

К вопросу о происхождении десневой жидкости

Ю.А. Ипполитов^{1*}, П.В. Середин², Д.Л. Голощапов²,
И.Ю. Ипполитов¹, М.В. Беркович¹, Д.М. Фоломеева¹

¹Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко,
Воронеж, Российская Федерация

²Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. В научных трудах мало сведений о том, как соотносятся по составу дентинная и десневая жидкости, а также о том, могут ли они взаимодействовать. Цель – определить происхождение десневой жидкости и сопоставить ее состав с дентинной жидкостью и капиллярной кровью десны, а также исследовать возможность их потенциального взаимодействия.

Материалы и методы. В ходе исследования для анализа были взяты пробы трех биологических жидкостей: дентинной, десневой и капиллярной крови десны. На добровольной основе в исследование участвовало 35 человек. Биологические жидкости были исследованы с помощью инфракрасного микроспектрометра Австралийского синхротрона. Микрорельеф эмали удаленных интактных зубов по ортодонтическим показаниям оценивали с помощью растрового электронного микроскопа JEOL JSM-6380LV (Япония).

Результаты. Дентинная и десневая жидкости обладают таким же сложным составом, как и плазма крови. При этом полученные данные свидетельствуют о существовании спектральных мод, которые присутствуют лишь в ИК-спектрах дентинной и десневой жидкостей. На основании этого сделано предположение о возможности просачивания дентинной жидкости через дентинные и эмалевые каналцы зуба в десневую щель. При этом прохождение дентинной жидкости через дентинные и эмалевые каналца зуба сопровождается контактом с кристаллами гидроксиапатита, что приводит к ее защелачиванию. Повышенное содержание мочевины в дентинной жидкости в 2,3 раза в отличие от десневой жидкости, видимо, приводит к увеличению ее концентрации в десневой жидкости пропотевающей из десневого сосочка.

Заключение. В связи с открывшимися обстоятельствами возможности смешивания дентинной и десневой жидкостей, на наш взгляд, целесообразно термин «десневая жидкость» уточнить и заменить его на термин «зубодесневая жидкость».

Ключевые слова: десневая жидкость, дентинная жидкость, капиллярная кровь десны, эмалевые каналца, ИК-микроспектроскопия.

Для цитирования: Ипполитов ЮА, Середин ПВ, Голощапов ДЛ, Ипполитов ИЮ, Беркович МВ, Фоломеева ДМ. К вопросу о происхождении десневой жидкости. *Пародонтология*. 2025;30(1):15-22. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1019>

***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Ипполитов Юрий Алексеевич, кафедра детской стоматологии с ортодонтией, Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко, 394036, ул. Студенческая, д. 10, г. Воронеж, Российская Федерация, dsigma@mail.ru

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-15-00060.

On the origin of gingival crevicular fluid

Yu. A. Ippolitov^{1*}, P.V. Seredin², D.L. Goloshchapov²,
I.Yu. Ippolitov¹, M.V. Berkovich¹, D.M. Folomeev¹

¹Voronezh State Medical University named after N.N.Burdenko, Voronezh, Russian Federation

²Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. Limited scientific literature exists on the compositional relationship between dentinal fluid and gingival crevicular fluid, as well as their potential interaction. Objective. This study aims to determine the origin of gingival crevicular fluid, compare its composition with that of dentinal fluid and gingival capillary blood, and assess the potential for their interaction.

Materials and methods. This study analyzed three biological fluids: dentinal fluid, gingival crevicular fluid, and gingival capillary blood. A total of 35 volunteers participated in the study. The biological fluids were examined using an infrared microspectrometer at the Australian Synchrotron. Additionally, the microrelief of the enamel in extracted intact teeth, removed for orthodontic reasons, was assessed using a JEOL JSM-6380LV scanning electron microscope (Japan).

Results. Dentinal and gingival crevicular fluids exhibit a complex composition comparable to that of blood plasma. The findings reveal spectral modes unique to the infrared (IR) spectra of these fluids. Based on this evidence, it is hypothesized that dentinal fluid may infiltrate the gingival sulcus via dentinal and enamel tubules. During this passage, the fluid interacts with hydroxyapatite crystals, resulting in alkalization. Furthermore, the urea concentration in dentinal fluid is 2.3 times higher than in gingival crevicular fluid, which likely contributes to an increased urea concentration in gingival crevicular fluid diffusing from the gingival papilla.

Conclusion. Given the newly discovered potential for dentinal and gingival crevicular fluid mixing, we propose refining the terminology by replacing the term "gingival crevicular fluid" with "dentogingival fluid."

Key words: gingival crevicular fluid, dentinal fluid, gingival capillary blood, enamel tubules, IR microspectroscopy

For citation: Ippolitov YuA, Seredin PV, Goloshchapov DL, Ippolitov IYu, Berkovich MV, Folomeev DM. On the origin of gingival crevicular fluid. *Parodontologiya*. 2025;30(1):15-22. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1019>

***Corresponding author:** Yurij A. Ippolitov, Department of the Pediatric Dentistry with Orthodontics, Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, 10 Studencheskaya Str., Voronezh, Russian Federation, 394036. For correspondence: dsvgma@mail.ru

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

Funding: The study was funded by the Russian Science Foundation grant No. 23-15-00060.

АКТУАЛЬНОСТЬ

В современной литературе десневая жидкость – это физиологическая жидкая среда, заполняющая десневую борозду в пространстве от 0,25 до 0,5 мм между свободным краем десневого сосочка и эмалью зуба, попадая в это пространство из плазмы капиллярного кровяного русла десны и представляя собой в норме транссудат плазмы крови [1, 2].

В механизме образования десневой жидкости большое значение придается морфологическому строению собственно слизистой оболочки и эпителия десневого сосочка со стороны десневой борозды, где граница между эпителием и собственно слизистой оболочкой представлена ровной линией. Соединительнотканые сосочки, равно как и эпителиальные, в этой зоне отсутствуют, поэтому концевые капилляры в этой области расположены под эпителием, параллельно его базальной мембране. По мнению гистологов, это создает условия для транссудации – капиллярной фильтрации содержимого капилляров в десневую борозду. Этому способствуют межклеточные промежутки в эпителии прикрепления к эмали зуба, где наличие межэпителиоцитарных десмосом, связывающих эпителиоциты в этой зоне, снижено в четыре раза по сравнению с эпителиоцитами десневой борозды [3].

Количество выделяемой десневой жидкости в среднем за сутки в полость рта у здорового человека достигает от 0,5–2,4 мл. При этом основная функция этой биологически активной жидкости – защита пародонтального комплекса тканей от микроорганизмов. В составе десневой жидкости определено наличие белков, ферментов, мочевины, ионов аммония, фосфолипидов, органических кислот, нейтральных липидов, электролитов, минеральных веществ. При воспалении слизистой оболочки десневого края и сосочка десневая

жидкость поступает в десневую борозду вследствие нарушения микроциркуляции крови, что приводит к увеличению проницаемости капилляров. Вследствие этого транссудат преобразуется в экссудат, в котором возрастает количество лейкоцитов, увеличивается относительная плотность за счет содержания белка, а также изменяется альбумин-глобулиновый индекс за счет выхода глобулиновых фракций из капилляров в интерстициальное пространство. Некоторые авторы считают десневую жидкость экссудатом в здоровом пародонте, что, видимо, некорректно [4].

Десневая жидкость в здоровом пародонте является транссудатом капиллярной крови десны, однако ее pH имеет значения 7,8–8,5, а pH плазмы крови 7,4. Видимо, это отличие обусловлено содержанием в десневой жидкости азотсодержащих органические соединений и катионных белков. В десневой жидкости доминируют миелоидсвязывающие белки (тип MRP8 и MRP14), относящиеся к семейству кальцийсвязывающих белков S100, которые не были обнаружены в сыворотке крови [5].

Особое значение для нормальной микробиоты как полости рта, так и десневой щели имеет наличие в ней резидентной микрофлоры. Один из 306 известных штаммов слюнного стрептококка – *Streptococcus salivarius*, штамм M18 – способен ингибировать активность патогенных бактерий за счет выделения бактериоцинов и ферментов уреазы и декстраназы. Декстраназа расщепляет органические соединения – декстраны в микробном налете, лишая микроорганизмы питательной межклеточной среды. Уреаза способна катализировать гидролиз мочевины до аммиака и углекислого газа, что обеспечивает защиту десневой жидкости от понижения водородного показателя в кислую сторону. Это может служить одним из объяснений разницы в pH биологических жидкостей [6].

Вторым предположением причины такой значительной разницы в pH между плазмой крови и десневой жидкостью является фактор измерения, который выполняется при низкопарциальном давлении CO₂ или в отсутствии CO₂. Авторы склонны считать, что при физиологическом парциальном давлении CO₂ общая буферная способность за счет фосфатной, бикарбонатной и белковой буферных систем становится высокой, выше pH 8,0 и до pH 8,7 [7].

Отсюда следует третье предположение, что pH десневой жидкости повышается за счет буферных свойств слюны и содержания в ней буферных систем, снижающих агрессивное воздействие кислой пищи, а также продуктов жизнедеятельности микроорганизмов. Смешанная слюна – это секрет больших и малых слюнных желез, где присутствуют компоненты десневой жидкости, слущенный эпителий, микрофлора, лейкоциты и продукты их распада, остатки пищи, бронхиальные и назальные секреты. Учитывая, что pH смешанной слюны 6,8-7,4, то резко изменить pH в десневой борозде в сторону защелачивания до pH 8,0-8,7 не представляется возможным.

Дентинная жидкость является транссудатом капиллярной крови пульпы зуба, в которой присутствуют протеины, минеральные вещества, микроэлементы, ферменты, витамины, гормоны, мочевины. Дентинная жидкость заполняет сеть дентинных канальцев и межпризмные пространства эмали под давлением около 8-10 мм рт. ст. [8].

Учитывая, что пародонт, как морфологическое образование, находится в непосредственном контакте с биологическими жидкостями, представленными десневой жидкостью, капиллярной кровью десны, ротовой жидкостью, а также дентинной жидкостью, питающей со стороны пульпы твердые ткани зуба, было бы логично оценить взаимодействие этих биологически активных жидкостей для понятия происхождения десневой жидкости.

На данный момент в научных трудах не хватает сведений о том, как соотносятся по составу дентинная и десневая жидкости, а также о том, могут ли они взаимодействовать.

Цель исследования. Определить происхождение десневой жидкости и сопоставить ее состав с дентинной жидкостью и капиллярной кровью десны, а также исследовать возможность их потенциального взаимодействия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе исследования для анализа были взяты пробы трех биологических жидкостей: дентинной, десневой и капиллярной крови десны. На добровольной основе в исследование участвовало 35 человек (16 мужчин и 19 женщин) в возрасте 18 лет. Все они были здоровы и не принимали никаких лекарственных препаратов. Индекс гигиены по Федорову – Во-

лодкиной у всех обследуемых был равен единице, а комплексный периодонтальный индекс по Леусу П. А. был равен нулю.

Перед началом исследования участники почистили зубы мягкой зубной щеткой, смоченной в теплой воде, и прополоскали рот чистой водой. После этого у каждого из них были взяты образцы трех биологических жидкостей: дентинной жидкости, десневой жидкости и капиллярной крови десны.

Также были исследованы 12 удаленных первых премоляров верхней челюсти по ортодонтическим показаниям для морфологической оценки эмалево-цементной границы.

В нашем исследовании использованы наконечники, внутри которых располагался бумажный адсорбирующий штифт, выполняющий роль носителя биологической жидкости.

Микрокапилляр присоединялся к стерильному шприцу, с помощью которого создавалось отрицательное давление в капилляре, и биологическая жидкость впитывалась бумажным штифтом.

Пациентов с воспалительным процессом в пародонте в исследование не включали.

С помощью микромоторного наконечника проводили препарирование эмали пациентам с фиссурным кариесом. Зуб изолировали с помощью коффердама.

С помощью вакуумной установки АЛП-02 и резиновой манжеты создавали отрицательное давление над жевательной поверхностью, отпрепарированной полости зуба, что позволяло в течение пяти минут получить дентинную жидкость на бумажный штифт наконечника [9, 10].

С помощью микрокапилляра с бумажным штифтом был осуществлен забор жидкости из десневой борозды зуба, из которого предварительно был взят дентинный транссудат [9].

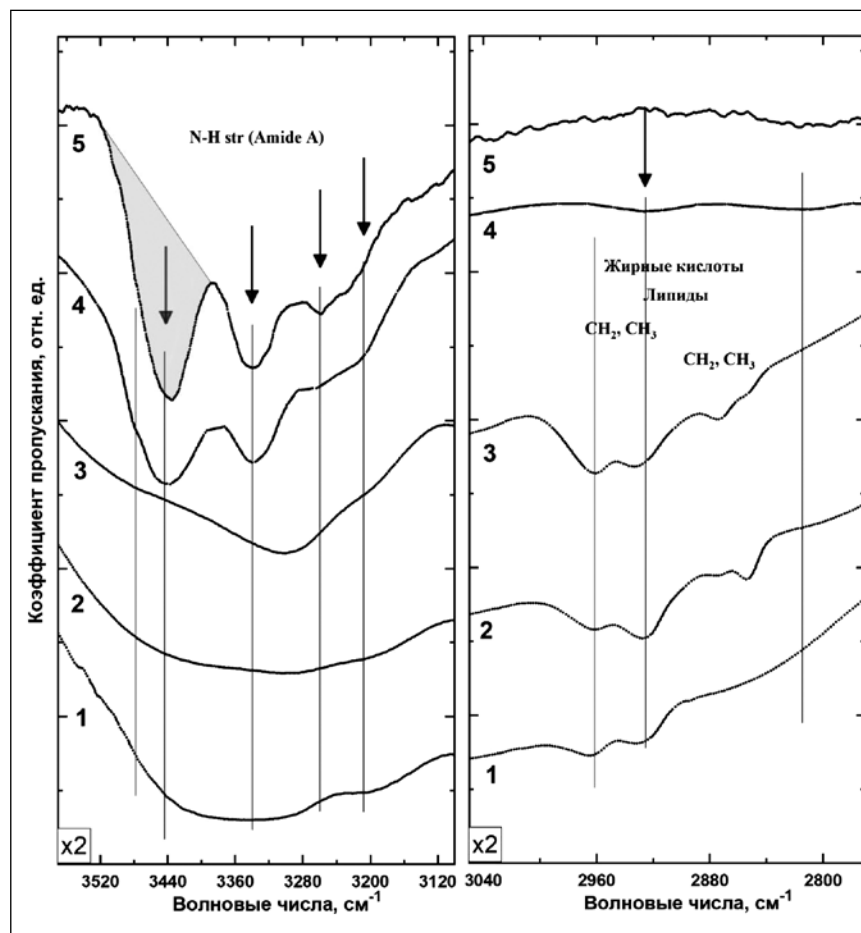
Кровь из десны была взята с помощью специального стерильного инструмента – зонда и микрокапилляра с бумажным штифтом [9].

Из микрокапилляров извлекали бумажные адсорбирующие штифты, после чего их сушили при обычной температуре и анализировали с помощью инфракрасной микроспектроскопии (ИК-микроспектроскопии).

