

DOI: 10.37988/1811-153X_2025_4_70

[А.Д. Лысов](#)¹,

к.м.н., доцент кафедры стоматологии

[В.А. Лысова](#)¹,

ординатор 1-го года обучения по специальности «Стоматология общей практики»

[Е.В. Тимченко](#)²,

к.ф.-м.н., доцент кафедры лазерных и биотехнических систем

[П.Е. Тимченко](#)²,

к.ф.-м.н., доцент кафедры лазерных и биотехнических систем

[О.О. Фролов](#)²,

аспирант кафедры лазерных и биотехнических систем

[Л.Т. Волова](#)²,

д.м.н., директор Научно-исследовательского института биотехнологии

[М.А. Постников](#)³,

д.м.н., профессор, зав. кафедрой терапевтической стоматологии

¹ Медицинский университет «РЕАВИЗ», 443001, Самара, Россия² Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С.П. Королева, 443086, Самара, Россия³ СамГМУ, 443099, Самара, Россия

Исследование слоев биоптатов десны человека методом спектроскопии комбинационного рассеяния

Реферат. Актуальная задача современной стоматологии — восстановление дефектов и недостатков слизистой оболочки полости рта собственными ауто трансплантатами десны. Оценка качества и пригодности ауто трансплантатов десны к пересадке осуществляется визуально либо трудоемкими и инвазивными гистологическими методами исследований. В настоящее время многие оптические методы нашли широкое распространение в биомедицинских задачах. Одним из широко применяемых методов в стоматологических задачах является спектроскопия комбинационного рассеяния. **Цель работы** — исследование слоев биоптатов десны человека методом спектроскопии комбинационного рассеяния на специализированном экспериментальном стенде со спектрографом Shamrock SR303i с интегрированной цифровой камерой, охлаждаемой до -60°C , оптическим модулем комбинационного рассеяния PBL785 и компьютером. **Материалы и методы.** Изучали биоптаты десны 7 человек, полученные с помощью мукотомы. Полученный материал был условно разделен на 3 группы: кератинизированный (ороговевающий) слой, эпителиальный слой, слой соединительной ткани. Обработка полученных спектров комбинационного рассеяния включала фильтрацию автофлуоресценции методом вычитания флуоресцентной составляющей полиномиальной аппроксимацией со степенью полинома 11, а также статистическую обработку данных с применением линейного дискриминантного анализа. **Результаты.** Установлены спектральные особенности исследуемых слоев биоптатов десны человека, которые проявляются в уменьшении интенсивности линий комбинационного рассеяния, соответствующих вкладу белков и липидов и показывающих зрелость ороговевающей слизистой полости рта. Также наблюдается усиление линий комбинационного рассеяния, которые соответствуют клеточным компонентам и связаны с образованием кератиновых филаментов в клетках ороговевающего слоя. **Заключение.** Спектроскопический анализ комбинационного рассеяния позволяет проводить экспресс-оценку регенераторного потенциала аутобиоптата при восстановлении дефектов слизистой оболочки полости рта.

Ключевые слова: биоптаты, десна, спектроскопия комбинационного рассеяния, мукогингивальная интеграция

[A.D. Lysov](#)¹,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Dentistry Department

[V.A. Lysova](#)¹,

first-year resident in General Dentistry

[E.V. Timchenko](#)²,

PhD in Physics and Mathematics, associate professor of the Laser and biotechnical systems Department

[P.E. Timchenko](#)²,

PhD in Physics and Mathematics, associate professor of the Laser and biotechnical systems Department

[O.O. Frolov](#)²,

postgraduate at the Laser and biotechnical systems Department

[L.T. Volova](#)²,

Doctor of Science in Medicine, director of the Research Institute of Biotechnology

[M.A. Postnikov](#)³,

Doctor of Science in Medicine, full professor of the Therapeutic dentistry Department

¹ Medical University "REAVIZ", 443001, Samara, Russia² Samara University, 443086, Samara, Russia³ Samara State Medical University, 443099, Samara, Russia

