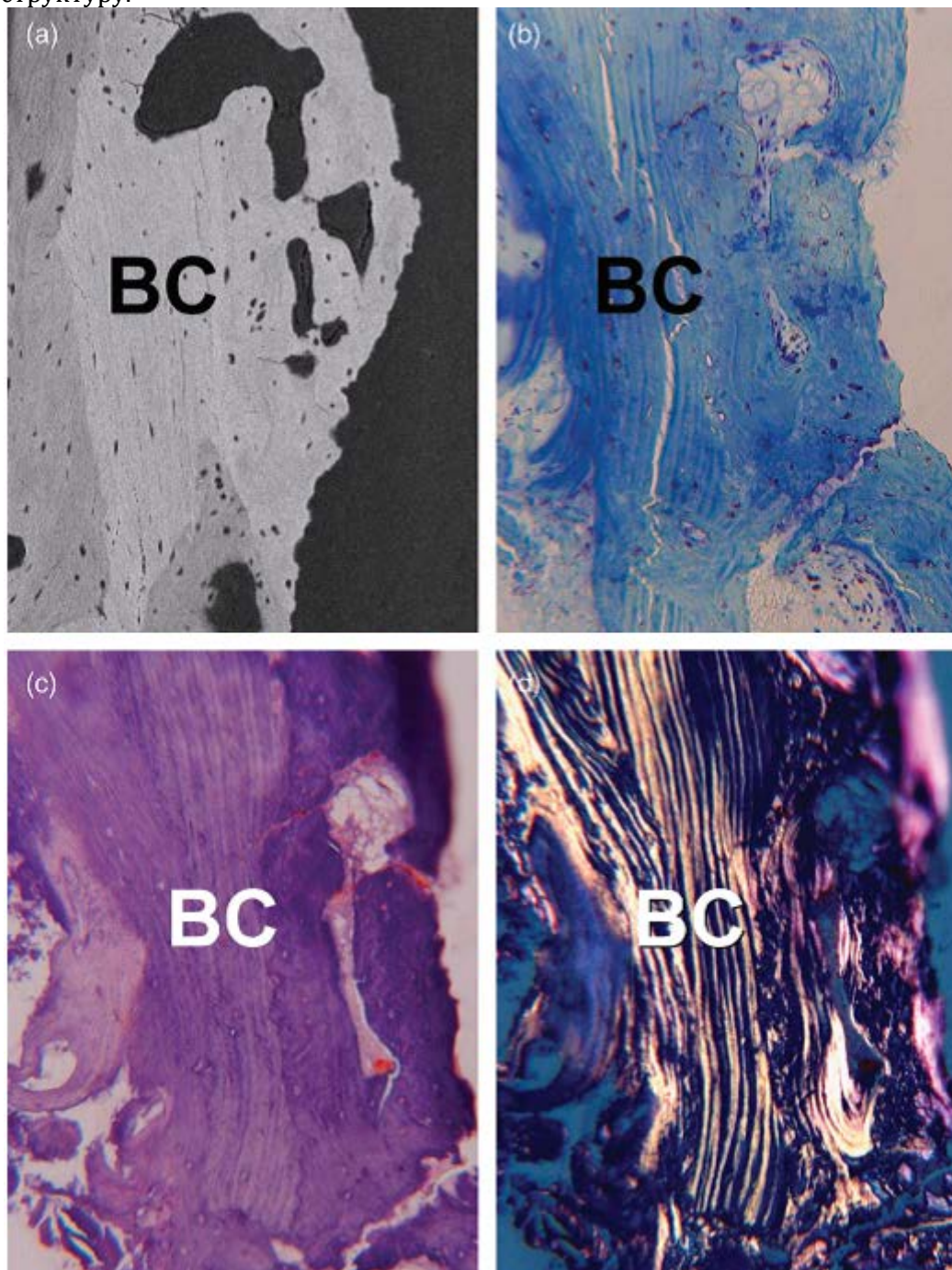


Рисунок. 6. Полученное с помощью электронной микроскопии обратного рассеивания изображение обработанных (а) густым толуидиновым синим красителем (b) и устойчивой к тартрату кислой фосфатазой (с, обычное освещение; d, поляризованный свет) образцов одной и той же биопсии костной стружки, взятой с

помощью костного скребка Safescraper®, пересаженной в ходе процесса контролируемой регенерации костной ткани нижней челюсти, через 9 месяцев после операции. Костная стружка (BC) имеет пластинчатую структуру(d), содержащую живые остециты (b). Она полностью окружена новой костной тканью [показано более темным на (a)], с переплетенной структурой (d). Костная стружка эродирована, но в настоящем случае полости эрозии, некоторые из которых содержат живые остеокласты [(b), показано красным на (c)], в основном наблюдаются в новой сформированной костной ткани. Поле зрения: a = 170 мкм; b = c = d = 200 мкм.

Если костная стружка изначально имела крупный размер, некоторое остаточное количество пересаженной костной стружки могло наблюдаться спустя значительное время после проведения операции (рисунок 6). Пересаженная костная ткань выглядела в значительной мере резорбированной остеокластами (рисунок 6а) и полностью окруженной костной тканью (рисунок 6). Живые остециты (примерно 35% от всех лакун) наблюдались в пересаженной стружке. Наблюдалось предпочтение к эрозии остеокластами вновь сформированной переплетенной костной ткани, а не пересаженной кости (рисунок 6с). Наблюдался определенный процент остеогенной активности (рисунок 7) по образованию новой костной ткани, в основном имеющей пластинчатую структуру, в аппозиции к остаткам пересаженной стружки даже спустя 9 месяцев после операции.

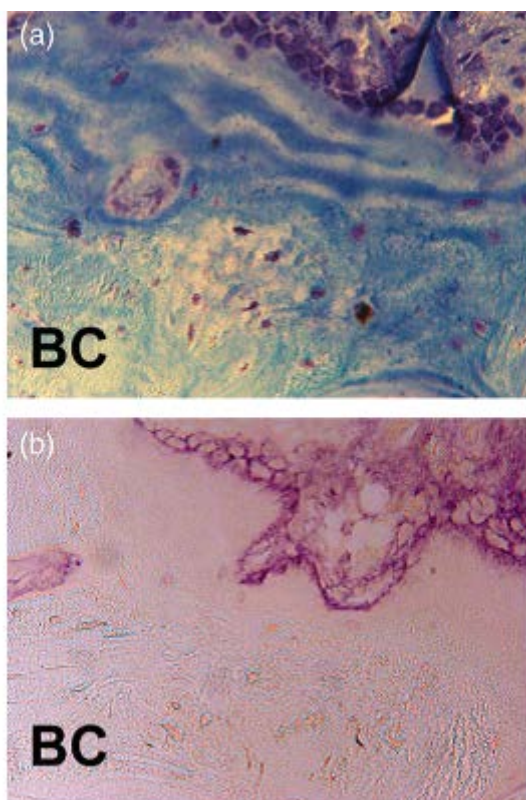


Рис. 7. Обработанные толуидиновым синим красителем (a) и общей щелочной фосфатазой (TALP) (b) срезы биопсии костной стружки, взятой с помощью костного скребка Safescraper®, пересаженной в ходе процесса контролируемой регенерации костной ткани нижней челюсти, через 9 месяцев после операции. Активные остеобласты, положительные на TALP, продолжают формирование новой костной ткани в аппозиции к остатку костной стружки (BC) с целью адаптировать участок скелета к нагрузкам. Ширина поля зрения: a = b = 400 мкм.

Обсуждение.