С помощью инфракрасного микроспектрометра (IRM) Австралийского синхротрона исследовали молекулярный состав полученных биологических жидкостей. Для оценки биологических образцов использовали программное обеспечение OPUS (версия 7.2). Определение границ области интегральной площади в диапазоне 3500-3395 см⁻¹ производили с использованием второй производной, где наблюдалось максимальное поглощение для мочевины [11, 12].

Проведен анализ усредненных спектров, что позволило избежать ошибок при оценке статистических данных, полученных от пациентов.

Микрорельеф эмали интактных зубов, удаленных по ортодонтическим показаниям, оценивали с помощью

**Рис. 1.**

ИК-спектры в области от 3520-2800 см^{-1} образцов, где колебательные моды $\sim 3450 \text{ см}^{-1}$ и $\sim 3350 \text{ см}^{-1}$

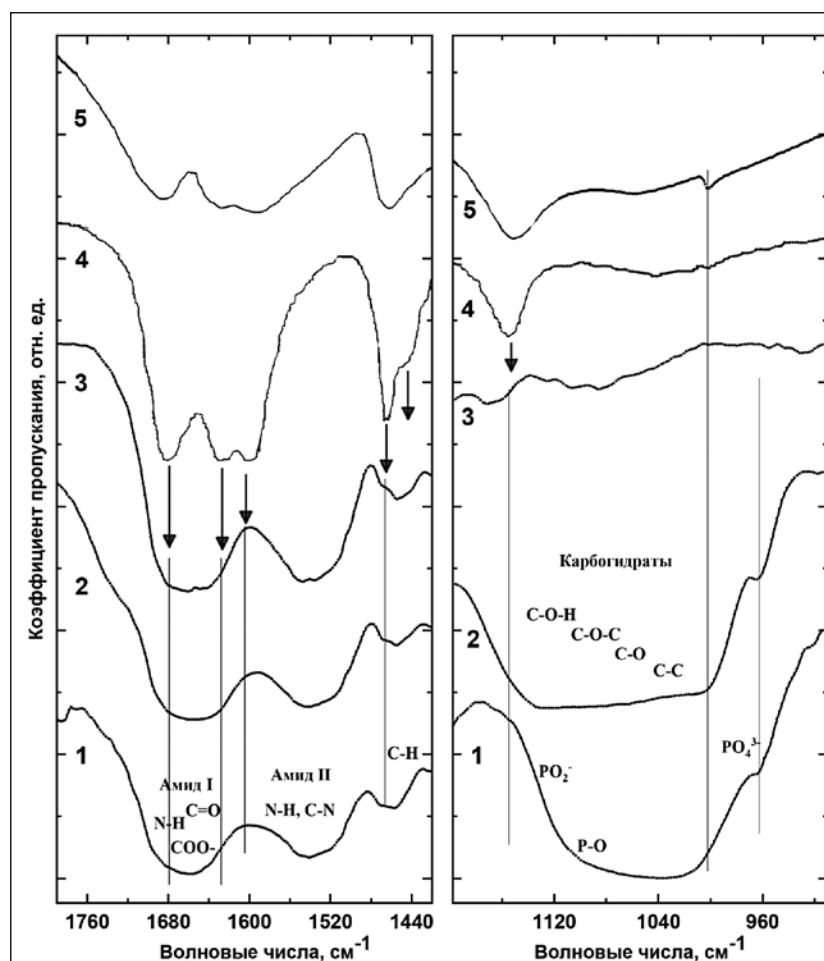
соответствуют:

- 5 – мочевины стандартный образец,
- 4 – мочевины стандартный образец перекристаллизованный,
- 3 – капиллярная кровь десны,
- 2 – десневая жидкость,
- 1 – дентинная жидкость

Fig. 1.

IR spectra in the range of 3520–2800 cm^{-1} , showing vibrational modes at $\sim 3450 \text{ cm}^{-1}$ and $\sim 3350 \text{ cm}^{-1}$, which correspond to:

- 5 – standard urea sample,
- 4 – recrystallized standard urea sample,
- 3 – gingival capillary blood,
- 2 – gingival crevicular fluid,
- 1 – dentinal fluid

**Рис. 2.**

Сопоставление ИК-спектров в области 1760-960 см^{-1} , где колебательные моды $\sim 1680 \text{ см}^{-1}$, $\sim 1460 \text{ см}^{-1}$, $\sim 1180 \text{ см}^{-1}$ соответствуют:

- 5 – мочевины стандартный образец,
- 4 – мочевины стандартный образец перекристаллизованный,
- 3 – капиллярная кровь десны,
- 2 – десневая жидкость,
- 1 – дентинная жидкость

Fig. 2.

Comparison of IR spectra in the range of 1760-960 cm^{-1} , showing vibrational modes at $\sim 1680 \text{ cm}^{-1}$, $\sim 1460 \text{ cm}^{-1}$, $\sim 1180 \text{ cm}^{-1}$, which correspond to:

- 5 – standard urea sample,
- 4 – recrystallized standard urea sample,
- 3 – gingival capillary blood,
- 2 – gingival crevicular fluid,
- 1 – dentinal fluid

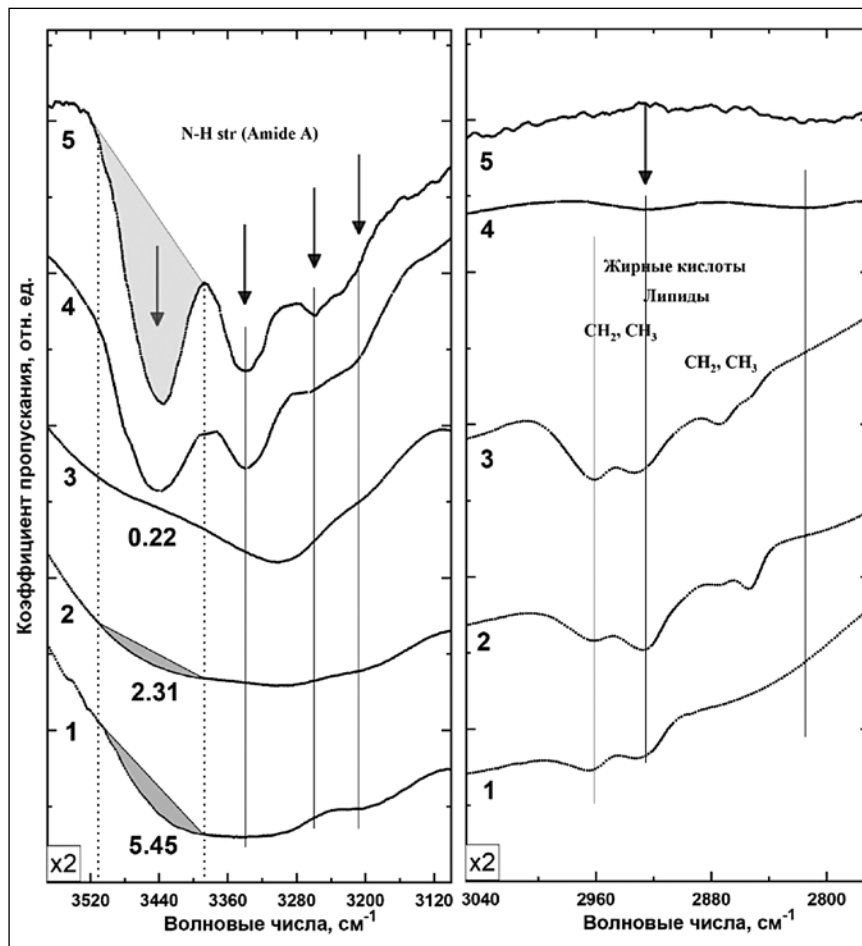


Рис. 3. ИК-спектры в области от 3520–2800 см^{-1} , где определение границ области интегральной площади производилось с использованием второй производной в диапазоне 3520–3120 см^{-1} . Наблюдается максимальное поглощение в выделенной для мочевины области – кривые 4, 5. Максимальная интегральная площадь под кривой – 1 для ИК-спектра дентинной жидкости (5,45), 2 – десневая жидкость – интегральная площадь (2,31), 3 – капиллярная кровь десны интегральная площадь (0,22)

Fig. 3. IR spectra in the range of 3520–2800 cm^{-1} , with integral area boundaries determined using the second derivative in the range of 3520–3120 cm^{-1} . Maximum absorption is observed in the urea-specific region (curves 4 and 5). The maximum integral area under the curve is 1 for the IR spectrum of dental fluid (5.45), 2 – gingival crevicular fluid – integral area (2.31), 3 – gingival capillary blood integral area (0.22)

растрового электронного микроскопа JEOL JSM-6380LV (Япония) при увеличении от 700 до 1200 крат [13].

Исследование было проведено с разрешения этического комитета ВГМУ имени Н. Н. Бурденко (№ 001.0045-2023).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Спектральный анализ биологических жидкостей обследованных пациентов содержат идентичный набор колебательных полос, так как в основе их состава лежит плазма крови.

ИК-спектры поглощения образцов капиллярной крови десны, дентинной и десневой жидкости пациентов представлены на рисунках 1 и 2.

Полученные результаты констатируют, что колебательные моды в ИК-спектрах образцов крови, дентинной и десневой жидкостей принадлежат следующим молекулярным группам: белки – Amide I (1725–1590 см^{-1}), Amid II (1590–1500 см^{-1}) и Amid III (1350–1190 см^{-1}), а также группы CH_2/CH_3 (1480–1350 см^{-1}), липиды и жирные кислоты в диапазоне от 3000 до 2800 см^{-1} , фосфаты, глицерофосфаты и фосфолипиды находятся в диапазоне от 1180 до 800 см^{-1} .

Колебательные полосы карбогидратов и производных ДНК структур наблюдаются только в образцах капиллярной крови десны. В дентинной и десневой жидкостях эта группа полос поглощения связана с колебаниями производных фосфора.

При рассмотрении колебательных полос на рисунке 1 в диапазоне 3520–2800 см^{-1} в спектрах дентинной и десневой жидкости в области 3450 см^{-1} и ~3350 см^{-1} наблюдается изгибы колебательных мод в виде плечей, которые соответствуют азотсодержащим соединениям, в частности $(\text{NH})(\text{NH}_2)$ связям, хорошо коррелирующим с эталонной кривой стандартного образца мочевины. Тогда как в капиллярной крови десны в этой спектральной области отмечается влияние белковой составляющей с минимальным присутствием азотсодержащих соединений.

На рисунках 1–3 представлен ИК-спектр мочевины в частотных диапазонах 3520–2800 и 1760–960 см^{-1} .

На рисунке 3 видно, что содержание молекулярных групп, соответствующих мочеине в дентинной жидкости в 2,3 раза больше, чем в десневой жидкости и в 25 раз больше, чем в капиллярной крови десны. Это заключение позволило сделать программное обеспечение OPYS (версия 7,2) при оценке границ областей интегральных площадей, где максимальное поглощение наблюдалось для стандартного образца мочевины, следующая по значению интегральная площадь мочевины для ИК-спектра дентинной жидкости – 5,45 у. е., затем для ИК-спектра десневой жидкости – 2,31 у. е. и для капиллярной крови десны – 0,22 у. е. (рис. 3). Данные по количеству мочевины констатируют, что значение ее содержания в десневой жидкости – это средняя величина между ее содержанием в дентинной жидкости и капиллярной крови десны.

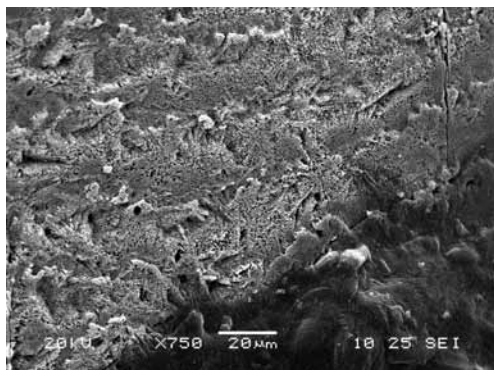


Рис. 4. Электронное изображение эмали-цементной границы первого премоляра верхней челюсти, где на поверхности эмали просматриваются устья эмалевых канальцев и ямки. Увеличение $\times 750$

Fig. 4. Scanning electron micrograph of the enamel-cement junction of the maxillary first premolar, showing enamel tubule openings and surface pits. Magnification: $\times 750$

Для идентификации путей взаимодействия дентин-ной и десневой жидкостей была изучена морфологическая зона эмали-цементной границы человеческого зуба, входящая в структуру десневой борозды.

С помощью электронной микроскопии на поверхности эмали в пришеечной области зуба идентифицированы ямки глубиной 0,2-4 мкм, микротрещины, валикообразные выступы высотой 1,5-4 мкм и шириной 120-150 мкм. Кроме этого, обнаружены морфологические образования в виде отверстий, переходящих в канальцы диаметром до 1,5 мкм (рис. 4, 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дентинная и десневая жидкости обладают таким же сложным составом, как и плазма крови [5]. В ходе исследования были обнаружены характерные особенности в спектрах молекулярных соединений, которые можно наблюдать только в инфракрасных спектрах дентинной и десневой жидкости, в отличие от капиллярной крови десны. Это свидетельствует о том, что посредством дентинных и эмалевых канальцев [13] возможен молекулярный обмен между дентинной и десневой жидкостью, а местом их смешивания является десневая борозда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булкина НВ, Бриль ГЕ, Поделинская ВТ. Кристаллографическая картина десневой жидкости в норме и при воспалительных заболеваниях пародонта. *Стоматология*. 2012;91(4):16-19. Режим доступа:

<https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2012/4/030039-1735201244>

2. Preianò M, Savino R, Vilella C, Pelaia C, Terracciano R. Gingival Crevicular Fluid Peptidome Profiling in Healthy and in Periodontal Diseases. *Int J Mol Sci*. 2020;21(15):5270. doi: 10.3390/ijms21155270

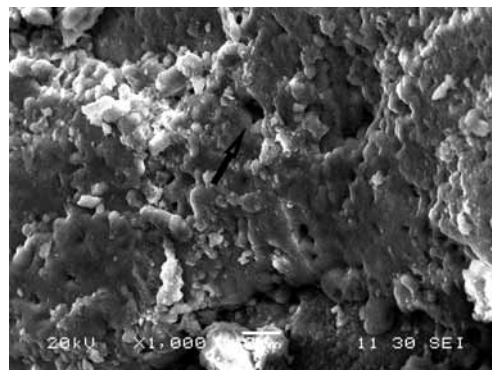


Рис. 5. Электронное изображение устьев эмалевых канальцев на поверхности эмали в области эмали-цементной границы первого премоляра верхней челюсти. Увеличение $\times 1000$

Fig. 5. Scanning electron micrograph of enamel tubule openings on the surface of the enamel-cement junction region in the maxillary first premolar. Magnification: $\times 1000$

В связи с открывшимися обстоятельствами, на наш взгляд, целесообразно термин «десневая жидкость» уточнить и заменить его на термин «зубодесневая жидкость».

Таким образом, идентифицирована возможность просачивания дентинной жидкости через дентинные и эмалевые канальца зуба в десневую щель. При этом прохождение дентинной жидкости через дентинные и эмалевые канальца зуба сопровождается контактом с кристаллами гидроксиапатита, что приводит к ее защелачиванию. Доказательством попадания дентинной жидкости в десневую жидкость может служить повышенное содержание мочевины в дентинной жидкости в 2,3 раза в отличие от десневой жидкости, что приводит к увеличению концентрации мочевины в десневой жидкости протекающей из десневого сосочка. Таким образом, содержание мочевины в дентинной жидкости больше в 2,3 раза чем в десневой жидкости и в 25 раз больше, чем в капиллярной крови десны. Контакт мочевины с резидентной микрофлорой приводит к гидролизу мочевины до аммиака и углекислого газа, что также способствует повышению pH в десневой жидкости в отличие от pH капиллярной крови десны.

3. Lagos ML, Sant'ana AC, Greggi SL, Passanezi E. Keratinized Gingiva Determines a Homeostatic Behavior of Gingival Sulcus through Transudation of Gingival Crevise Fluid. *Int J Dent*. 2011;2011:953135. doi: 10.1155/2011/953135

4. Subbarao KC, Nattuthurai GS, Sundararajan SK, Sujith I, Joseph J, Syedshah YP. Gingival Crevicular Fluid: An Overview. *J Pharm Bioallied Sci*. 2019;11(Suppl 2):S135-S139. doi: 10.4103/JPBS.JPBS_56_19

5. Вавилова ТП, Маджидова ЕР, Островская ИГ. Показатели десневой жидкости в оценке состояния опорных зубов под металлокерамические конструкции. *Российская стоматология*. 2019;12(3):54. Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=44018160>

6. Брусницына ЕВ, Гаврилов ИВ, Сайпеева ММ, Иощенко ЕС, Бимбас ЕС, Каминская ЛА, и др. Пробиотики в профилактике кариеса при ортодонтическом лечении. *Стоматология детского возраста и профилактики*. 2022;22(3):177-187.

doi: 10.33925/1683-3031-2022-22-3-177-187

7. Bickel M, Munoz JL, Giovannini P. Acid-base properties of human gingival crevicular fluid. *J Dent Res*. 1985;64(10):1218-20.

doi: 10.1177/00220345850640100801

8. Barros de Pinto L, Lira MLLA, Cavalcanti YW, Dantas ELA, Vieira MLO, de Carvalho GG, et al. Natural enamel caries, dentin reactions, dentine fluid and biofilm. *Sci Rep*. 2019;9(1):2841.

doi: 10.1038/s41598-019-38684-7

9. Середин ПВ, Голощапов ДЛ, Ипполитов ЮА,

Авраамова ОГ, Беркович МВ. Спектроскопические исследования молекулярного состава дентинной и десневой жидкостей и их диагностический потенциал для превентивного скрининга кариеса дентина. *Стоматология*. 2020;99(5):11 18.

10. Belstrøm D, Jersie-Christensen RR, Lyon D, Damgaard C, Jensen LJ, Holmstrup P, Olsen JV. Metaproteomics of saliva identifies human protein markers specific for individuals with periodontitis and dental caries compared to orally healthy controls. *PeerJ*. 2016;4:e2433.

doi: 10.7717/peerj.2433

11. Slimani A, Nouioua F, Panayotov I, Giraudeau N, Chiaki K, Shinji Y, et al. Porphyrin and pentosidine involvement in the red fluorescence of enamel and dentin caries. *International Journal of Experimental Dental Science*. 2016;5(1):1-10.

doi: 10.5005/jp-journals-10029-1115

12. Ippolitov YuA, Ippolitov IYu, Seredin PV. Morphology of the human dental enamel. *Indian Journal of Dentistry*. 2014;5(Suppl):135-139.

doi: 10.1016/j.ijd.2014.03.004

REFERENCES

1. Bulkina NV, Brill' GE, Podelinskaia VT. Crystallographic picture of the gingival fluid in healthy teeth and by inflammatory periodontal disease. *Stomatology*. 2012;91(4):16-19 (In Russ.). Available from:

<https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2012/4/030039-1735201244>

2. Preianò M, Savino R, Villella C, Pelaia C, Terraciano R. Gingival Crevicular Fluid Peptidome Profiling in Healthy and in Periodontal Diseases. *Int J Mol Sci*. 2020;21(15):5270.

doi: 10.3390/ijms21155270

3. Lagos ML, Sant'ana AC, Gregghi SL, Passanezi E. Keratinized Gingiva Determines a Homeostatic Behavior of Gingival Sulcus through Transudation of Gingival Crevicular Fluid. *Int J Dent*. 2011;2011:953135.

doi: 10.1155/2011/953135

4. Subbarao KC, Nattuthurai GS, Sundararajan SK, Sujith I, Joseph J, Syedshah YP. Gingival Crevicular Fluid: An Overview. *J Pharm Bioallied Sci*. 2019;11(Suppl 2):S135-S139.

doi: 10.4103/JPBS.JPBS_56_19

5. Vavilova TP, Madzhidova ER, Ostrovskaya IG. Gingival fluid indices in the assessment of the condition of supporting teeth for metal-ceramic constructions. *Rossiiskaya stomatologiya*. 2019;12(3):54 (In Russ.). Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=44018160>

6. Brusnitsyna EV, Gavrilov IV, Saypeeva MM, Ioshchenko ES, Bimbasa ES, Kaminskaya LA, et al. Probiotics for caries prevention during orthodontic treatment. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2022;22(3):177-187 (In Russ.).

doi: 10.33925/1683-3031-2022-22-3-177-187

7. Bickel M, Munoz JL, Giovannini P. Acid-base properties of human gingival crevicular fluid. *J Dent Res*. 1985;64(10):1218-20.

doi: 10.1177/00220345850640100801

8. de Barros Pinto L, Lira MLLA, Cavalcanti YW, Dantas ELA, Vieira MLO, de Carvalho GG, et al. Natural enamel caries, dentin reactions, dentine fluid and biofilm. *Sci Rep*. 2019;9(1):2841.

doi: 10.1038/s41598-019-38684-7

9. Seredin PV, Goloshchapov DL, Ippolitov YuA, Avraamova OG, Berkovich MV. Spectroscopic studies of the molecular composition of the dentinal and gingival fluids and their diagnostic potential for preventive screening of dentin caries. *Stomatology*. 2020;99(5):11 18 (In Russ.).

doi: 10.17116/stomat20209905111

10. Belstrøm D, Jersie-Christensen RR, Lyon D, Damgaard C, Jensen LJ, Holmstrup P, Olsen JV. Metaproteomics of saliva identifies human protein markers specific for individuals with periodontitis and dental caries compared to orally healthy controls. *PeerJ*. 2016;4:e2433.

doi: 10.7717/peerj.2433

11. Slimani A, Nouioua F, Panayotov I, Giraudeau N, Chiaki K, Shinji Y, et al. Porphyrin and pentosidine involvement in the red fluorescence of enamel and dentin caries. *International Journal of Experimental Dental Science*. 2016;5(1):1-10.

doi: 10.5005/jp-journals-10029-1115

12. Ippolitov YuA, Ippolitov IYu, Seredin PV. Morphology of the human dental enamel. *Indian Journal of Dentistry*. 2014; 5(Suppl):135-139.

doi: 10.1016/j.ijd.2014.03.004

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Ипполитов Юрий Алексеевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой детской стоматологии с ортодонтией Воронежского государственного медицинского университета имени Н. Н. Бурденко, Воронеж, Российская Федерация

Для переписки: dsvgma@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9922-137X>

Середин Павел Владимирович, доктор физико-технических наук, доцент, заведующий кафедрой физики твердого тела и наноструктур Воронежского государственного университета, Воронеж, Российская Федерация

Для переписки: paul@phys.vsu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6724-0063>

Ипполитов Иван Юрьевич, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры ортопедической

стоматологии Воронежского государственного медицинского университета имени Н. Н. Бурденко, Воронеж, Российская Федерация

Для переписки: ippolitoff87@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0012-6482>

Беркович Маргарита Валерьевна, аспирант кафедры детской стоматологии с ортодонтией Воронежского государственного медицинского университета имени Н. Н. Бурденко, Российская Федерация

Для переписки: ritamimimi@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3330-6009>

Фоломеева Дарья Михайловна, аспирант кафедры детской стоматологии с ортодонтией Воронежского государственного медицинского университета имени Н. Н. Бурденко, Российская Федерация

Для переписки: dsvgma@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4285-2466>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Corresponding author:

Yuriy A. Ippolitov, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry with Orthodontics, Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russian Federation

For correspondence: dsvgma@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9922-137X>

Pavel V. Seredin, PhD, DSc, Docent, Head of the Department of Solid State Physics and Nanostructures, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation

For correspondence: paul@phys.vsu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6724-0063>

Ivan Yu. Ippolitov, DMD, PhD, Assistant Professor, Department of the Prosthodontics, Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russian Federation

For correspondence: ippolitoff87@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0012-6482>

Margarita V. Berkovich, DMD, PhD student, Department of the Pediatric Dentistry with Orthodontics, Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russian Federation

For correspondence: ritamimimi@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3330-6009>

Daria M. Folomeeva, DMD, PhD student, Department of the Pediatric Dentistry with Orthodontics, Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russian Federation

For correspondence: dsvgma@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4285-2466>

Поступила / Article received 13.11.2024

Поступила после рецензирования / Revised 29.11.2024

Принята к публикации / Accepted 21.01.2025

Вклад авторов в работу. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы. Ипполитов Ю. А. – разработка концепции, разработка методологии. Середин П. В. – получение финансирования. Голошапов Д. Л. – разработка методологии, проведение исследования, курирование данных. Ипполитов И. Ю. – визуализация. Беркович М. В. – написание черновика рукописи, проведение исследования, формальный анализ. Фоломеева Д. М. – проведение исследования, написание рукописи – рецензирование и редактирование.

Authors' contribution. All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agrees to take responsibility for all aspects of the work. Yu. A. Ippolitov – conceptualization, methodology. P. V. Seredin – funding acquisition. D. L. Goloshapov – methodology, investigation, data curation. I. Yu. Ippolitov – visualization. M. V. Berkovich – writing – original draft preparation, investigation, formal analysis. D. M. Folomeeva – investigation, writing – review & editing.