

ПРИМЕНЕНИЕ РАМАН-ФЛЮОРЕСЦЕНТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБА ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ ЭМАЛИ ЗУБА, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИЕЙ

THE USE OF RAMAN FLUORESCENCE TECHNOLOGY TO ASSESS THE MINERALIZATION OF HARD TISSUES OF THE TOOTH WITH CHANGES IN TOOTH ENAMEL CAUSED BY RADIATION THERAPY

**N. Nurieva
G. Belyakov**

Summary. Currently, malignant neoplasms (MN) are an urgent problem. During their treatment with the use of radiation therapy, complications are observed, among which a large percentage is occupied by radiation damage to the hard tissues of the tooth.

The aim of the work is to develop a digital method for diagnosing changes in tooth enamel caused by radiation therapy, based on Raman fluorescence technology.

A study of tooth mineralization was carried out using Raman fluorescence technology on the «EnSpectr M» hardware and software complex. The data obtained indicate that the indicators of mineralization in the lesion ($y = 179 \pm 0.035$, $x = 963 \text{ cm}^{-1}$) are lower than those in the intact area ($y = 1089 \pm 0.063$, $x = 963 \text{ cm}^{-1}$).

The method of Raman fluorescence diagnostics can be used in the diagnosis of radiation changes in the enamel, since there is a potential difference between the intact and the affected areas of the hard tissues of the tooth.

On the basis of the study, the author recommends using the «EnSpectr M» hardware-software complex for diagnosing changes in tooth enamel caused by radiation therapy.

Keywords: mineralization of hard tissues, Raman fluorescence, dentistry, radiation therapy, oncology.

Нуриева Наталья Сергеевна

Доктор медицинских наук, Южно-Уральский
государственный медицинский университет,
г. Челябинск
natakipa@mail.ru

Беляков Герман Игоревич

Аспирант, Южно-Уральский государственный
медицинский университет, г. Челябинск
belyakov-95@mail.ru

Аннотация. На сегодняшний день, злокачественные новообразования (ЗНО) считаются актуальной проблемой. При их лечении с использованием лучевой терапии наблюдаются осложнения, среди которых большой процент занимают лучевые поражения твердых тканей зуба.

Целью работы является разработка цифрового метода диагностики изменений эмали зуба, обусловленных лучевой терапией, основанного на раман-флюоресцентной технологии.

Было произведено исследование минерализации зубов с помощью раман-флюоресцентной технологии на аппаратно-программном комплексе «ИнСпектр М». Изучали зубы в участке с изменением эмали зуба, обусловленном лучевой терапией, у пациентов основной группы (25 человек), и в интактном участке у пациентов группы сравнения (25 человек). Полученные данные говорят о том, что показатели минерализации в очаге с поражением ($y = 179 \pm 0,035$, $x = 963 \text{ см}^{-1}$) ниже чем показатели в интактной области ($y = 1089 \pm 0,063$, $x = 963 \text{ см}^{-1}$).

Метод раман-флюоресцентной диагностики можно использовать в диагностике лучевых изменений эмали, так как есть разность потенциалов интактного и пораженного участков твердых тканей зуба.

На основе проведенного исследования автор рекомендует использовать аппаратно-программный комплекс «ИнСпектр М» для диагностики изменений эмали зуба, обусловленных лучевой терапией.

Ключевые слова: минерализация твердых тканей, раман-флюоресценция, стоматология, лучевая терапия, онкология.

Введение

На сегодняшний день, злокачественные новообразования (ЗНО) считаются очень актуальной проблемой. За период 2015 года они привели к смерти около 8,8 млн. раз (по данным Всемирной Организации Здравоохранения) [1]. Образования локализованные в области головы и шеи могут занимать до 10% от общего их числа. Сложность их лечения заключается в комплексном применении хирургических, лучевых и химиотерапевтических методов. В настоящее время, в 60–65% случаев с ЗНО необходимо применение лучевой терапии, которая очень часто приводит к осложнениям. Одними из осложнений лучевой терапии, с которыми сталкиваются врачи стоматологи, являются лучевые поражения твердых тканей, в том числе лучевой кариес. По приведённым высоким показателям заболеваемости ЗНО и частоты применения лучевой терапии можно сделать вывод, что проблема поражений зубов, обусловленных облучением, является актуальной на сегодняшний день. В последнее время все большую популярность в медицине получают методы лазерной раман-флюоресцентной спектроскопии. Использование этих методов в медицине, в том числе в стоматологии, с каждым годом становится все больше [2–4].