Всем пациентам, включенным в настоящее исследование, потребовалось наращивание костной ткани до размещения трехмерного имплантата (Салама с соавторами, 1998; Саадун с соавторами, 1999; Тарноу с соавторами, 2003) в соответствии с основанным на протезировании плане лечения (Мекалл и Розенфельд, 1992; Бусер и Бельсер, 1994; Коис и Кан, 2001). Взятие костной ткани из ротовой полости, с объемом кортикальной стружки до 10 - 15 мл из донорского участка в ветви нижней челюсти, обеспечило действенный функциональный и эстетический результат протезирования у всех пациентов, выполнив

свою реконструктивную задачу. В целом 39 имплантатов было использовано для лечения трех различных типов альвеолярных дефектов, с показателем успешности 100% на момент установки протеза. Биологические характеристики этих дефектов и их потенциала к регенерации в значительной мере варьировались (Тинти и Парма-Бенфенати, 2003), так как это исследование включало малые ограниченные трех- или четырехстенные дефекты кости (альвеолярные дефекты), крупные ограниченные четырехстенные дефекты (трансплантация пазухи) и имеющие средний и крупный размер неограниченные дефекты кости (случаи горизонтальной и вертикальной контролируемой регенерации костной ткани). В последней группе и при вертикальном наращивании гребня особо заметно было то, что остеогенный потенциал пересаживаемого материала играет значительную роль в клиническом исходе процедуры регенерации (Симион с соавторами, 1998). Однако, хорошая регенеративная активность наблюдалась для всех типов морфологии дефекта, приводя к механически стабильному участку имплантации после созревания костной ткани у всех пациентов.

Наши результаты подтверждают, что сбор костной ткани вручную (костный скребок Safescraper®) дает хороший клинический результат при заживлении экстракционной лунки, наращивании дна верхнечелюстной пазухи и контролируемых регенерациях костной ткани. Инструмент для сбора материала вручную (костный скребок Safescraper®) позволяет получать аутогенную кость, избегая необходимости в традиционных основанных на рассечении техниках и взятии корково-губчатого трансплантата костной ткани, связанного с дискомфортом после операции (фон Аркс с соавторами, 2005). Процедура сбора костной ткани позволяет получить хорошее количество незагрязненной аутогенной костной ткани, предназначенной для пересадки, с близко расположенного донорского участка. Высокотехнологичное лезвие инструмента (костный скребок Safescraper®) позволяет осуществлять точный срез корковой ткани, вне зависимости от пластинчатой костной ткани, и позволяет получать костную стружку длиной до 5 мм. Собранная костная ткань сохраняется в стерильной среде, а затем, смешанная с кровью, используется для заполнения дефектов костной ткани.

Инструмент (костный скребок Safescraper®) позволяет получать удлиненные или короткие прямоугольные костные стружки. Средняя величина стружек составляла примерно 1,3 мм в длину, 200 мкм в ширину (сканирующая электронная микроскопия проводилась на отдельных стружках размером 3-5 мм) и примерно 100 мкм в толщину (первый из трех пиков трехвершинного распределения; остальные два пика соответствуют ширине удлиненной и короткой прямоугольной стружке).

Из-за процесса перестройки пластины в прилегающих участках могут лежать в разном направлении, и трещины в стружках являются обычным делом. Трещины образуются, когда режущее лезвие пересекает пластину другой ориентации, создавая высокое сопротивление. Трещины не формируются в случае с непрерывной пластинчатостью. Длинные стружки формируются, когда пластины находятся параллельно или слегка под углом к плоскости среза. По причине более низкого сопротивления свободно лежащих пластин (Маротти, 1993; Маротти с соавторами, 1994), короткие и узкие стружки формируются, когда пластины располагаются ортогонально к плоскости среза. Несмотря на зависимость от пластинчатой структуры, искривленная форма разделенных на части стружек может считаться артефактом процессов погружения и фиксации. Обычно мы не наблюдаем искривленные стружки при биопсии, хотя они часто встречаются в разделенных на части образцах стружки. Выраженное отсутствие трещин в стружках, анализируемых с помощью сканирующей электронной микроскопии, в значительной мере подтверждает это наблюдение. Крупные стружки получают только в тех случаях, когда пластинчатая структура участка демонстрирует достаточную однородность, а отдельные стружки формируются при прерывистой пластинчатой структуре. Таким образом, в крупных стружках скорее всего, будут отсутствовать трещины.

