

<https://doi.org/10.17116/rosstomat20191203114>

Анализ возможности использования ауодентина удаленных зубов человека при пластике альвеолярной кости

В.О. СИДОРЕНКО, А.М. ПАНИН, А.М. ЦИЦИАШВИЛИ, В.Р. ГАБИДУЛЛИНА

ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель данной работы — обзор возможных способов использования дентина удаленных зубов человека в качестве ауотрансплантата при костной пластике. **Результаты.** Дентин возможно использовать как в виде блоков, так и в виде измельченной стружки. В свою очередь поры диаметром более 500 мкм, созданные в блоке, способствуют клеточной и капиллярной инвазии, что уменьшает сроки интеграции трансплантата. Измельченный в стружку дентин возможно использовать с целью сохранения лунки после операции удаления зуба. Снижение процентного содержания минерального компонента дентина путем экспозиции в слабых растворах кислот позволяет ускорить процесс остеоиндукции, так как минеральный компонент кости требует более длительного времени остеокластической резорбции. Также в качестве костного материала допустимо использовать зубы с корнями, запломбированными материалом на основе гидроксида кальция.

Выводы. Схожий минеральный и органический состав дентина и костной ткани, строение и процесс развития тканей, наличие факторов роста и белков, участвующих в минерализации матрикса, обеспечивают заместительную резорбцию дентина, который затем замещается нативной костной тканью. Исследования показывают высокий потенциал использования дентина в качестве аугментата практически в любом его виде. Родственный антигенный состав белкового компонента дентина не провоцирует реакцию патологического воспаления и способствует полноценному вступлению дентина в процесс костного ремоделирования. Таким образом, дентин удаленных зубов можно рассматривать как дополнительный источник остеопластического материала.

Ключевые слова: ауодентин, костная пластика, аугментация, трансплантат.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Сидоренко В.О. — <https://orcid.org/0000-0001-9400-0383>Панин А.М. — <https://orcid.org/0000-0001-6073-1591>Цициашвили А.М. — <https://orcid.org/0000-0002-4737-8508>; e-mail: amc777@yandex.ruГабидуллина В.Р. — <https://orcid.org/0000-0003-3308-8582>

АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Цициашвили А.М. — <https://orcid.org/0000-0002-4737-8508>; e-mail: amc777@yandex.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Сидоренко В.О., Панин А.М., Цициашвили А.М., Габидуллина В.Р. Анализ возможности использования ауодентина удаленных зубов человека при пластике альвеолярной кости. *Российская стоматология*. 2019;12(3):14-18. <https://doi.org/10.17116/rosstomat20191203114>

Alveolar bone plasty using removed teeth autodontine possibility analysis

V.O. SIDORENKO, A.M. PANIN, A.M. CICIASHVILI, V.R. GABIDULLINA

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov Russian Ministry of Health, Moscow, Russia

ABSTRACT

The aim of this study was to review existing methods of dentin application as a bone graft material for ridge augmentation. **Results.** Dentin may be used both in the form of blocks and in the form of crushed chips. Pores with a diameter of more than 500 μm created in the block contribute to cell and capillary invasion, which reduces graft integration time. Dentin shredded into shavings can be used to preserve the alveolus after the tooth extraction operation. The decrease of mineral component percent of dentin by exposure to weak acid solutions accelerates the process of osteoinduction, since the mineral component of the bone requires a longer time for osteoclastic resorption. It's also possible to use teeth with roots sealed with calcium hydroxide-based material as a bone material. **Conclusions.** the similar mineral and organic composition of dentin and bone tissue, close structure and tissue development process, the presence of growth factors and proteins involved in the mineralization of the matrix provide dentin resorption. This, in turn, would result in dentin replacement by native bone. Studies demonstrate a high potential for dentin application as a bone graft in almost any way. The related antigenic composition of dentin protein components doesn't provoke a pathological inflammation and contributes to the full entry of dentin into the bone remodeling process. Thus, dentin of extracted teeth is considered to be additional source of osteoplastic material.

Keywords: autogenous dentin, ridge augmentation, bone graft, tooth graft.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:Sidorenko V.O. — <https://orcid.org/0000-0001-9400-0383>Panin A.M. — <https://orcid.org/0000-0001-6073-1591>Ciciashvili A.M. — <https://orcid.org/0000-0002-4737-8508>; e-mail: amc777@yandex.ruGabidullina V.R. — <https://orcid.org/0000-0003-3308-8582>**CORRESPONDING AUTHOR:**Ciciashvili A.M. — <https://orcid.org/0000-0002-4737-8508>; e-mail: amc777@yandex.ru**TO CITE THE ARTICLE:**Sidorenko VO, Panin AM, Ciciashvili AM, Gabidullina VR. Alveolar bone plasty using removed teeth autodontine possibility analysis. *Russian Journal of Stomatology*. 2019;12(3):14-18. <https://doi.org/10.17116/rosstomat20191203114>

У 30—50% пациентов недостаточный объем альвеолярной кости челюсти при адентии не позволяет установить дентальный имплантат в оптимальное ортопедическое положение для последующего рационального протезирования и создания условий для длительного и надежного функционирования ортопедических конструкций, фиксированных на имплантаты [1]. Восстановление костных структур подразумевает формирование ткани, неотличимой от окружающих неповрежденных структур по своим морфологическим, химическим, биомеханическим характеристикам, т.е. формирование органотипичного регенерата.

Исторические предпосылки к использованию аутодентина удаленных зубов в костной пластике

Вопрос о возможности восстановления дефектов зубных рядов путем использования собственных зубов всегда был актуальным. С развитием стоматологии сформировались основные виды пересадки зубов: реплантация, аутотрансплантация, аллотрансплантация. В конце XIX века рядом экспериментов и работ (В.М. Антонец, L. Rabatz, H. Wadsworth, Fredel) был продемонстрирован неудачный в сравнении с ауто- и реплантацией опыт аллотрансплантации зубов, что связывали с содержанием белковых компонентов в трансплантате и вызываемой ими реакцией иммунного ответа, приводящей к «отторжению» трансплантатов.

Результаты исследований, проведенных в 70-е годы XX века (В.А. Козлов, М. Tsukiboshi), указывали на возможность включения твердых тканей зуба в процесс ремоделирования костной ткани в случае разрушения периодонта и позволили предположить, что дентин зуба можно использовать в качестве трансплантата при костной пластике. Одно из первых сообщений о том, что животный деминерализованный матрикс индуцирует остео- и хондрогенез, появилось в 1967 г. [2].

По сей день использование аутоматериалов принято считать «золотым стандартом», так как они не провоцируют реакцию иммунного ответа и имеют

возможность реализовывать все 3 механизма заживления костной ткани: остеогенный, остеоиндуктивный и остеокондуктивный [3]. В связи с этим определенный интерес для применения в качестве ауто-трансплантата представляет дентин, который является тканью, близкой по развитию, строению и составу к костной. В эмбриональном периоде альвеолярная кость и дентин происходят из стволовых мезенхимальных клеток нервного гребня. В дентине соотношение неорганического и органического компонентов составляет примерно 70% к 30%, в то время как в костной ткани — 65% к 35%. Дентин и кость на 20% состоят из коллагена первого типа. Дентин содержит костный морфогенетический белок, инсулиноподобный фактор роста 1 и инсулиноподобный фактор роста 2, которые участвуют в дифференцировке мезенхимальных стволовых клеток в хондроциты, что способствует костеобразованию. Среди неколлагеновых белков присутствуют остеокальцин, остеоонектин и дентинный фосфопротеин, участвующие в процессе минерализации матрикса. Указанные свойства дентина и сходные с костью строение и состав стали причиной появления работ, посвященных изучению возможности использования аутодентина в качестве трансплантата.

Использование аутодентина при костной пластике на современном этапе

Пространство периодонтальной щели и цемент считаются защитой дентина от остеокластической резорбции при ответе организма на воспалительный или бактериальный фактор [4]. При разрушении периодонта и цемента остеокласты получают прямой доступ к участкам дентина и за счет наличия костного морфогенетического белка, остеокальцина, остеоонектика, дентинного фосфопротеина запускается процесс заместительной резорбции корня зуба [5].

R. Girdhari и S. Hong-In сравнили остеогенные свойства деминерализованного и минерализованного дентина в качестве костного трансплантата [6]. Ученые использовали удаленные по ортодонтическим показаниям зубы, из которых сделали дентинные блоки

размером 3×2 мм и дентинную стружку с размером частиц 150—300 мкм. Дентинные блоки (цилиндры) поместили в 10% лимонную кислоту на 3 мин при комнатной температуре с целью частичной деминерализации. Дентинная стружка была помещена в раствор HCl (0,6N) при температуре 4 °С до полной деминерализации. Контроль деминерализации был осуществлен рентгенологически. Затем дентинные трансплантаты поместили 8-недельным мышам с пониженным порогом иммуногенных реакций в сформированные дефекты нижней челюсти, свода черепа, в подкожную синовиальную сумку и большеберцовую кость. Через 3 нед результаты гистологического исследования показали, что деминерализованный дентинный матрикс имеет высокий потенциал к остеоинтеграции и индуцирует костеобразование. В области новой костной ткани отсутствовали признаки резорбции или воспаления. В области минерализованного дентинного матрикса признаков образования костной ткани не обнаружено [6].

А. Kabić и соавт. изучили способность дентинных блоков с искусственно созданными порами проявлять свойства остеоиндукции и остеокондукции. Для эксперимента были взяты удаленные третьи моляры, у которых убрали эмаль, цемент и пульпу. Тонкими борами в дентине сделали поры диаметром 1 мм. Все зубы подвергали деминерализации в растворе 0,34 N HNO₃ в течение 30 мин. Дентинные блоки пересаживали в сформированные дефекты подвздошного гребня 6 овец. У половины овец костный блок для гистологического исследования и микрокомпьютерной томографии (КТ) брали через 2 мес после операции, у второй половины — через 4 мес. При рентгенологическом исследовании было установлено, что образование новой костной ткани шло практически по всей поверхности дентина. Структура новой костной ткани не отличалась от интактной окружающей кости. При гистологическом исследовании было отмечено, что в области трансплантированного дентина имеется большое количество остеобластов. Через 4 мес были обозначены участки, в которых остеоциты напрямую были связаны с дентином [7].

В 2017 г. S. Valdec и соавт. представили результаты использования дентинной аутостружки для сохранения лунки удаленного зуба во фронтальном отделе верхней челюсти у 4 пациентов. Показанием к удалению зубов была травма. После атравматичного удаления все зубы были подвержены механической обработке: удаление цемента, периодонта, эмали, пульпы, пломбировочного материала из корневого канала. В костной мельнице дентин был измельчен до кусочков размером 0,25—2 мм. Измельченный дентин, смешанный с кровью лунки удаленного зуба, поместили в лунку до уровня небной и вестибулярной кости. Рана во всех случаях была герметично закрыта деэпителизированным трансплантатом с неба, фиксированным швами. В процессе заживления

раны жалобы у пациентов отсутствовали. Через 3—4 мес в область удаленных зубов были установлены имплантаты. По данным конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), во всех случаях толщина кортикальной пластинки составила 2 мм и более. Через 1 год была оценена потеря костной ткани в высоту и ширину по данным КЛКТ. В вертикальной плоскости было утрачено 0,76 мм, в горизонтальной — 1,1 мм [8].

Ф. Шварц и соавт. в 2016 г. изучал возможность использования корней удаленных зубов в качестве ауто-трансплантата при увеличении объема альвеолярной кости по ширине и влияние наличия или отсутствия в каналах корней зубов пломбировочного материала на основе гидроксида кальция. Эксперимент проведен на собаках. Удаленные премоляры верхней челюсти были разделены на две группы. В 1-ю группу были включены зубы, которые не были подвержены эндодонтическому лечению. Во 2-ю группу — зубы, каналы которых были запломбированы. В качестве контрольной группы были использованы искусственно созданные костные дефекты, закрытые аутогенными костными блоками, взятыми из ретромолярной области животных. Всем животным на нижней челюсти были созданы костные дефекты размером 9 мм в высоту, 6 мм в вестибулооральном и 10 мм в мезиодистальном направлениях, замещенные подготовленными блоками. Через 12 нед были установлены дентальные имплантаты. Через 3 нед провели клинический и гистологический анализы. В качестве критериев оценки результатов эксперимента рассматривали ширину альвеолярного гребня в области операции, площадь полученной костной ткани и процент поверхности имплантата, контактирующей с костной тканью. Гистологический анализ показал образование молодой костной ткани в области всех сформированных костных дефектов, которое проявлялось как отложение большого количества параллельно расположенных волокнистых структур. Скорость и количество образованной ткани варьировали как в пределах одной группы, так и между ними. Анализ гистологических препаратов подтвердил резорбцию в области всех использованных для эксперимента зубов. Данные области характеризовались образованием слабоминерализованной, богато васкуляризованной соединительной ткани, в которой отмечались сети трабекул, происходящие из рядом расположенной естественной кости. Было установлено, что ткань корня зуба включается в процесс ремоделирования костной ткани, что в итоге приводит к полному их соединению. Результаты, полученные во всех трех группах эксперимента, оказались сопоставимы. Корни удаленных зубов имеют структурный и биологический потенциал, чтобы служить альтернативным источником для аугментации костной ткани. Результаты данного исследования показали, что пульпа не влияет на процесс включения тканей

зуба в процесс ремоделирования. Однако стоит отметить, что показатели всех критериев оказались выше в группе, в которой каналы были запломбированы гидроксидом кальция [9].

В условиях уже описанного эксперимента Ф. Шварц и соавт. (2016) определили для себя новые критерии сравнения молодой костной ткани, образованной в области интеграции корня зуба и костного аутоблока. Авторы сравнили реакционную способность антигена белка остеокальцина, силу, необходимую для выкручивания имплантата, а также соотношение кость/ткань в области имплантата. Реакционная способность антигена остеокальцина была принята в расчет как самый важный маркер ремоделирования костной ткани. В области трансплантации корня зуба результаты показали реакционную способность остеокальцина, равную 6,72%, 61,97 N*cm, — силу необходимую для выкручивания имплантата, соотношение кость/ткань оценено как 0,34. В области аутоблока реакционная способность антигена остеокальцина составила 2,73%, торк — 44,8 N*cm, соотношение кость/ткань — 0,21. Полученные результаты дали возможность заключить, что на ранних стадиях остеоинтеграции оба описанных вида костных трансплантатов практически одинаково проявляют свойства аутокостных трансплантатов [9].

Ф. Шварц и соавт. провели отдельный эксперимент на собаках по изучению возможности использования зубов с поражением пародонта. У 1-й группы в области премоляров и моляров верхней челюсти при помощи лигатур искусственно инициировано развитие пародонтита. Во 2-ю группу были включены интактные зубы, а в качестве контрольной группы использованы аутогенные костные блоки, взятые из ретромолярной области. Результаты гистологического анализа не показали значимых расхождений результатов среди трех групп. Согласно выводам авторов, зубы с заболеваниями пародонта могут быть использованы как альтернативный источник аутогенного материала [10].

Ф. Шварц и соавт. продолжили изучение нового хирургического направления в аугментации и включили в свое исследование людей. В представленном клиническом случае описан пациент, который имел недостаточное количество костной ткани по ширине в области отсутствующего зуба. После удаления зуба мудрости от него были отделены коронковая часть и цемент, а сам корень были закреплены в об-

ласти дефекта. Через 24 нед корень был гомогенно включен в костную ткань и почти полностью замещен ею. Данная операция позволила получить 4,5 мм по толщине и оптимально разместить имплантат [11].

Заключение

Таким образом, результаты проведенных исследований говорят о том, что дентин как аутогенный материал имеет большой потенциал использования при замещении дефектов альвеолярной кости. Близкий минеральный и белковый состав дентина и кости, схожие строение и процесс развития тканей, возможность включения дентина в процесс ремоделирования костной ткани открывают новые возможности в решении проблемы недостаточного объема костной ткани при лечении с использованием дентальных имплантатов. По результатам описанных исследований можно сделать вывод, что деминерализованный дентинный матрикс быстрее, чем минерализованный, вступает в процесс остеоиндукции. Наличие факторов роста и белков, участвующих в минерализации матрикса, обеспечивает заместительную резорбцию дентина, который затем замещается нативной костной тканью. Дентин можно использовать как в виде измельченной стружки, так и в виде дентинных блоков. Искусственно созданные в блоках поры диаметром более 500 мкм обеспечивают более быструю клеточную и капиллярную инвазию, что уменьшает сроки интеграции трансплантата. В качестве костного аугментата допустимо использовать зубы с корнями, запломбированными материалом на основе гидроксида кальция. Исследования доказывают высокий потенциал использования дентина в качестве аугментата практически в любом его виде. Родственный антигенный состав белкового компонента дентина не провоцирует реакцию иммунного ответа и полноценно вступает в процесс костного ремоделирования. Для определения положительных и отрицательных сторон данного направления при пластике альвеолярной кости необходимы дальнейшие наблюдения.

Все авторы в равной степени принимали участие в подготовке материала.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Mittal Y, Jindal G, Garg S. Bone manipulation procedures in dental implants. *Indian J Dent.* 2016;7:86-94. <https://doi.org/10.4103/0975-962X.184650>
2. Bang G, Urist MR. Bone induction in excavation chambers in matrix of Decalcified dentin. *Arch Surg.* 1967;94(6):781-789. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1967.01330120035008>
3. Pei X, Wang L, Chen C, et al. Contribution of the PDL to Osteotomy Repair and Implant Osseointegration. *J Dent Res.* 2017;96(8):909-916. <https://doi.org/10.1177/0022034517707513>
4. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Verbeken E, et al. Cervical external root resorption in vital teeth. *J Clin Periodontol.* 2002;29(6):580-585.
5. Young-Kyun K, Jeong KL, Kyung-Wook K, et al. Healing mechanism and clinical application of autogenous tooth bone graft material. *Advances in Biomaterials Science and Biomedical Applications*, 2013. <https://doi.org/10.5772/53200>
6. Girdhari R, Hong-In S. Human tooth-derived biomaterial as a graft substitute for hard tissue regeneration. *J Regen Med.* 2017;12(3): 63-273. <https://doi.org/10.2217/rme-2016-0147>
7. Kabir A, Murata M, et al. Evaluation of perforated demineralized dentin scaffold on bone regeneration in critical-size sheep iliac defects. *Clin Oral Impl Res.* 2017;1-9. <https://doi.org/10.1111/clr.13000>
8. Valdec S, Pasic P, Soltermann A, et al. Alveolar ridge preservation with autologous particulated dentin — a case series. *International Journal of Implant Dentistry.* 2017;3:12. <https://doi.org/10.1186/s40729-017-0071-9>
9. Schwarz F, Golubovic V, Becker K, et al. Extracted tooth roots used for lateral alveolar ridge augmentation: a proof-of-concept study. *J Clin Periodontol.* 2016;43(4):345-353. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12481>
10. Schwarz F, Golubovic V, et al. Periodontally diseased tooth roots used for lateral alveolar ridge augmentation. A proof-of-concept study. *J Clin Periodontol.* 2016;43(9):797-803. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12579>
11. Schwarz F, Becker K, Schmucker A. Initial case report of an extracted tooth root used for lateral alveolar ridge augmentation. *J Clin Periodontol.* 2016;43(11):985-989. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12602>

Поступила 14.07.19

Received 14.07.19

Принята к печати 20.08.19

Accepted 20.08.19