Цель работы

Разработать цифровой метод диагностики изменений эмали зуба, обусловленных лучевой терапией, основанный на раман-флюоресцентной технологии.

Материалы и методы исследования

В настоящем исследовании изучали изменения эмали зуба, обусловленные лучевой терапией, с помощью метода раман-флюоресцентной спектроскопии. Благодаря этой технологии можно измерить уровень минерализации твердых тканей зуба в количественном цифровом виде [5]. Во время исследования был использован аппаратно-программный комплекс «ИнСпектр М», с заранее выбранной длиной волны зондирующего излучения 514 нм. [4]. АПК «ИнСпектр М» осуществляет измерение различных спектров (рамановского рассеяния и/или фотолюминесценции твердых тел, гелей жидкостей и порошков). (рис. 1)

Для исследования был произведен отбор двух групп людей (когорт) сопоставимых по полу и возрасту, имеющих в анамнезе ЗНО области головы и шеи и проведенную лучевую терапию по поводу данного заболевания, добровольно согласившихся принять участие. Основная группа составила 25 человек — (пациенты с изменением зубов обусловленных облучением), группа сравнения — 25 человек (без поражения зубов). Основным методом исследования было исследование раман-флюорес-

ценции участков зубов на аппаратно-программном комплексе «ИнСпектр М» с диагностической чувствительностью по интегральной концентрации аэробно-анаэробной микробной взвеси до 10^9 степени КОЕ/мл.

Исследованию подверглись пораженные участки у пациентов основной группы и интактные участки у группы сравнения. Для анализа интенсивности рамановского излучения пораженного и интактного участка твердых тканей в количественном эквиваленте (в относительных единицах) были зафиксированы показатели в максимальной и минимальной мощности, а также информация об интенсивности флюоресценции (M ср.). Интенсивность Рамана (M ср.) считали, как разницу показателей максимальной и минимальной мощности. [6].

Результаты, полученные в ходе работы были обработаны по всем правилам медицинской статистики с применением персонального компьютера и программы статистики IBM SPSS Statistics 20. Результаты вычисления представлены в форме $M \pm m$ (среднее значения (M) и стандартное отклонение (m)). Итоговые систематизированные результаты раман-флюоресцентной диагностики были объединены и представлены в таблице (Таблица 1) и изображены на рисунке (рис. 2.).

Интактная поверхность зуба и поверхность с патологическим очагом имеют кардинальные отличия в степени минерализации. По полученным данным показатели Интенсивности Рамана (отн. ед.) в очаге ($y = 179 \pm 0,035$, $x = 963 \text{ см}^{-1}$) ниже показателей интактной области ($y = 1089 \pm 0,063$, $x = 963 \text{ см}^{-1}$). То есть участки зубов, имеющие лучевые поражения, имеют существенно сниженный уровень минерализации. Из анализа полученных данных следует, что выявлено достоверное различие в минерализации твердых тканей зубов между основной и группой сравнения.

По результатам проведенной работы можно рекомендовать к использованию инновационную раман-флюоресцентную технологию при диагностике изменений эмали зуба, обусловленных лучевой терапией.

Учитывая, что этот метод один из немногих, позволяет произвести количественную оценку состояния минерализации твердых тканей зуба, обосновывает необходимость её применения в клинической практике.

Выводы

1. Минерализация твердых тканей зуба в области изменений эмали зуба, обусловленных лучевой терапией, ниже интактной области.
2. Раман-флюоресцентная технология рекомендуется для диагностики изменений эмали зуба, обусловленных лучевой терапией.

Таблица 1. Спектральные характеристики твердых тканей зуба

Объект исследования, n = 25	Верхний уровень (интенсивность сигнала в максимуме/длина волны в максимуме)	Нижний уровень (интенсивность сигнала в минимуме/длина волны в максимуме)	Интенсивность Рамана (отн. ед.)
Инактивный участок	$y = 17329 \pm 0,028,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 16240 \pm 0,55,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 1089 \pm 0,063,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$
Пораженный участок	$y = 7817 \pm 0,034,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 7638 \pm 0,034,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 179 \pm 0,035, x = 963 \text{ см}^{-1}$