Процент жизнеспособности остецитов в собранной костной стружке (в диапазоне от 45% до 70%) скорее всего, соответствует проценту на донорском участке, так как средний процент остецитов в физиологически функциональной интерстициальной костной ткани шейки бедренной кости у пожилых людей варьируется от 25% до 55% (Палумбо с соавторами, 2001). Наблюдаемый процент живых остецитов в костной стружке был выше и

указывал, что процесс взятия материала оказал умеренное воздействие на жизнеспособность. Замеченное снижение количества живых остеоцитов через 9 месяцев после операции соответствует результатам, полученным Зербо с соавторами (2003 г.), хотя эти авторы выяснили, что большая часть остеоцитов не выживает в пересаженном костном блоке. Это снижение, судя по всему, показывает, что интеграция с лакуно-канальцевой сетью существует, но недостаточна для поддержания жизнеспособности большинства остеоцитов в стружке.

Костная стружка предназначена для полной резорбции в месте пересадки. Тем не менее, резорбция костной стружки происходит по разным схемам. Все пересаженные стружки в определенной мере эродируются остеокластами, чье действие происходит в первые 2-4 месяца после имплантации. Эта значительная резорбционная активность, вероятно, приводит к удалению пересаженной стружки среднего и мелкого размера. Крупная стружка, пусть и уменьшенная в размере, переживает резорбцию остеокластами. Ее окружает образуемая в аппозиции к ней новая костная ткань, и образцы этой стружки могут быть получены через 9 месяцев после операции. Эродированная ткань высвобождает свои компоненты в окружающую среду с остеокондуктивным эффектом, приводящим к высокому общему объему кости через 2-4 месяца после операции. Уменьшение общего объема кости не вызвано уменьшением остеоиндуктивного действия, так как активное образование костной ткани наблюдалось и через 9 месяцев после операции, а вызвано разгрузкой участка имплантации. Количество костной ткани обратно пропорционально времени спустя 5-9 месяцев после операции.

В заключение следует сказать, что результаты говорят в поддержку потенциала для сбора костной ткани с помощью инструмента Safescraper®. Собранная костная стружка содержит живые остеоциты, что указывает на хорошее качество собранного костного материала. Пересаженная стружка по большей части резорбируется, индуцируя образование соответствующего количества новой костной ткани, но часть стружки, содержащая живые остеоциты, включается в скелетную ткань в новом месте пересадки. Концепт «все в одном» для настоящего хирургического устройства (сбор, обработка и хранение), возможность применения устройства на различных донорских участках и большое количество костной стружки, получаемой с помощью скребка, делают его полезным инструментом для регенеративных процедур в амбулаторных условиях.

Литература:

- Al Sebaei, M.O., Papageorge, M.B. & Woo, T. (2004) Technique for in-office cranial bone harvesting. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 62 (Suppl. 2): 120-122.
- Artzi, Z., Kozlovsky, A., Nemcovsky, C.E. & Weinreb, M. (2005) The amount of newly formed bone in sinus grafting procedures depends on tissue depth as well as the type and residual amount of the grafted material. *Journal of Clinical Periodontology* 32: 193-199.
- Bertoldi, C., Pradelli, J., Consolo, U. & Zaffe, D. (2005) Release of elements from retrieved maxillofacial plates and screws. *Journal of Material Science: Materials in Medicine* 16: 857-861.
- Borstlap, W.A., Heimbuchel, K.L.W.M., Freihofer, H.P.M. & Kuijpers-Jagtman, A.M. (1990) Early secondary bone grafting of alveolar cleft defects. A comparison between chin and rib grafts. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 18: 210-215.
- Boyne, P.J. & James, R. (1980) Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *Journal of Oral Surgery* 38: 613-618.
- Bunger, M.H., Langdahl, B.L., Andersen, T., Husted, L., Lind, M., Eriksen, E.F. & Bunger, C.E. (2003) Semiquantitative mRNA measurements of osteoinductive growth factors in human iliac-crest bone: expression of LMP splice variants in human bone. *Calcified-Tissue-International* 73: 446-454.
- Buser, D., Bragger, U., Lang, N.P. & Nyman, S. (1990) Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clinical Oral Implants Research* 1: 22-32.
- Buser, D., Dula, K., Belsler, U., Hirt, H.P. & Berthold, H. (1993) Localized ridge augmentation
- Marotti, G., Muglia, M.A., Palumbo, C. & Zaffe, D. (1994) The microscopic determinants of bone mechanical properties. *Italian Journal of Mineral and Electrolyte Metabolism* 8: 167-175.
- Matsuda, M., Satoh, Y. & Ono, K. (1992) Scanning electron microscopic and light microscopic observations on morphological changes of freeze-dried bone implantation in rats: comparison with fresh autogenous bone transplantation. *Histology and Histopathology* 7: 393-403.
- Mazock, J.B., Schow, S.R. & Triplett, R.G. (2004) Proximal tibia bone harvest: review of technique, complications, and use in maxillofacial surgery. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 19: 586-593.
- Mecall, R.A. & Rosenfeld, A.L. (1992) The influence of residual ridge resorption patterns on implant fixture placement and tooth position. 2. Presurgical determination of prosthesis type and design. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 12: 32-51.
- Misch, C.M., Misch, C.E., Reisman, R.R. & Ismail, Y.H. (1992) Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants. A preliminary procedural report. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 7: 360-366.
- Missori, P., Rastelli, E., Polli, F.M., Tarantino, R., Rocchi, G. & Delfini, R. (2002) Reconstruction of suboccipital craniectomy with autologous bone chips. *Acta Neurochirurgica* 144: 917-920.
- Palumbo, C., Ferretti, M., Ardizzoni, A., Zaffe, D. & Marotti, G. (2001) Osteocyte-osteoclast morphological relationships and the putative role of osteocytes in bone remodeling. *Journal of Musculoskeletal*