Examination of human gum biopsy layers using Raman spectroscopy

Abstract. An urgent task in modern dentistry is the restoration of defects and deficiencies in the oral mucosa with proprietary gum autografts. Evaluation of the quality and suitability of gum autografts for transplantation is carried out only by visual means, or by histological methods, which are time-consuming and invasive research methods. Currently, there are many optical methods that are widely used in biomedical tasks. One of the widely used methods in dental tasks is Raman spectroscopy. Therefore, **the aim of the work** was to study the layers of human gum biopsies using Raman spectroscopy. This method was implemented using a specialized experimental stand, which includes

a Shamrock SR303i spectrograph with an integrated digital camera cooled to -60°C , a PBL785 optical Raman module and a computer. **Materials and methods.** The research materials were human gums obtained by mucotomy in 7 patients. The resulting material was conditionally divided into 3 groups: keratinized (keratinized) layer, epithelial layer, connective tissue layer. Further processing of the obtained Raman spectra included autofluorescence filtering by subtracting the fluorescent component by polynomial approximation with a polynomial degree of 11, as well as statistical data processing using linear discriminant analysis. **Results.** Spectral features of the studied layers of human gum

biopsies were established, which are manifested in a decrease in the intensity of Raman lines corresponding to the contribution of proteins and lipids and showing the maturity of the keratinized oral mucosa. There is also an increase in Raman scattering lines, which correspond to cellular components and are associated with the formation of keratin filaments in the cells of the keratinizing layer. In the course of the experiments,

ВВЕДЕНИЕ

Актуальная задача современной стоматологии — восстановление дефектов и недостатков слизистой оболочки полости рта собственными аутотрансплантатами десны [1–3]. При дентальной имплантации объем, характеристики и структура прикрепленной десны оказывают непосредственное влияние на процесс резорбции костной ткани вокруг имплантата, а их нехватка способствует возникновению местных воспалительных процессов. Согласно данным отечественных и зарубежных исследований, отсутствие прикрепленной десны или ее недостаточная толщина и высота приводят к постепенной утрате объема маргинальной костной ткани, которая может достигать от 1,29 до 3,1 мм в вертикальном измерении [4, 5].

Мягкие ткани выполняют роль буферной зоны, обеспечивая защиту имплантата и подлежащей костной структуры как с механической, так и с биологической точки зрения. Важно достичь не только остеоинтеграции имплантата, но и мукогингивальной интеграции мягких тканей, которые окружают суб- и супраструктуру имплантата. Костная ткань должна быть защищена от проникновения патогенных микроорганизмов. Повреждение слизистой оболочки вокруг зубов или имплантатов создает условия для доступа агрессивной микрофлоры к нижележащей кости. В таких случаях необходимо создать защитный барьер, который можно рассматривать как биологическую буферную зону для охраны мягких тканей. В клинической практике используется концепция WHS, согласно которой для формирования такой защитной буферной зоны необходимо следовать определенному лечебному протоколу, соответствующему трем критериям. Авторы этого протокола подчеркивают важность обработки мягких тканей с учетом ширины (W), высоты (H) и стабильности (S) [6].

Однако оценка качества и пригодности аутотрансплантатов десны к пересадке осуществляется лишь визуально либо гистологическими, т.е. трудоемкими и инвазивными методами исследований. Данные способы также не позволяют оценить состав и регенераторный потенциал трансплантата для конкретного клинического случая. В то же время с совершенствованием и применением различных физических методов исследований открываются новые возможности неинвазивной оценки состава биоматериалов.

В настоящее время многие оптические методы нашли широкое распространение в биомедицинских задачах. Одним из широко применяемых методов в стоматологических задачах является спектроскопия комбинационного рассеяния (СКР, рамановская

it was shown that spectroscopic Raman analysis allows for an express assessment of the regenerative potential of an autotransplant in the restoration of oral mucosa defects.

Key words: biopsy specimens, gums, Raman spectroscopy, mucogingival integration

спектроскопия), которую можно применять для оценки спектральных свойств аутотрансплантатов десны человека.

В литературе представлено значительное количество отечественных и зарубежных публикаций, посвященных применению данного метода. В работе С.А. Минаевой и соавт. (2015) описаны результаты сравнительного исследования минерализованных тканей челюсти человека с помощью традиционных рутинных гистологических методов и СКР. Авторы констатируют, что совместное использование указанных методов позволяет получить значительно больше информации о течении патологических процессов в минерализованных тканях (на примере кариеса), а также определить особенности минерализации в условиях направленной костной регенерации [7].

В 2011 г. W.L. Lo и соавт. при помощи СКР была исследована клеточная активность тканей инженерного биоматериала *ex vivo*, произведенного эквивалента слизистой оболочки полости рта [8]. СКР также нашла применение в исследовании дифференцировки остеобластов В. Davidson и соавт. (2012) [9], а также в изучении распределения белков и липидов на разных стадиях деления ооцита в работе Н.К. Chiang и соавт. (2009) [10].