Рис. 1. АПК «ИнСпектрМ» со световодной насадкой

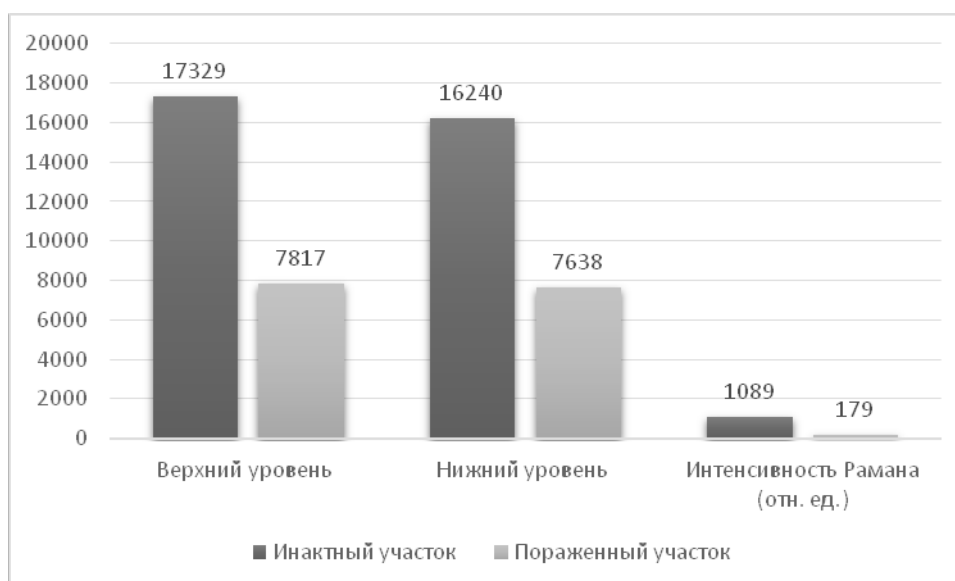


Рис. 2. Спектральные характеристики твердых тканей зуба

ЛИТЕРАТУРА

1. Турсун-заде Р.Т. Оценка распространенности злокачественных новообразований в России с применением модели заболеваемость-смертность. Демографическое обозрение, 2018 5(3), 103–126. [Rustam Tursun-Zade. An evaluation of the prevalence of malignant neoplasms in Russia using an incidence-mortality model. Demograficheskoe obozrenie 2018 5(3), 103–126 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17323/demreview.v5i3.8137>
2. Александров М.Т., Маргарян Э.Г. Применение лазерных технологий в клинике терапевтической стоматологии (обоснование, возможности, перспективы). Российская стоматология. 2017;10(3):31–36. [Alexandrov MT, Margaryan EG. Laser technique application in therapeutic dentistry in clinic (rationale, possibilities, perspectives). Russian Stomatology. 2017;10(3):31–36. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17116/rosstomat201710331-36>
3. Александров М.Т., Кукушкин В.И., Полякова М.А., Новожилова Н.Е., Бабина К.С., Аракелян М.Г., Баграмова Г.Э., Пашков Е.П., Дмитриева Е.Ф. Раман-флуоресцентные характеристики твердых тканей зубов и их клиническое значение. Российский стоматологический журнал. 2018; 22 (6): 276–280. [Aleksandrov M.T., Kukushkin V.I., Polyakova M.A., Novozhilova N.E., Babina K.S., Arakelyan M.G., Bagramova G.E., Pashkov E.P., Dmitrieva E.F. Raman fluorescence characteristics of hard dental tissues and their clinical significance. Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal. 2018; 22(6): 276–280 (In Russ.)] <https://doi.org/10.18821/1728-2802-2018-22-6-276-280>
4. Александров М.Т., Кукушкин В.И., Маргарян Э.Г., Пашков Е.П., Баграмова Г.Э. Возможности и перспективы применения раман-флуоресцентной диагностики в стоматологии. Российский стоматологический журнал. 2018; 22(1): 4–11. [Alexandrov M.T., Pashkov E.P., Bagramova G.E., Kukushkin V.I., Margaryan E.G. Possibilities and perspectives of raman fluorescence diagnostic application in dentistry Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal. 2018; 22(1): 4–11. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18821/0206-4952-2018-39-1-4-11>
5. Kulik L.V., Zhuravlev A.S. "Resonant Raman scattering as a probe of electron spin polarization", 20th International Conference on High Magnetic Fields in Semiconductor Physics July 22–27 2012, Chamonix, France, Proceedings. 2012; 131.
6. Cecilia Carlota Barrera Ortega / América Vázquez-Olmos / Roberto Ysaac Sato Berrú / Miguel Araiza. //:- Journal of Biomedical Engineering.-: Study of Demineralized Dental Enamel Treated with Different Fluorinated Compounds by Raman Spectroscopy.-: September 2020.-: P. 635–638.

© Нуриева Наталья Сергеевна (natakira@mail.ru), Беляков Герман Игоревич (belyakov-95@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



«Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации