

Оценка возможности использования дентинных материалов для костной пластики

Зыбин М.А.¹, врач-стоматолог, генеральный директор

Тимченко Е.В.², к.ф.-м.н., доцент кафедры лазерных и биотехнических систем

Волова Л.Т.³, д.м.н., г.н.с. института экспериментальной медицины и биотехнологий, директор банка тканей

Тимченко П.Е.², ф.-м.н., доцент кафедры лазерных и биотехнических систем

Фролов О.О.³, магистрант кафедры лазерных и биотехнических систем

Максименко Н.А.³, зам.директора института экспериментальной медицины и биотехнологий

Долгушов Г.Г.^{1,3}, студент, ассистент врача-стоматолога

¹Стоматологическая клиника «ДИАМАНТ», Самара

²Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, Самара

³Самарский государственный медицинский университет, Самара

Резюме

Цель исследования. Оценка материалов из дентина с помощью метода спектроскопии комбинационного рассеяния для дальнейшего их применения при изготовлении костнозамещающих материалов в хирургической стоматологии и имплантологии.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования были взяты 16 дентинных материалов различных размеров, с зубов, удаленных по ортодонтическим показаниям. Зубы предварительно были обработаны 3% раствором гипохлорита натрия, 3% перекисью водорода, затем тщательно убрана эмаль, цемент, пульпарные ткани и сформированы образцы алмазным бором с водяным охлаждением. Все образцы были разделены на две группы: 1-я группа – поверхность дентина после удаления эмали и плащевого дентина (околопульпарный дентин) и 2-я группа – поверхность дентина после удаления эмали и цемента, поверхностный слой дентина (плащевой дентин). Исследования проводили с помощью метода спектроскопии комбинационного рассеяния.

Результаты исследования. Показано, что исследуемые биологические объекты имеют схожий спектральный состав. Таким образом, весь дентин с припульпарной зоны интактных зубов человека может быть использован для изготовления костно-пластических материалов, применяемых в стоматологии.

Ключевые слова: дентинные материалы, стоматология, имплантология, хирургия, спектроскопия комбинационного рассеяния.

Для цитирования: Зыбин М.А., Тимченко Е.В., Волова Л.Т., Тимченко П.Е., Фролов О.О., Максименко Н.А., Долгушов Г.Г. Оценка возможности использования дентинных материалов для костной пластики. Эндодонтия today. 2019; 17(3):43-46. DOI: 10.36377/1683-2981-2019-17-3-43-46.

Основные положения:

1. Метод спектроскопии комбинационного рассеяния позволяет оценить минеральную и органическую составляющую поверхности дентинных материалов и может быть использован для отбора и оценки донорских дентинных материалов.

2. Показано, что весь дентин с припульпарной зоны интактных зубов человека может быть использован для изготовления костно-пластических материалов, применяемых в стоматологии.

Estimation of possibility of dentin materials use for bone plasty

M.A. Zybin¹, dentist, general director

E.V. Timchenko², Ph.D. Associate Professor, Department of Laser and Biotechnical Systems

L.T. Volova³, doctor of medical sciences (Ph.D), chief Researcher science

Institute of Experimental Medicine and Biotechnology/Director of Tissue Bank

P.E. Timchenko², Ph.D. Associate Professor, Department of Laser and Biotechnical Systems

O.O. Frolov², Master student of the Department of Laser and Biotechnological Systems

N.A. Maksimenko³, Deputy Director of the Institute of Experimental Medicine and Biotechnology

G.G. Dolgushov^{1,3}, student, dentist assistant

¹Dental clinic «DIAMANT, Samara

²Samara university, Samara

³Samara State Medical University, Samara

Abstract

Aim. Estimation of possibility of dentin materials using Raman spectroscopy for their further possible use for preparation of bone-substitute materials in surgical dentistry and implantology.

Materials and methods. The subjects of the study were 16 samples of dentin material of different size taken from teeth extracted because of orthodontic indications. The teeth were preliminarily treated with the 3% solution of sodium hypochlorite, 3% solution of hydrogen peroxide, then enamel, cement, affected tissues were thoroughly removed and the samples were formed using the diamond drill with water cooling system. All the samples were divided in two groups:

group 1 – dentin surface after removal of enamel and cloak dentin (near-pulp dentine) and group 2 – dentin surface after removal of enamel and cement, surface layer of dentin (cloak dentin). The research was made using the Raman spectroscopy method.

Results. It is shown that the researched biological subjects have similar spectral composition. Therefore all dentin of pulpal area of intact teeth can be used for preparing bone-plasty materials for using in dentistry.

Key words: dentin materials, dentistry, implantology, surgery, Raman spectroscopy.

For citation: M.A. Zybin, E.V. Timchenko, L.T. Volova, P.E. Timchenko, O.O. Frolov, N.A. Maksimenko, G.G. Dolgushov. Estimation of possibility of dentin materials use for bone plasty. *Endodontics today*. 2019;17(2):43-46. DOI: 10.36377/1683-2981-2019-17-3-43-46.

Highlights:

1. The Raman spectroscopy method allows to evaluate the mineral and organic components of the surface of dentin materials and can be used to select and evaluate donor dentin materials.

2. It is shown all dentin of pulpal area of intact teeth can be used for preparing bone-plasty materials for using in dentistry.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Внутрикостные имплантаты все чаще применяют в широкой стоматологической практике при лечении больных с дефектами зубных рядов различной локализации. Поскольку все чаще при частичной и полной адентии пациенты отказываются от пользования съемными протезами, активно ведется работа по совершенствованию материалов для замещения дефектов кости и стимуляции ее роста. Эти факторы способствуют дальнейшему поиску путей расширения показаний к операции дентальной имплантации. Для увеличения объема костной ткани альвеолярного отростка используются различные материалы и методики. Однако и сегодня проблема выбора методов и материалов для увеличения объема костной ткани альвеолярного отростка при протезировании с использованием дентальных имплантатов решена не до конца, так как при этом необходимо учитывать морфофункциональные особенности регенераторных процессов в альвеолярной кости, анатомические и структурные особенности костной ткани в конкретной клинической ситуации [1].

В работе [2] авторы подчеркивают, что анкилозированные зубы после процесса декоронации помогают сохранить объем костного гребня с щечной стороны. В ходе исследования были получены аналогичные результаты, поскольку удалось установить, что остеогенные клетки продуцируют костную матрицу непосредственно на дентинном аугментате, что, в свою очередь, обеспечивает стабильность последнего. Многие гистологи считают дентин специализированной костной тканью [3].

В 2014 году группа израильских стоматологов и ученых опубликовала исследование, в котором показано, что частицы аутогенного минерализованного дентина, используемые в качестве аугментата после экстракции компрометированных зубов, могут служить золотым стандартом при выполнении аугментации лунок и резидуального гребня челюстей, а также при проведении процесса синус-лифтинга или при восстановлении костных дефектов различной этиологии [2].

В то же время известно, что разные области дентина отличаются степенью минерализации и структурой волокнистого компонента, что в свою очередь также может влиять на регенерацию костной ткани. Поэтому исследование поверхности дентинных материалов, полученных с разных областей дентина зубов человека, и выбор метода их оценки является актуальной задачей.

В настоящее время в стоматологической практике все чаще используются оптические методы [4-6]. Спектральная оценка материалов из дентина может быть осуществлена с помощью метода спектроскопии комбинационного рассеяния (СКР) [7]. Данный метод

получил широкое использование в исследованиях биообъектов для задач медицины [8-9].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка материалов из дентина с помощью метода спектроскопии комбинационного рассеяния, для дальнейшего их применения при изготовлении костно-замещающих материалов в хирургической стоматологии и имплантологии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования были использованы 16 дентинных материалов различных размеров с удаленных по ортодонтическим показаниям зубов. Экспериментальные исследования выполнены в соответствии с этическими нормами (выписка из протокола №200 заседания комитета по биоэтике Самарского государственного медицинского университета от 22.05.2019 г.).