Цель работы — исследования слоев биоптатов десны человека методом спектроскопии комбинационного рассеяния.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследований были использованы биоптаты десны, полученные с помощью мукотома у 7 пациентов от 22 до 60 лет с показаниями для аутотрансплантации биоптатов при оперативных вмешательствах в полости рта, например при мягкотканной пластике. Все образцы были разделены на 3 группы в зависимости от исследуемого слоя биоптата десны:

- I — кератинизированный (ороговевающий) слой;
- II — эпителиальный слой;
- III — слой соединительной ткани.

Спектроскопическое исследование было выполнено на экспериментальном стенде с полупроводниковым лазером на объемных брэгговских решетках (LML-785.0RB-04, 450 мВт), спектрографом Shamrock SR303i с интегрированной цифровой камерой, охлаждаемой до -60°C , оптическим модулем комбинационного рассеяния PBL785 и компьютером [11]. Спектрограф Shamrock SR303i обеспечивает разрешение 0,15 нм по длине волны при низком уровне собственных шумов. Спектры регистрировали с помощью оптического зонда [12] и обрабатывали [13]. Весь анализ спектров выполняли в диапазоне $450-1800\text{ см}^{-1}$. С помощью

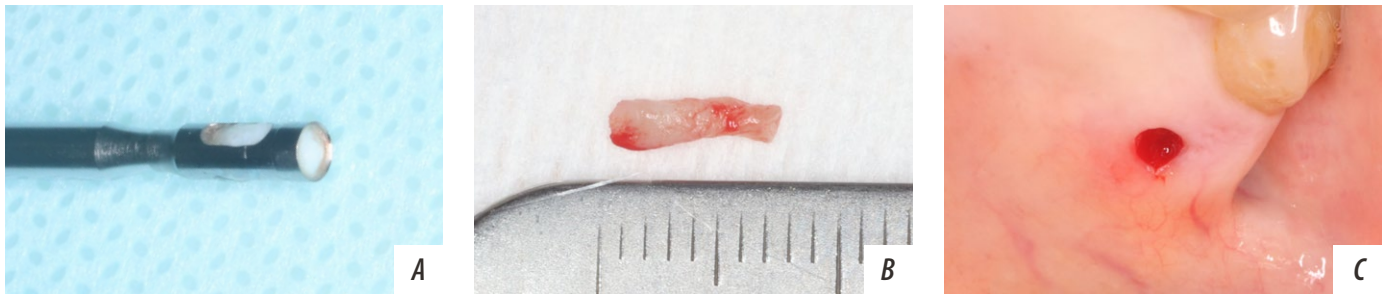


Рис. 1. Забор биоптата: А — мукотом с биоптатом; В — биоптат; С — донорская зона после забора биоптата

Fig. 1. Biopsy sampling: A — mucotome with biopsy; B — biopsy; C — donor area after biopsy sampling

методов стандартизации и фильтра максимального правдоподобия Савицкого—Голея (MLE-SG) была проведена нормализация и сглаживание спектров КР. Для фильтрации автофлуоресценции в спектре применен метод вычитания флуоресцентной составляющей полиномиальной аппроксимацией со степенью полинома 11.

При статистической обработке данных применяли линейный дискриминантный анализ.

Клинический пример

Пациентка Г., 50 лет. Забор биоптата, состоящего из соединительной и эпителиальной тканей, осуществляли при помощи ручного мукотома диаметром 1 мм из ретромолярной области с нёба в области зуба 2.7. Полученный биоптат длиной 7 мм помещали в стерильный одноразовый шприц со стерильным физраствором и отправляли в лабораторию для спектроскопического и гистологического исследования (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Спектральные различия исследуемых групп образцов проявляются во всем исследуемом диапазоне от 400—1800 см⁻¹. Видно, что значения интенсивности линий комбинационного рассеяния изменяются в зависимости от исследуемого слоя (рис. 2).

Наименьшие значения интенсивности линий комбинационного рассеяния соответствуют вкладу белков

и липидов, они характерны для кератинизированного (ороговевающего) слоя биоптата десны. Данные спектральные изменения демонстрируют взаимосвязь между зрелостью ороговевающей слизистой оболочки полости рта и различными компонентами соединительной ткани и эпителиального слоя (см. таблицу).

Помимо уменьшения интенсивности спектральных линий для кератинизированного слоя, в данном слое

Характерные максимумы спектра комбинационного рассеяния исследуемых объектов

Characteristic maxima of the Raman spectrum

Волновое число, см ⁻¹	Расшифровка
584	Триптофан/цитозин, гуанин
645	Фенилаланин (протеины)
780	Цитозин/урациловое кольцо (нуклеотиды)
873	Коллаген
940	Пролин, гидроксипролин
1100	Цепочки (C—C) _n в липидах
1156	Растяжение C—C- и C—N-связей в протеинах
1175	C—H-связи тирозина (протеины)
~1240—1250	Амиды III
1440~1440	Колебания связей —CH ₂ и —CH ₃
1650	Амид I
1742	Фосфолипиды

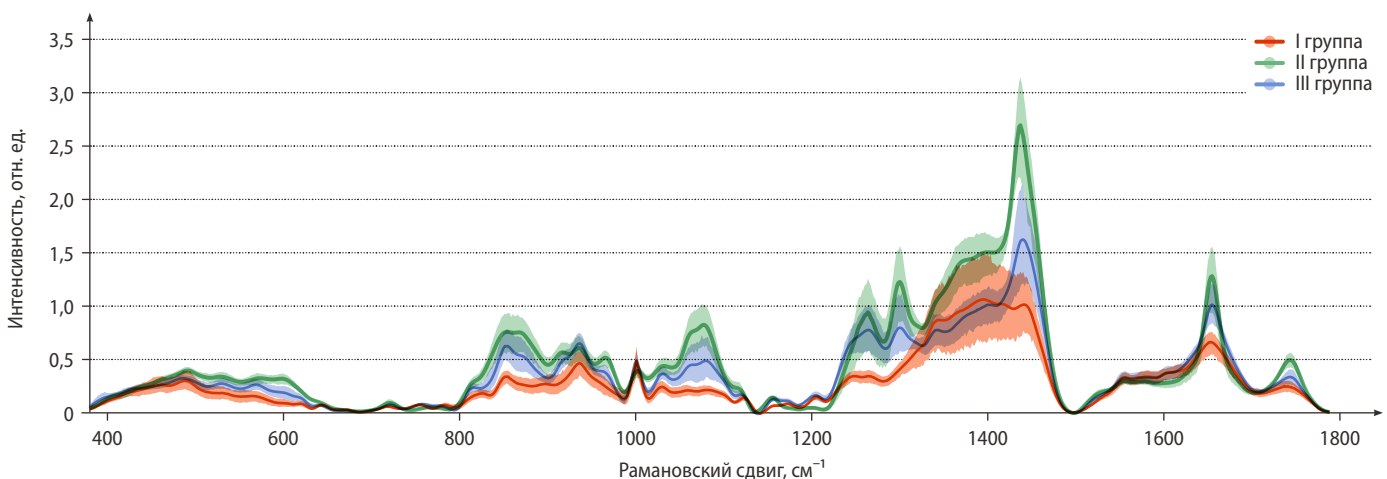


Рис. 2. Усредненные спектры КР исследуемых образцов: красная линия — кератинизированный (ороговевающий) слой, синяя линия — эпителиальный слой, зеленая линия — слой соединительной ткани

Fig. 2. Averaged Raman spectra of the studied samples: red line — keratinized layer, blue line — epithelial layer, green line — connective tissue layer

наблюдается усиление линий $\sim 1320 \text{ см}^{-1}$ (ДНК/РНК) и $\sim 1390 \text{ см}^{-1}$ (протеины, липиды, нуклеиновые кислоты), которые соответствуют клеточным компонентам и, видимо, связаны с образованием кератиновых филаментов в клетках ороговевающего слоя. Данные спектральные изменения обусловлены прочным механическим пластом, состоящим из сшивок белков и липидов, характерных для ороговевающего слоя с образованием утолщенной плазмолеммы, заполненной кератиновыми филаментами [14].

Линия спектра $\sim 1320 \text{ см}^{-1}$ отсутствует в слое соединительной ткани биоптата, что свидетельствует об отсутствии кератиновых филаментов в клетках слоя соединительной ткани.

Наблюдается увеличение интенсивности линии в области $\sim 1000 \text{ см}^{-1}$ (фенилаланин) для кератинизированного (ороговевающего) и эпителиального слоев, что, видимо, связано с дегидратацией цитоплазмы при заполнении филаментов, погружающимися в связывающий матрикс [11].

На рис. 3 представлен результат применения созданной модели-классификатора линейно-дискриминантного анализа.

С помощью *U*-критерия Манна–Уитни сравнивали распределения относительных интенсивностей линий спектров I группы с распределениями III группы. Значимость различий $p=0,008$ говорит о значительном спектральном различии этих двух слоев. Значимость различий между I и II группами $p=0,192$, а это свидетельствует о том, что кератинизированный (ороговевающий) и эпителиальный слои имеют слабые спектральные различия. По-видимому, это обусловлено тем, что эти два слоя граничат между собой и именно в них происходят изменения в цитоплазме с образованием кератиновых филаментов. В то же время значимость различий между II и III группой $p=0,023$, что свидетельствует о заметных спектральных отличиях между исследуемыми группами. Из рис. 4 видно, что полученный классификатор показал хорошие результаты, образцы между собой отличаются.

На рис. 5 представлены наиболее информативные линии спектра комбинационного рассеяния, которые вносят вклад в разнесение по группам с помощью линейно-дискриминантного анализа. Видно, что наибольший вклад в изменение между исследуемыми образцами вносят линии комбинационного рассеяния, соответствующие органической составляющей (белки и липиды), интенсивность которых меняется в зависимости от исследуемого слоя биоптата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований с помощью СКР были установлены спектральные особенности исследуемых слоев биоптатов десны человека, которые проявляются в уменьшении интенсивности линий комбинационного рассеяния, соответствующие вкладу белков и липидов и показывающие зрелость ороговевающей слизистой полости рта. Кроме того, наблюдается усиление линий $\sim 1320 \text{ см}^{-1}$ (ДНК/РНК)

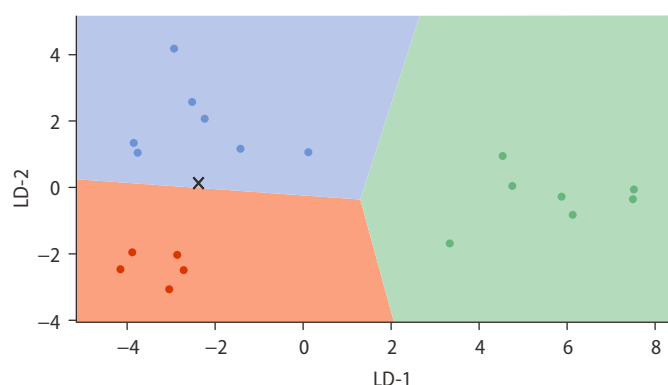


Рис. 3. График решений модели для данных в пониженной размерности: красный — область I группы, синий — II группы, зеленый — III группы
Fig. 3. Graph of model solutions for low-dimensional data: red — region of Group I, blue — Group II, green — Group III

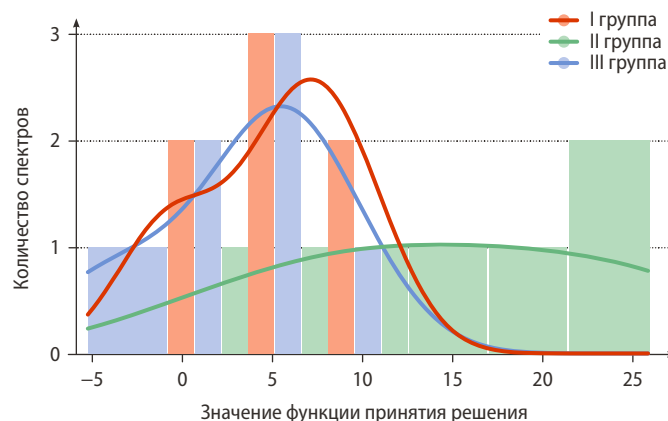


Рис. 4. График значений линейных дискриминантных функций: красный — область I группы, синий — II группы, зеленый — III группы
Fig. 4. Graph of the values of linear discriminant functions: red — region of Group I, blue — Group II, green — Group III

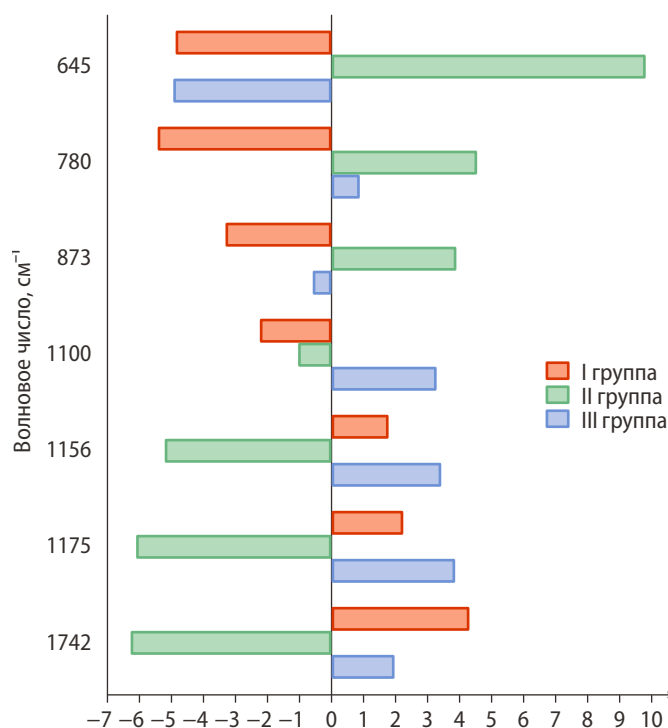


Рис. 5. Наиболее значимые признаки
Fig. 5. The most significant signs

и $\sim 1390 \text{ см}^{-1}$ (метильные группы белков и жиров, нуклеиновые кислоты), которые соответствуют клеточным компонентам и, видимо, связаны с образованием кератиновых филаментов в клетках ороговевающего слоя.

Увеличение интенсивности линии спектра в области $\sim 1000 \text{ см}^{-1}$ (фенилаланин) для кератинизированного (ороговевающего) и эпителиального слоев, обусловлено дегидратацией цитоплазмы при заполнении филаментов, погружающихся в связывающий матрикс.

С помощью методов статистического анализа было установлено, что спектральные различия между кератинизированным (ороговевающим) и эпителиальным слоями незначительны ($p=0,192$), а между эпителиальным слоем и слоем соединительной ткани есть заметные отличия ($p=0,023$).

Показано, что с помощью СКР можно проводить экспресс-оценку регенераторного потенциала

аутобиооптата при восстановлении дефектов слизистой оболочки полости рта.

Таким образом, СКР представляет собой перспективный инструмент для диагностики и оценки состояния тканей в стоматологии. Результаты статистического анализа, указанные в статье, подтверждают его значимость. Он позволяет быстро и точно оценивать состояние тканей, что может способствовать более эффективному планированию лечения и мониторингу процессов заживления.

В заключение можно отметить, что применение СКР имеет потенциал для внедрения в клиническую практику стоматологии, способствуя улучшению результатов лечения и повышению качества жизни пациентов.

Поступила/Received: 03.02.2025

Принята в печать/Accepted: 30.10.2025

ЛИТЕРАТУРА:

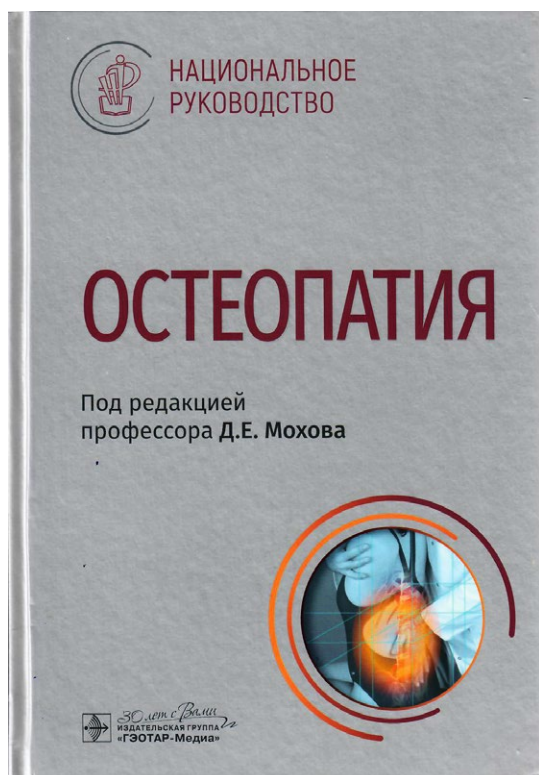
1. Носова М.А., Волова Л.Т., Шаров А.Н., Трунин Д.А., Постников М.А. Хирургическое лечение множественных рецессий десны с комбинированным применением аутоаутогенной лиофилизированной dura mater: клинический случай. — *Пародонтология*. — 2021; 2: 125—136. [eLibrary ID: 46217024](#)
2. Лысов А.Д., Буланов С.И., Софронов М.В., Лысов Д.Н., Алешева М.Д., Акимов А.Г. Способ формирования стабильной мягкотканной буферной зоны вокруг постоянных индивидуальных абатментов при одномоментной установке денальных имплантатов в условиях тонкого биотипа десны на нижней челюсти. — Патент RU №2680481, действ. с 05.00.2018. [eLibrary ID: 37357016](#)
3. Monje A., Blasi G. Significance of keratinized mucosa/gingiva on peri-implant and adjacent periodontal conditions in erratic maintenance compliers. — *J Periodontol*. — 2019; 90 (5): 445—453. [PMID: 30461016](#)
4. Шаров А.Н., Носова М.А., Привалова К.А., Михайлова Е.С., Постников М.А., Лысов А.Д., Лысова В.А., Кийко А.А. Значение объема прикрепленной десны в периимплантатной зоне. Клинический случай. — *Проблемы стоматологии*. — 2024; 3: 78—85. [eLibrary ID: 74526280](#)
5. Albrektsson T., et al. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. — *Int J Oral Maxillofac Implants*. — 1986; 1 (1): 11—25.
6. Lysov A., Saadoun A.P. Periodontal, functional, and esthetic integration of peri-implant soft tissue: WHS concept. — *J Oral Implantol*. — 2022; 48 (1): S1-S8. [PMID: 34965296](#)
7. Минаева С.А., Михайловский А.А., Бухарова Т.Б., Антонов Е.Н., Гольдштейн Д.В., Попов В.К., Волков А.В. Морфологическое исследование твердых тканей лицевого скелета с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния. — *Российская стоматология*. — 2015; 1: 3—10. [eLibrary ID: 24067622](#)
8. Lo W.L., et al. Raman spectroscopy monitoring of the cellular activities of a tissue-engineered ex vivo produced oral mucosal equivalent. — *Journal of Raman Spectroscopy*. — 2011; 42: 174—178. [DOI: 10.1002/jrs.2688](#)

REFERENCES:

1. Nosova M.A., Volova L.T., Sharov A.N., Trunin D.A., Postnikov M.A. Surgical treatment of multiple gingival recessions by the combination of autograft and allogenic lyophilized dura mater: A clinical case. *Parodontologiya*. 2021; 2: 125—136 (In Russian). [eLibrary ID: 46217024](#)
2. Lysov A.D., Bulanov S.I., Sofronov M.V., Lysov D.N., Alesheva M.D., Akimov A.G. Method of forming a stable soft tissue of a buffer zone around the permanent customized abutments in single-stage dental implants installation in the thin biotype of the gingiva in the lower jaw. Patent RU #2680481, effective from 05.00.2018 (In Russian). [eLibrary ID: 37357016](#)
3. Monje A., Blasi G. Significance of keratinized mucosa/gingiva on peri-implant and adjacent periodontal conditions in erratic maintenance compliers. *J Periodontol*. 2019; 90 (5): 445—453. [PMID: 30461016](#)
4. Sharov A., Nosova M., Privalova K., Mikhailova E., Postnikov M., Lysov A., Lysova V., Kiiiko A. The value of the volume of the attached gum in the peri-implant area. Clinical case. *Actual Problems in Dentistry*. 2024; 3: 78—85 (In Russian). [eLibrary ID: 74526280](#)
5. Albrektsson T., Zarb G., Worthington P., Eriksson A.R. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1986; 1 (1): 11—25.
6. Lysov A., Saadoun A.P. Periodontal, functional, and esthetic integration of peri-implant soft tissue: WHS Concept. *J Oral Implantol*. 2022; 48 (1): S1-S8. [PMID: 34965296](#)
7. Minaeva S.A., Mikhailovskii A.A., Bukharova T.B., Antonov E.N., Gol'dshtein D.V., Popov V.K., Volkov A.V. The morphological investigation of the hard tissues of the facial skeleton with the use of combined scattering spectroscopy. *Russian Stomatology*. 2015; 1: 3—10 (In Russian). [eLibrary ID: 24067622](#)
8. Lo W.L., Lai J.Yu., Feinberg S.E., Izumi K., Kao S.Y., Chang C.S., Lin A., Chiang H.K. Raman spectroscopy monitoring of the cellular activities of a tissue-engineered ex vivo produced oral mucosal equivalent. *Journal of Raman Spectroscopy*. 2011; 42: 174—178. [DOI: 10.1002/jrs.2688](#)

9. Davidson B., Spears N., Murray A., Elfick A. The changing biochemical composition and organisation of the murine oocyte and early embryo as revealed by Raman spectroscopic mapping. — *Journal of Raman Spectroscopy*. — 2012; 43: 24—31. DOI: [10.1002/jrs.2964](https://doi.org/10.1002/jrs.2964)
10. Chiang H.K., Peng F.Y., Hung S.C., Feng Y.C. In situ Raman spectroscopic monitoring of hydroxyapatite as human mesenchymal stem cells differentiate into osteoblasts. — *Journal of Raman Spectroscopy*. — 2009; 40: 546—549. DOI: [10.1002/jrs.2161](https://doi.org/10.1002/jrs.2161)
11. Тимченко Е.В., Тимченко П.Е., Писарева Е.В., Власов М.Ю., Волова Л.Т., Федотов А.А., Федорова Я.В., Тюмченкова А.С., Романова Д.А., Даниэль М.А., Субатович А.Н. Оптический анализ костной ткани методом спектроскопии комбинационного рассеяния при экспериментальном остеопорозе и его коррекции с помощью аллогенного гидроксиапатита. — *Оптический журнал*. — 2020; 3: 37—45. eLibrary ID: [44530026](https://elibrary.ru/44530026)
12. Тимченко П.Е., Тимченко Е.В., Волова Л.Т., Фролов О.О. Применение метода спектроскопии комбинационного рассеяния для оценки дентинных материалов в процессе их изготовления. — *Оптический журнал*. — 2021; 9: 3—8. eLibrary ID: [47503456](https://elibrary.ru/47503456)
13. Timchenko P.E., Timchenko E.V., Frolov O.O., Volova L.T., Zybina M.A., Dolgushov G.G. Optical assessment of dentin materials. — *Optical Memory and Neural Networks*. — 2020; 4: 354—357. DOI: [10.3103/S1060992X20040116](https://doi.org/10.3103/S1060992X20040116)
14. Быков В.Л. Гистология и эмбриональное развитие органов полости рта человека. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — С. 18—20.
9. Davidson B., Spears N., Murray A., Elfick A. The changing biochemical composition and organisation of the murine oocyte and early embryo as revealed by Raman spectroscopic mapping. *Journal of Raman Spectroscopy*. 2012; 43: 24—31. DOI: [10.1002/jrs.2964](https://doi.org/10.1002/jrs.2964)
10. Chiang H.K., Peng F.Y., Hung S.C., Feng Y.C. In situ Raman spectroscopic monitoring of hydroxyapatite as human mesenchymal stem cells differentiate into osteoblasts. *Journal of Raman Spectroscopy*. 2009; 40: 546—549. DOI: [10.1002/jrs.2161](https://doi.org/10.1002/jrs.2161)
11. Timchenko E.V., Timchenko P.E., Pisareva E.V., Fedotov A.A., Fedorova Y.V., Tyumchenkova A.S., Romanova D.A., Daniel M.A., Subatovich A.N., Vlasov M.Y., Volova L.T. Optical analysis of bone tissue by Raman spectroscopy in experimental osteoporosis and its correction using allogeneic hydroxyapatite. *Journal of Optical Technology*. 2020; 3: 161—167. DOI: [10.1364/JOT.87.000161](https://doi.org/10.1364/JOT.87.000161)
12. Timchenko P.E., Timchenko E.V., Frolov O.O., Volova L.T. Use of raman spectroscopy for the assessment of dentin materials during their fabrication. *Journal of Optical Technology*. 2021; 9: 485—488. DOI: [10.1364/JOT.88.000485](https://doi.org/10.1364/JOT.88.000485)
13. Timchenko P.E., Timchenko E.V., Frolov O.O., Volova L.T., Zybina M.A., Dolgushov G.G. Optical assessment of dentin materials. *Optical Memory and Neural Networks*. 2020; 4: 354—357. DOI: [10.3103/S1060992X20040116](https://doi.org/10.3103/S1060992X20040116)
14. Bykov V.L. Histology and embryonic development of human oral organs. Moscow: GEOTAR-Media, 2014. Pp. 18—20 (In Russian).

Национальное руководство «Остеопатия в стоматологии»



Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2025 г.
Твердый переплет, 624 страницы
ISBN: 978-5-9704-9231-4

В России создано первое национальное руководство по остеопатии! Издание содержит актуальную информацию об остеопатических методах диагностики и лечения соматических дисфункций органов и систем организма человека с точки зрения физиологического подхода. Представлены также главы, посвященные остеопатии в медицинской реабилитации и оздоровительным технологиям.

20-я глава руководства — «Остеопатия в стоматологии». Соавтор этой главы — Булычева Елена Анатольевна, член редакционной коллегии журнала «Клиническая стоматология», д.м.н., MSc, профессор, действительный член РАЕН, лауреат премии Правительства РФ, председатель секции СтАР «Клиническая гнатология», зав. кафедрой дополнительного образования по стоматологическим специальностям Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого, профессор кафедры стоматологии ортопедической и материаловедения с курсом ортодонтии взрослых ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова (Санкт-Петербург).

В главе подробно описаны остеопатические методы диагностики и лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями, дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, а также прогнозируемые эффекты остеопатической коррекции. Кроме этого, дано определение понятий «экстраокклюзионные» и «интраокклюзионные» нарушения, которые необходимо дифференцировать в клинической стоматологии для эффективного лечения указанных заболеваний.

Книга будет полезна не только специалистам, изучающим остеопатию (студентам, врачам, обучающимся по программам ординатуры и профессиональной переподготовки по остеопатии), но и врачам всех специальностей, желающим понять, как работает остеопатия при лечении различных дисфункций организма.