- using guided bone regeneration. I. Surgical procedure in the maxilla. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 13: 29–45.
- Buser, D., Dula, K., Belsler, U., Hirt, H.P. & Berthold, H. (1995) Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. II. Surgical procedure in the mandible. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 15: 10–29.
- Buser, D.C. & Belsler, U.C. (1994) Anatomic, surgical, and esthetic considerations in implant dentistry. In: Buser, D.C., Dahlin, C. & Schenk, R.K., eds. *Guided Bone Regeneration in Implant Dentistry*, 13–29. London, UK: Quintessence Publishing.
- Consolo, U., Bertoldi, C. & Zaffe, D. (2006) Intermittent loading improves results in mandibular alveolar distraction osteogenesis. *Clinical Oral Implants Research* 17: 179–187.
- Cordaro, L. (2003) Bilateral simultaneous augmentation of the maxillary sinus floor with particulated mandible. Report of a technique and preliminary results. *Clinical Oral Implants Research* 14: 201–206.
- Dahlin, C., Linde, A., Gottlow, J. & Nyman, S. (1988) Healing of bone defects by guided tissue regeneration. *Plastic and Reconstructive Surgery* 81: 672–676.
- Erpenstein, H., Diedrich, P. & Borchard, R. (2001) Preparation of autogenous bone grafts in two different bone mills. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 21: 609–615.
- Feenstra, L. & Uges, D.R. (1978) The bone collector: a new device. *Archives of Otolaryngology* 104: 57.
- Gamradt, S.C. & Lieberman, J.R. (2003) Bone graft for revision hip arthroplasty: biology and future applications. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 417: 183–194.
- Girdler, N.M. & Hosseini, M. (1992) Orbital floor reconstruction with autogenous bone harvested from the mandibular lingual cortex. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 30: 36–38.
- Hallman, M., Sennerby, L. & Lundgren, S. (2002) A clinical and histologic evaluation of implant integration in the posterior maxilla after sinus floor augmentation with autogenous bone, bovine hydroxyapatite, or a 20:80 mixture. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 17: 635–643.
- Hatano, N., Shimizu, Y. & Ooya, K. (2004) A clinical long-term radiographic evaluation of graft height changes after maxillary sinus floor augmentation with a 2:1 autogenous bone/xenograft mixture and simultaneous placement of dental implants. *Clinical Oral Implants Research* 15: 339–345.
- Hu, Z.M., Peel, S.A., Sandor, G.K. & Clokie, C.M. (2004) The osteoinductive activity of bonemorphogenetic protein (BMP) purified by repeated extracts of bovine bone. *Growth Factors* 22: 29–33.
- Jackson, I.T., Sullivan, C. & Shiele, U.U. (1988) A simple bone dust collector. *Plastic and Reconstructive Surgery* 81: 967–969.
- Jakse, N., Seibert, F.J., Lorenzoni, M., Eskici, A. & Pertl, C. (2001) A modified technique of harvesting tibial cancellous bone and its use for sinus grafting. *Clinical Oral Implants Research* 12: 488–494.
- Jensen, J. & Sindet-Pedersen, S. (1991) Autogenous mandibular bone grafts and osseointegrated implants for reconstruction of severely atrophied maxilla: a preliminary report. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 49: 1277–1287.
- Jin, D., Qu, D., Chen, J. & Zhang, H. (2004) Onestage anterior interbody autografting and instrumentation in primary surgical management of thoracolumbar spinal tuberculosis. *European Spine Journal* 13: 114–121.
- Kainulainen, V. & Oikarinen, K. (1998) Comparison of four bone collectors designed for oral and maxillofacial surgery – an in vitro study. *Clinical Oral Implants Research* 9: 327–332.
- Kinsel, R.P. & Turbow, M.M. (2004) The use of a trephine biopsy needle to obtain autogenous corticocancellous bone from the iliac crest: technical note. *International Journal of Oral & Maxillofacial and Neuronal Interactions* 1: 327–332.
- Parfitt, A.M., Drezner, M.K., Glorieux, F.H., Kanis, J.A., Malluche, H., Meunier, P.J., Ott, S.M. & Beker, R.R. (1987) Bone histomorphometry: standardization of nomenclature, symbols and units. *Journal of Bone and Mineral Research* 2: 595–610.
- Saadoun, A.P., LeGall, M. & Touati, B. (1999) Selection and ideal tridimensional implant position for soft tissue aesthetics. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry* 11: 1063–1072.
- Salama, H., Salama, M.A., Garber, D. & Adar, P. (1998) The interproximal height of bone: a guidepost to predictable aesthetic strategies and soft tissue contours in anterior tooth replacement. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry* 10: 1131–1141.
- Schlegel, K.A., Fichtner, G., Schultze-Mosgau, S. & Wiltfang, J. (2003) Histologic findings in sinus augmentation with autogenous bone chips versus Zaffe & D'Avenia. Bone chip grafting after intraoral collection. *532 | Clin. Oral Impl. Res.* 18, 2007 / 525–533 c_2007 Blackwell Munksgaard a bovine bone substitute. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 18: 53–58.
- Schwippen, V., von Wild, K. & Tilkorn, H. (1997) Rekonstruktion bei Stirnbein-, Periorbita- und Schädeldachdefekten mit autogenem Knochen. (Reconstruction of frontal bone, periorbital and calvarial defects with autogenic bone). *Mund, Kiefer und Gesichtschirurgie* 1 (Suppl. 1): S71–S74.
- Sethi, A. & Kaus, T. (2001) Ridge augmentation using mandibular block bone grafts: preliminary results of an ongoing prospective study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 16: 378–388.
- Simion, M., Jovanovic, S.A., Trisi, P., Scarano, A. & Piattelli, A. (1998) Vertical ridge augmentation around dental implants using a membrane technique and autogenous bone or allografts in humans. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 18: 8–23.
- Simion, M., Trisi, P. & Piattelli, A. (1994) Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with osseointegrated implants. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 14: 496–511.
- Smith, J.D. & Abramson, M. (1974) Membranous vs. endochondral bone autografts. *Archives of Otolaryngology* 99: 203–205.
- Springer, I.N., Terheyden, H., Geiss, S., Harle, F., Hedderich, J. & Acil, Y. (2004) Particulated bone grafts – effectiveness of bone cell supply. *Clinical Oral Implants Research* 15: 205–212.
- Tarnow, D., Elian, N., Fletcher, P., Froum, S., Magner, A., Cho, S.C., Salama, M., Salama, H. & Garber, D.A. (2003) Vertical distance from the crest of bone to the height of the interproximal papilla between adjacent implants. *Journal of Periodontology* 74: 1785–1788.
- Tinti, C. & Parma-Benfenati, S. (2003) Clinical classification of bone defects concerning the placement of dental implants. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 23: 147–155.
- Turunen, T., Peltola, J., Yli Urpo, A. & Happonen, R.P. (2004) Bioactive glass granules as a bone adjunctive material in maxillary sinus floor augmentation. *Clinical Oral Implants Research* 15: 135–141.
- von Arx, T., Hafliger, J. & Chappuis, V. (2005) Neurosensory disturbances following bone harvesting in the symphysis: a prospective clinical study. *Clinical Oral Implants Research* 16: 432–439.
- Widmark, G. & Ivanoff, C.J. (2000) Augmentation of exposed implant threads with autogenous bone chips: prospective clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 2: 178–183.
- Young, M.P., Carter, D.H., Worthington, H., Korachi, M. & Drucker, D.B. (2001) Microbial analysis of bone collected during implant surgery: a clinical and laboratory study. *Clinical Oral Implants Research* 12: 95–103.
- Young, M.P., Korachi, M., Carter, D.H., Worthington, H.V., McCord, J.F. & Drucker, D.B. (2002a) The effects of an immediately pre-surgical chlorhexidine oral rinse on the bacterial contaminants of bone debris collected during dental implant surgery.

- Implants 19: 438–442.
- Kois, J.C. & Kan, J.Y. (2001) Predictable peri-implant gingival aesthetics: surgical and prosthodontic rationales. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry* 13: 691–698.
- Le Lor'h-Bukiet, I., Tulasne, J.F., Llorens, A. & Lesclous, P. (2005) Parietal bone as graft material for maxillary sinus floor elevation: structure and remodeling of the donor and of recipient sites. *Clinical Oral Implants Research* 16: 244–249.
- Lekholm, U. & Zarb, G.A. (1985) Patient selection and preparation. In: Branemark, P.-I., Zarb, G.A. & Albrekysson, T., eds. *Tissue-Integrated Prostheses*, 199–209. Chicago: Quintessence Publishing Co. Inc.
- Marotti, G. (1993) A new theory of bone lamellation. *Calcified Tissue International* 53 (Suppl. 1): S47–S55.
- Clinical Oral Implants Research 13: 20–29.
- Young, M.P., Worthington, H.V., Lloyd, R.E., Drucker, D.B., Sloan, P. & Carter, D.H. (2002b) Bone collected during dental implant surgery: a clinical and histological study. *Clinical Oral Implants Research* 13: 298–303.
- Zerbo, I.R., de Lange, G.L., Joldersma, M., Bronckers, A.L. & Burger, E.H. (2003) Fate of monocortical bone blocks grafted in the human maxilla: a histological and histomorphometric study. *Clinical Oral Implants Research* 14: 759–766.
- Zins, J.E. & Whitaker, L.A. (1983) Membranous versus endochondral bone: implications for craniofacial reconstruction. *Plastic and Reconstructive Surgery* 72: 778–784.
- Zaffe & D'Avenia . Bone chip grafting after intraoral collection