Зубы предварительно были обработаны 3% раствором гипохлорита натрия, 3% перекисью водорода, затем тщательно убрана эмаль, цемент и сформированы образцы алмазным бором с водяным охлаждением. Часть образцов была подвергнута препарированию окопупульпарного дентина алмазным бором с водяным охлаждением. При помощи стерильных пикообразных, конусных, пламевидных, шаровидных алмазных боров под водяным охлаждением были отпрепарированы снаружи слои эмали и цемента и изнутри дентинные трубочки, зернистый слой Томса, состоящий из мелких дентинных шаров и расположенный на границе с цементом и пульпой зуба. Со стороны канала через апикальное отверстие аккуратно убрана пульпа при помощи эндодонтических инструментов. Пикообразным алмазным бором под водяным охлаждением расширены корневые каналы и удалены одонтобласты, зрелый и юный предентин, околотрубчатый дентин и обнажен окопупульпарный дентин.

Различный размер образцов обуславливался различным местоположением интересующей зоны исследования. Все образцы были условно разделены на две группы: 1-я группа – поверхность дентина после удаления эмали и плащевой дентина (окопупульпарный дентин) и 2-я группа – поверхность дентина после удаления эмали и цемента, поверхностный слой дентина (плащевой дентин).

Была исследована поверхность дентинных материалов. Исследования образцов проводились в 15 точках.

Все исследования проводились с помощью метода спектроскопии комбинационного рассеяния, реализованного с помощью экспериментального стенда, состоящего из рамановского пробника RPB-785, совмещенного с лазерным модулем LuxxMaster

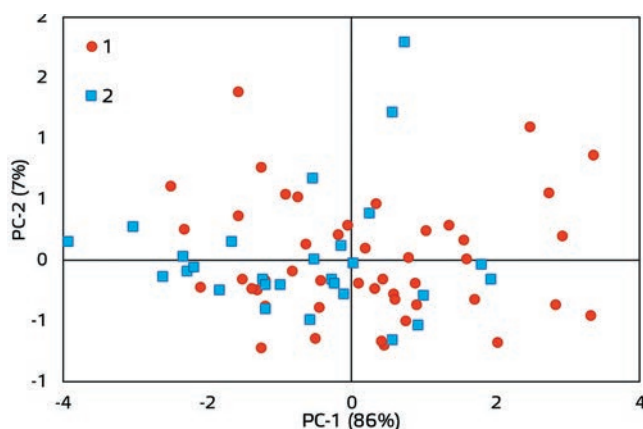


Рис. 1. Усредненные спектры комбинационного рассеяния дентинного материала: 1-я и 2-я группы образцов

Fig. 1. Averaged Raman spectra of dentin material: group 1 samples and group 2 samples

LML-785.0RB-04 (мощность до 500 мВт, длина волны $784,70 \pm 0,05$ нм) и высокоразрешающего цифрового спектрометра Shamrock sr-303i, обеспечивающего спектральное разрешение 0,15 нм, со встроенной охлаждаемой камерой DV420A-OE [10-11]. Спектры снимались в частотной области 300-2200 cm^{-1} . Обработка спектров осуществлялась программной среде Wolfram Mathematica 10 и заключалась в удалении шумов сглаживающим медианным фильтром по семи точкам, полиномиальной аппроксимации при помощи итерационного алгоритма [12] (полином 5 степени) флуоресцентной составляющей спектра и ее вычитании, и получении математически обработанного спектра комбинационного рассеяния.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 1 приведены спектры комбинационного рассеяния исследуемых дентинных материалов.

Из рисунка 1 видно, что спектральные характеристики поверхности окопуплярного и дентина, состоящего из плащевого дентина, имеют схожий характер.

Незначительные изменения наблюдаются на линиях 850 cm^{-1} (C-C stretching, proline and (collagen assignment)), 956 cm^{-1} (PO43- (ν_1), HAP) и 1738 cm^{-1} (lipids), что обусловлено разной степенью минерализации и структурой волокнистого компонента окопуплярного дентина по сравнению с плащевым дентином.

Сравнительная оценка исследуемых дентинных материалов с минерализованной костной тканью, ранее исследованных в наших работах [12], показала относительно схожий состав дентинных материалов с костной тканью, что является положительным аспектом для регенеративных свойств данного материала при выполнении костной пластики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Вайнштейн Е. А., Мальчикова Л. П., Шимова М. Е. и др. Профилактика осложнений, возникающих при введении эндооссальных имплантатов. Организация и профилактика в стоматологии: Мат. конф. стоматологов. – Екатеринбург. 1993. С. 160-162.
Vainshtein E. A., Malchikova L. P., Shimova M. E. and others. Prevention of complications arising from the introduction of endossal implants. Organization and prevention in dentistry: Mat. conf. dentists. Yekaterinburg. 1993. P. 160-162.
2. Binderman I., Hallel G., Nardy C. et al. A Novel Procedure to Process Extracted Teeth for Immediate Grafting of Autogenous Dentin // J Interdiscipl Med Dent Sci doi: 10.4172/2376-032X.1000154.

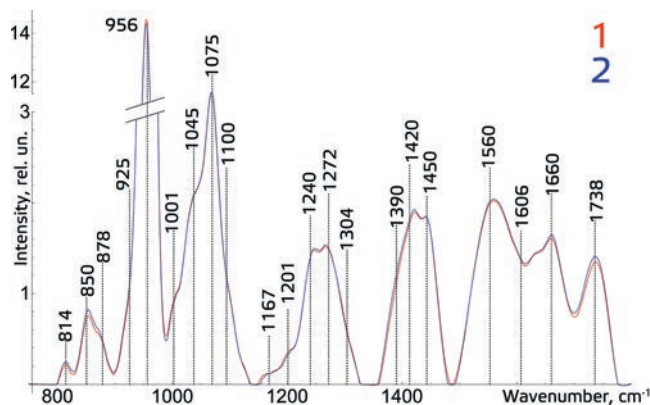


Рис. 2. График счетов спектров КР образцов дентина: 1-я и 2-я группы образцов исследований

Fig. 2. The graph of Raman spectral count of the dentin samples: group 1 samples and group 2 samples

Для дальнейшего анализа спектральных линий исследуемых объектов был выбран метод главных компонент (PCA), который был реализован в программной среде The Unscrambler X. Используемый алгоритм для PCA описан в работе авторов [13].

На рисунке 2 показано, что при анализе данных методом главных компонент статистически значимых отличий между группами образцов не выявлено. В анализ были включены все переменные. В нашем случае главные компоненты PC-1 и PC-2 несут в себе информацию, описываемую моделью на 93% (рис. 2).

Переменные на графике нагрузок лежат в диапазоне PC-1 = -0,1 – 0,1 в единой группе, что показывает неизменность относительной интенсивности линий КР от образца к образцу и их значения характерны для обеих групп биоматериалов.

ВЫВОДЫ

Проведена сравнительная спектральная оценка различных поверхностей дентина. Экспериментально установлено, что метод спектроскопии комбинационного рассеяния позволяет оценить минеральную и органическую составляющую поверхности дентинных материалов. Показано, что различные области дентина зуба имеют схожие спектры комбинационного рассеяния. Таким образом, весь дентин с припуплярной зоны интактных зубов человека может быть использован для изготовления костнозамещающих материалов, применяемых в имплантологии, резекции верхушек корней, а также при выполнении направленной костной регенерации при вертикальной и горизонтальной атрофии костной ткани челюстей.

Установлено, что метод спектроскопии комбинационного рассеяния может быть использован для отбора и оценки донорских дентинных материалов.

3. Быков В. Л. Гистология и эмбриология органов полости рта человека. – СпецЛит. 1998. С. 88.

Bykov V. L. Histology and embryology of the organs of the human oral cavity. – SpetsLit. 1998. P. 88.

4. Чунихин А. А., Базикян Э. А. Влияние лазерного излучения на репаративный остеогенез и ремоделирование костной ткани челюстно-лицевой области. Часть II // Пародонтология. 2018. Т. XXIII. №4 (89). С. 22-26

A.A. Chunikin, E.A. Bazikyan Effect of laser radiation on reparative osteogenesis and remodeling of bone tissue in the maxillofacial region. Part II // Periodontology. 2018. XXIII. No 4 (89). P. 22-26

5. Мхитарян А. К., Нечаева Н. К., Долгалева А. А. и др. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии в процессе диагностики и планирования лечения кариеса и его осложнений // Эндодонтия today. 2018. №3. С. 4-7.

Mkhitaryan A.K., Nechaeva N.K., Dolgalev A.A. et al. Application of cone beam computed tomography in the process of diagnosis and treatment planning for caries and its complications // Endodontics today. 2018. №3. P. 4-7.

6. Сметанина О. А., Казарина Л. Н., Гордеев А. С. и др. Ранняя диагностика хронического катарального гингивита с использованием метода инфракрасной спектроскопии биологических жидкостей полости рта // Эндодонтия today. 2018. №4. С. 60-63.

Smetanina O. A., Kazarina L. N., Gordetsov A. S. et al. Early diagnosis of chronic catarrhal gingivitis using the method of infrared spectroscopy of biological oral fluids // Endodontics today. 2018. No4. P. 60-63.

7. Soares L.E.S., Campos A.D.F., Martin A. A. Human and Bovine Dentin Composition and Its Hybridization Mechanism Assessed by FT-Raman Spectroscopy // Journal of Spectroscopy. 2013. Volume 2013. Article ID 210671

8. Almahdy A., Downey F. C., Sauro S. et al. Microbiochemical Analysis of Cariou Dentine Using Raman and Fluorescence Spectroscopy // Caries Research. 2012. 46(5). 10.1159/000339487

9. Jason R. et al. Raman spectroscopy detects deterioration in biomechanical properties of bone in a glucocorticoid-treated mouse model of rheumatoid arthritis. Journal of Biomedical Optics. 2011. №16 (8):087012-1-087012-6

10. P. E. Timchenko, E. V. Timchenko, D. A. Dolgushkin, L. T. Volova, and M. D. Markova Application of Raman spectroscopy to assess the condition of bone and cartilaginous biopsy specimens // Journal of Optical Technology. 2017. Vol. 84. Issue 6. P. 423-425

11. Timchenko E. V., Timchenko P. E., Zherdeva L. A. Use of Raman spectroscopy for diagnosis of disease in dental tissue // J. Opt. Technol. 2016. №83 (5). P. 313-317.

12. Timchenko P. E., Timchenko E. V., Volova L. T. et al. Raman spectroscopy method for the evaluation of bone bioimplants made using the «Lyoplast» technology from cadaveric and in vivo resected bone tissue // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Vol. 1038. Issue 1.

13. Harald Martens, Tormod Næs Multivariate Calibration. Publisher: Wiley. 1992. P. 419.

Конфликт интересов:

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов /

Conflict of interests:

The authors declare no conflict of interests.

Поступила / Article received 10.08.2019

Координаты для связи с авторами /
Coordinates for communication with authors:

Зыбин М.А. / M.A. Zybin

E-mail: zybin_m.a@mail.ru

ORCID: 0000-0002-6599-7732

Тимченко Е.В. / E.V. Timchenko

E-mail: zLaser-optics.timchenko@mail.ru

ORCID: 0000-0002-0539-7989

Волова Л.Т. / L.T. Volova

E-mail: volovalt@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-6599-7732

Тимченко П.Е. / P.E. Timchenko

E-mail: timpavel@mail.ru

ORCID: 0000-0003-3089-7966

Фролов О.О. / O.O. Frolov

E-mail: frolovaleh@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3225-8511

Максименко Н.А. / N.A. Maksimenko

E-mail: maksim_uprava@mail.ru

ORCID: 0000-0002-8864-9327

Долгушов Г.Г. / G.G. Dolgushov

E-mail: gleb.dolgushov@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1685-0555