

# Изучение функционального состояния системы микроциркуляторного русла в тканях пародонта у лиц различных возрастных групп

Орехова Л.Ю.<sup>1,2</sup>, Петров А.А.<sup>1</sup>, Лобода Е.С.<sup>1,2</sup>, Березкина И.В.<sup>1</sup>, Шадрина К.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова

<sup>2</sup>ООО «Городской пародонтологический центр ПАКС»

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

## Резюме

**Актуальность.** Исследование возрастных особенностей микроциркуляции в тканях пародонта при помощи неинвазивных функциональных методов исследования позволяет разработать оптимальный комплекс лечебных мероприятий, а также сформировать «персонализированный терапевтический кейс».

**Цель.** Изучение функционального состояния системы микроциркуляторного русла в тканях пародонта у лиц различных возрастных групп.

**Материалы и методы.** Проведено стандартное стоматологическое обследование 80 пациентов, выборка участников ранжирована на четыре группы по возрасту: 1-я группа – 12 лет, 2-я группа – 15 лет, 3-я группа – от 16 до 18 лет, 4-я группа – от 22 до 24 лет. Всем пациентам определялись гигиенические и пародонтологические индексы, такие как папиллярно-маргинально-альвеолярный (РМА) в модификации Парма, индекс кровоточивости Мюллемана в модификации Коуэлл (SBI), упрощенный индекс гигиены полости рта по Грину – Вермиллиону (ОHI-s), показатели интенсивности кариеса для постоянного прикуса (КПУ(з)), а также ультразвуковая доплерография тканей пародонта с помощью аппарата «Минимакс-Допплер-К».

**Результаты.** При изучении микроциркуляции в тканях пародонта зафиксированы отличительные характеристики показателей линейной (Vas) и объемной (Qas) скорости кровотока, а также показателей индексов пульсации (PI) и периферического сопротивления (RI) у лиц различных возрастных групп.

**Выводы.** Данное исследование подтверждает наличие различных показателей гемодинамики тканей пародонта в исследуемых группах, что обусловлено особенностями строения системы кровообращения в возрастных периодах.

**Ключевые слова:** заболевания пародонта, подростки, школьники, кадеты, студенты, ультразвуковая доплерография.

**Для цитирования:** Орехова Л. Ю., Петров А. А., Лобода Е. С., Березкина И. В., Шадрина К. В. Изучение функционального состояния системы микроциркуляторного русла в тканях пародонта у лиц различных возрастных групп. *Стоматология детского возраста и профилактика.* 2020;20(2):88-94. DOI: 10.33925/1683-3031-2020-20-2-88-94.

88

## Study of functional state of microcirculatory channel system in periodontal tissues in persons of different age groups

L.Yu. Orekhova<sup>1,2</sup>, A.A. Petrov<sup>1</sup>, E.S. Loboda<sup>1,2</sup>, I.V. Berezkina<sup>1</sup>, K.V. Shadrina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>First St. Petersburg State Medical University named after academician I.P. Pavlov

<sup>2</sup>City Periodontal Center «PAKS» Ltd.

Saint Petersburg, Russian Federation

## Abstract

**Relevance.** The study of age-related features of microcirculation in periodontal tissues, using non-invasive functional research methods, allows us to develop the optimal range of therapeutic measures, as well as form a “personalized therapeutic case”.

**Purpose.** Study of the functional state of the microvasculature in the tissues of the parodont in individuals of various age groups.

**Materials and methods.** A standard dental examination of 80 patients was carried out, the sample of participants was ranked in 4 groups by age: 1 group – 12 years old, 2 group – 15 years old, 3 group – from 16 to 18 years old, 4 group – from 22 to 24 years old. Hygiene and periodontal indices were determined for all patients, such as papillary-marginal-alveolar (PMA) in the Parma modification, the Mulleman bleeding index in the Cowell modification (SBI), and the simplified Green Vermillion index of oral hygiene (OHI-s), caries intensity indicators for a permanent bite (CPI), as well as ultrasound dopplerography of periodontal tissues using the apparatus “Minimax-Doppler-K”.

**Results.** When studying microcirculation in periodontal tissues, distinctive characteristics of linear (Vas) and volumetric (Qas) blood flow rates, as well as indicators of pulsation indices (PI) and peripheral resistance (RI) in people of different age groups were recorded.

**Conclusions.** *This study confirms the presence of various hemodynamic indicators of periodontal tissues in the studied groups, which is due to structural features of the circulatory system in age periods.*

**Key words:** *periodontal diseases, teenagers, schoolchildren, cadets, students, ultrasound dopplerography.*

**For citation:** *L. Yu. Orekhova, A. A. Petrov, E. S. Loboda, I. V. Berezkina, K. V. Shadrina. Study of functional state of microcirculatory channel system in periodontal tissues in persons of different age groups. Pediatric dentistry and dental prophylaxis. 2020;20(2):88-94. DOI: 10.33925/1683-3031-2020-20-2-88-94.*

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Заболевания пародонта являются наиболее распространенными стоматологическими заболеваниями, пророст которых неуклонно прогрессирует. Следует отметить, что проявления и последствия развития и прогрессирования заболеваний пародонта затрагивают различные сферы жизнедеятельности человека, отражаясь на качестве его жизни, что в свою очередь подтверждает значимость раздела пародонтологии в вопросах сохранения не только стоматологического и соматического здоровья, но и качества жизни в целом. Актуальность данного исследования заключается в изучении системы микроциркуляции пародонта у пациентов различных возрастных групп, которое позволит с учетом функциональных особенностей соответственно возрасту разработать персонализированный подход к пациентам с риском развития заболеваний пародонта или с уже развившейся патологией с целью повышения эффективности профилактических и лечебных мероприятий.

Этиопатогенез воспалительных заболеваний пародонта связывают с многосторонним взаимодействием врожденного и приобретенного иммунитета, с ролью условно патогенной и пародонтопатогенной микрофлоры, окружающей средой и генетической предрасположенностью конкретного индивида [1]. Исследования, проведенные в последние десятилетия, придают особое значение системным причинам, в частности роли микроциркуляторных изменений в тканях пародонта, возникающих при различных соматических патологиях, таких как сахарный диабет, метаболический синдром и др. При развитии воспалительных заболеваний пародонта, таких как гингивит и пародонтит, происходит подавление регуляторных механизмов в системе микроциркуляции пародонта, степень расстройств которых зависит от степени тяжести заболевания, что приводит к снижению лабильности микрососудов. При планировании лечения

также необходимо учитывать индивидуальные психологические особенности пациента, его приверженность к лечению и следованию рекомендациям специалиста, в связи с чем стоматологу необходимо более детально и персонализированно подходить к вопросам планирования лечения заболеваний пародонта и поддерживающей пародонтальной терапии.

В рамках доказательной медицины, на основании ряда отечественных и зарубежных исследований, можно представить обзор некоторых этиологических факторов возникновения и прогрессирования заболеваний тканей пародонта: влияние общесоматических заболеваний на механизмы трофического обеспечения тканей пародонта (сахарный диабет [2], заболевания сердечно-сосудистой системы [3] и т. д.), влияние непосредственных факторов, таких как воздействие окружающей среды [4] или производственных факторов [5], а также влияние индивидуальных особенностей пациента, продуцированных на основе вредных привычек (курение и т. д.) [6].

Изучение этиологических факторов и разработка соответствующего плана лечения, с учетом индивидуальных особенностей, возраста и психологических потребностей пациента, является основополагающим звеном в достижении положительных и стабильных результатов терапии.

Наиболее интересны, с точки зрения изучения роли профилактики и прослеживания течения особенностей развития заболеваний, в том числе стоматологических, группы детско-юношеского возраста как группы риска стоматологического и пародонтологического здоровья. На состояние здоровья детей разных возрастов влияет комплекс специфических факторов, как для нефизиологического развития челюстно-лицевой области, так и для формирования предпосылок низкой реактивности организма в отношении инфекционного, аллергического компонентов и др. Для подобных исследований условно

выделены определенные возрастные подгруппы пубертатного периода, ассоциированные с вполне определенными и характерными специфическими диагнозами. Высокая заболеваемость кариесом у подростков может быть следствием невылеченных молочных зубов, источника инфекции и угрозы воспалений (так как процесс замены зубов завершается к 12-13 годам); появление гипертрофического (ювенильного) гингивита, может быть результатом нарушения продукции половых гормонов, расстройством обменных процессов и функций тканей и органов. В возрасте 15 лет – это верхняя граница периода прорезывания вторых моляров и премоляров, необходимо предупредить развития кариеса жевательной поверхности этих зубов и аномалии положения зубов в зубной дуге с целью профилактики воспалительных заболеваний пародонта в будущем, одной из причин развития которых может быть патология прикуса. Возраст 18 лет – это характерные проблемы с зубами мудрости (третьими молярами) и завершение роста челюстей в связи с прорезыванием последнего постоянного зуба при наличии его зачатков и физической возможности встроиться в зубной ряд после прорезывания.

В детской стоматологии традиционно особое внимание уделяется профилактике кариеса, слизистых оболочек полости рта, патологии прикуса, заболеваниям пародонта. Однако взаимосвязи всех этих заболеваний с состоянием сердечно-сосудистой и нервной систем, неустойчивостью эндокринной системы, патологией опорно-двигательного аппарата, гигиены труда (учебного процесса) и наличием вредных привычек в детском и подростковом возрасте уделяется меньше внимания, чем у пациентов более старших возрастных групп. В данной публикации мы представили результаты исследований особенностей микроциркуляции в тканях пародонта в различных возрастных группах подростков, которые впоследствии можно ис-

пользовать для разработки индивидуальных профилактических и лечебных мероприятий у пациентов групп риска развития заболеваний пародонта или у пациентов с уже развившейся патологией пародонта, а также для мониторинга эффективности лечения.

Следует отметить, что большинство патологических процессов в организме человека связано с гемодинамическими нарушениями. При пародонтите происходит подавление регуляторных механизмов в системе микроциркуляции пародонта, степень расстройства которых зависит от степени тяжести заболевания, и это приводит к снижению лабильности микрососудов. При легкой степени пародонтита воспалительные изменения протекают на фоне спазма прекапиллярных звеньев микроциркуляторного русла и повышенной проницаемости стенки посткапиллярных венул, сопровождаясь начальными реологическими изменениями крови, застойными явлениями в микрососудах и повышением реактивности эндотелиального пласта в венах. Среди факторов, определяющих возникновение и течение патологических процессов, большую роль играют те, которые обеспечивают постоянство гемодинамики.

Система микроциркуляции в тканях пародонта – важнейшая константа. Одно из главных назначений системы кровообращения – доставка питательных веществ и удаление продуктов метаболизма из тканей, осуществляющееся в микроциркуляторном русле. Сосудистое русло тканей пародонта представлено мелкими артериями, артериолами, прекапиллярами, капиллярами, посткапиллярами, венами, мелкими венами и артериоло-венулярными анастомозами. Ширина просвета сосудов микроциркуляторного русла составляет от 2 до 200 микрометров. Обильная васкуляризация тканей шеи, лица и полости рта делает эту область особенно благоприятным объектом для изучения [7-9].

В изучении системы микроциркуляции тканей пародонта особая роль отведена капиллярному звену, представленному капиллярными сетями. В структуре стенок капилляров выделяют три вида клеток, а именно: эндотелиоциты, перициты и адвентициальные клетки. Особенностью перицитов и адвентициальных клеток перед

эндотелиоцитами является то, что они не образуют сплошного слоя, а располагаются только с одной стороны капилляра, что и обуславливает зависимость проницаемости капилляра от строения эндотелия и базальной мембраны [7].

При нарушении системы микроциркуляции в тканях пародонта наблюдается расстройство метаболизма и нарушение трофического обеспечения тканей, что является ключевыми факторами в патогенезе заболеваний пародонта. При этом следует отметить, что своевременная оценка состояния кровоснабжения тканей пародонта позволит на ранних этапах развития заболевания подобрать оптимальный комплекс лечебных мероприятий, сформировать «персонифицированный терапевтический кейс». Сложность диагностической процедуры изучения изменений в системе микроциркуляции, несомненно, требует особого подхода с использованием методов оценки, позволяющих определить степень расстройств капиллярного кровотока с высокой разрешающей способностью. Существует большое число различных методов и приборов, позволяющих оценивать различные характеристики движения и распределения крови в организме, начиная от простейших: визуальное наблюдение, прослушивание, пальпация и т.д. Одним из наиболее информативных методов изучения микрогемодинамики является витальная биомикроскопия. Подавляющее число прижизненных исследований по микроциркуляции выполнено с использованием светового микроскопа. Реже для решения специальных задач применяются ультрафиолетовая, люминесцентная, фазовоконтрастная, поляризационная, телевизионная микроскопия, видеоденситометрия, морфофотографии и микроинематографии, вязкозиметрии и аглометрии [10]. Эти методы информативны, часть из них является инвазивными и потому небезопасны для больных, они требуют сложной аппаратуры и устойчивых навыков исследования и трудоемки для использования в клинических условиях. Среди методов также можно выделить ультразвуковую доплерографию, использующую ультразвуковые исследования, основанные на эффекте Доплера, сутью которого является то, что движущиеся объекты отражают ультразвуковые волны с измененной частотой.

В изученной нами по данному вопросу литературе не нашлось достаточного количества данных об особенностях, характеристиках микроциркуляторных показателей тканей пародонта для пациентов младшего возрастного периода в норме и при патологии. На основе обзора научной литературы приведем несколько важных замечаний относительно особенностей регионального кровообращения детей [11-13]. В возрасте от 8 до 16 лет частота сердечных сокращений (ЧСС) снижается, что объясняется снижением тонического влияния симпатического и преобладанием парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Таким образом, частота сердечных сокращений у детей в возрасте от 8 до 16 лет характеризуется замедлением ЧСС [11].

В этом же возрастном интервале абсолютные значения ударного объема крови закономерно увеличиваются (УОК). Наиболее резкие их подъемы наблюдаются в возрасте 9 и 11-13 лет. Факторами увеличения УОК с возрастом являются нарастание объема сердца, массы миокарда, диаметра капилляров сердца, камер сердца, поперечника мышечных волокон, дифференцировки микроструктур, увеличение мощности сердечных сокращений и обратного венозного тока [11]. УОК и ЧСС являются детерминантами минутного объема крови (МОК), абсолютные значения которого в период 8-16 лет увеличиваются. Сердечный индекс (СИ) с возрастом понижается, что свидетельствует о снижении интенсивности обменных процессов в период 4-15 лет [12].

Кровь вследствие своей вязкости и трения о стенки сосудов и вихревых движений испытывает общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС). При движении крови в сосудистой системе работа сердца целиком направлена на преодоление ОПСС, поэтому повышенное ОПСС создает перегрузку для сердца [13].

Таким образом, на основании краткого обзора выявляется важная характеристика в диагностике особенностей микроциркуляции в тканях пародонта – это непосредственно возраст пациентов (маркеры: особенности регионального кровообращения в различных возрастных группах). При этом следует отметить, что сложность диагностической процедуры системы микроциркуляции требует особого

подхода с использованием методов оценки состояния, позволяющих определить степень расстройств капиллярного кровотока с высокой разрешающей способностью. А выбором метода диагностики является использование неинвазивных функциональных методов исследования, к которым можно отнести метод высокочастотной ультразвуковой доплерографии.

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Изучение функционального состояния системы микроциркуляторного русла в тканях пародонта у лиц различных возрастных групп (от 12 до 24 лет).

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

На базе кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, клиники стоматологии НИИ стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, а также стоматологической поликлиники одного из районов Санкт-Петербурга проводилось обследование 80 пациентов, разделенных на следующие группы по возрастной градации: 1-я группа – пациенты в возрасте 12 лет – школьники (n = 20); 2-я группа – пациенты в возрасте 15 лет – школьники (n = 20); 3-я группа – пациенты в возрасте от

16 до 18 лет – обучающиеся в кадетских классах (n = 20); 4-я группа – пациенты в возрасте от 22 до 24 лет – студенты 5 курса стоматологического факультета (n = 20).

Всеми пациентами были заполнены и подписаны информированные добровольные согласия; лицам, не достигшим 18-летнего возраста, информированные добровольные согласия об участии ребенка в эпидемиологическом обследовании и использовании данных обследования в научных целях были заполнены и подписаны законными представителями. Всем участникам исследования было проведено стандартное стоматологическое обследование, дополнительно включающее определение КПУ зубов для постоянного прикуса, упрощенного индекса гигиены полости рта по Грину – Вермиллиону (ОHI-s, 1964), пародонтологических индексов, таких как папиллярно-маргинально альвеолярный индекс (PMA в модификации Parma, 196), индекс кровоточивости SBI (Мюллемана в модификации Коуэлл, 1975), а также проводилась ультразвуковая доплерография тканей пародонта с помощью прибора «Минимакс-Допплер-К». В исследуемые группы вошли пациенты со здоровыми тканями пародонта, у которых наблюдались местные факторы риска, такие как неудовлетворительная гигиена

полости рта, отсутствие авторитарной составляющей и недостаточные мануальные навыки индивидуальной гигиены полости рта, что объясняется вследствие сбора анамнеза. Статистическая обработка данных проводилась с помощью Microsoft Excel XP параметрическими методами статистики. Определение среднего значения и описания выборок, используемого при нормальном распределении. Представление результатов в виде  $M \pm m$ .

Ультразвуковая доплерография выполнялась с помощью отечественного прибора «Минимакс-Допплер-К» (ООО «СП-Минимакс», г. Санкт-Петербург). Данный метод основан на эффекте Доплера, то есть на эффекте изменения частоты отраженного от движущегося объекта сигнала на величину, пропорциональную скорости движения отражателя. При этом следует помнить, что если в исследуемом объекте отсутствует движение, то доплеровского сигнала не будет. Действие ультразвуковой аппаратуры основано на двух процессах – это распространение и отражение ультразвуковых колебаний [14].

Ультразвуковой прибор представлен компьютеризированным комплексом с ультразвуковыми преобразователями – датчиками с частотой излучения 25 МГц. Для проведения исследования необходимо руковод-

Таблица 1. Показатели распространенности и интенсивности кариеса ( $M \pm m$ )  
Table 1. The prevalence and intensity of caries ( $M \pm m$ )

Исследуемый показатель Test indicator	Возраст / Age			
	12 лет (школьники) 12 years old (schoolchildren) (n = 20)	15 лет (школьники) 15 years old (schoolchildren) (n = 20)	От 16 до 18 лет (кадеты) From 16 to 18 years old (cadets) (n = 20)	От 22 до 24 лет (студенты 5 курса) From 22 to 24 years old (5th year students) (n = 20)
Распространенность кариеса (проценты) Caries prevalence (percent)	84,9	88,6	83,4	87,8
КПУ / CPI	9,29 ± 2,28	13,22 ± 3,54	11,25 ± 4,74	12,11 ± 4,26

Таблица 2. Результаты гигиенических и пародонтологических индексов ( $M \pm m$ )  
Table 2. The results of hygiene and periodontal indices ( $M \pm m$ )

Исследуемый индекс Research index	Возраст / Age			
	12 лет (школьники) 12 years old (schoolchildren) (n = 20)	15 лет (школьники) 15 years old (schoolchildren) (n = 20)	От 16 до 18 лет (кадеты) From 16 to 18 years old (cadets) (n = 20)	От 22 до 24 лет (студенты 5 курса) From 22 to 24 years old (5th year students) (n = 20)
OHI-s (баллы) / OHI-s (points)	2,10 ± 0,21	2,20 ± 0,41	1,80 ± 0,36	0,80 ± 0,28
PMA (проценты) / PMA (percent)	17,36 ± 1,22	26,21 ± 1,28	25,52 ± 1,32	27,27 ± 1,49
SBI (баллы) / SBI (points)	1,00 ± 0,06	1,20 ± 0,03	0,80 ± 0,07	0,80 ± 0,04

ствоваться следующими правилами: контакт между исследуемым участком и датчиком осуществляется посредством акустического геля; исследование можно проводить как в стоматологическом кресле, так и в положении лежа на кушетке. За сутки до исследования исключается прием пациентами вазоактивных препаратов; необходимо использовать датчики в соответствии с диаметром изучаемого сосуда. Исследование слизистой оболочки полости рта должно проводиться без растяжения и фиксации тканей различными приспособлениями, без сдавления исследуемого участка рабочей поверхностью ультразвукового датчика. Рекомендуется использовать ножную педаль запуска установки сигнала, что обеспечивает максимальную фиксацию рук в ходе проведения исследования. После установки датчика необходимо изменить его угол наклона для получения максимального сигнала.

Непосредственно в ходе исследования местом расположения датчика является область межзубного сосочка между премолярами, клыком и первым премоляром, а также боковым и центральным резцом в симметричных областях верхней и нижней челюсти. Угол постановки датчика 60°, так как данный угол соответствует наилучшей регистрации сигнала. Время исследования одного участка составляет 3 минуты.

Сигнал от кровотока поступает на приемный элемент датчика, затем сигнал усиливается, фильтруется и попадает в компьютерную часть прибора, где обрабатывается программным обеспечением и выдается на дисплей монитора с цветовым спектром. После регистрации сиг-

нала происходит его анализ. В данном исследовании мы изучали показатели линейной (см/сек) – Vas и объемной (мл/мин) – Qas скорости кровотока, а также индексы пульсации (Гослинга) и индексы периферического сопротивления (Пурсело).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование было выполнено в клинике стоматологии НИИ стоматологии и ЧЛХ, а также в средних школах одного из районов Санкт-Петербурга. Участники исследования были разделены на четыре группы согласно своему возрасту: группы школьников 12 лет, 15 лет, 16-18 лет и группа студентов от 22 до 24 лет. Оценивался стоматологический статус исследуемых групп посредством проведения и изучения интерпретации индексной оценки. Анализ полученных данных представлен в таблицах (табл. 1, табл. 2).

В таблице 1 представлены показатели распространенности и интенсивности кариеса в исследуемых возрастных группах.

Таким образом, установлена высокая распространенность кариеса

са во всех возрастных группах, при которой наблюдается тенденция к приросту показателей по мере увеличения возраста. Показатели интенсивности кариеса определяли с помощью КПУ(з), средние значения которого составили: в 12 лет –  $9,29 \pm 2,28$ , в 15 лет –  $13,22 \pm 3,54$ , от 16 до 18 лет –  $11,25 \pm 4,74$ , от 22 до 24 лет –  $12,11 \pm 4,26$ .

Также были получены следующие результаты, характеризующие уровень гигиены полости рта и состояние тканей пародонта (табл. 2): у пациентов 1-й группы – школьников 12 лет – регистрировался высокий показатель индекса, интерпретируемый как плохой уровень гигиены полости рта ( $2,10 \pm 0,21$ ) и ограниченная распространенность воспалительного процесса в тканях пародонта по данным папиллярно-маргинально-альвеолярного индекса ( $17,36 \pm 1,22$ ).

У пациентов 2-й группы – школьников 15 лет – наблюдались сходные с 1-й исследуемой группой результаты, высокий показатель индекса ОНI-s, то есть плохой уровень гигиены полости рта ( $2,20 \pm 0,41$ ) и также ограниченная распространенность воспаления пародонта, по данным

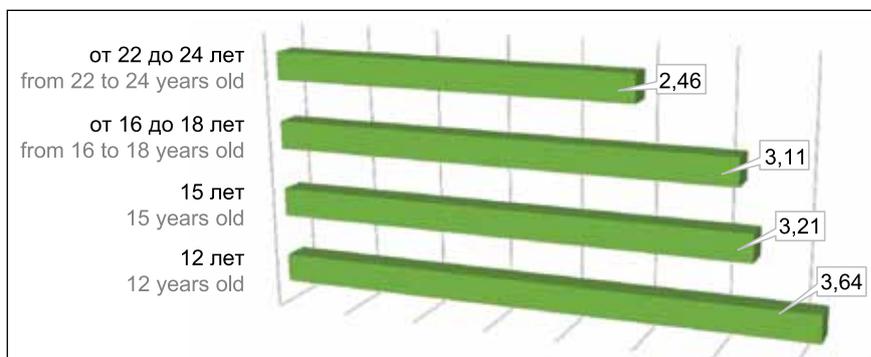


Рис. 1. Показатели средней линейной (Vas) скорости кровотока  
Fig. 1. Indicators of the average linear (Vas) blood flow velocity

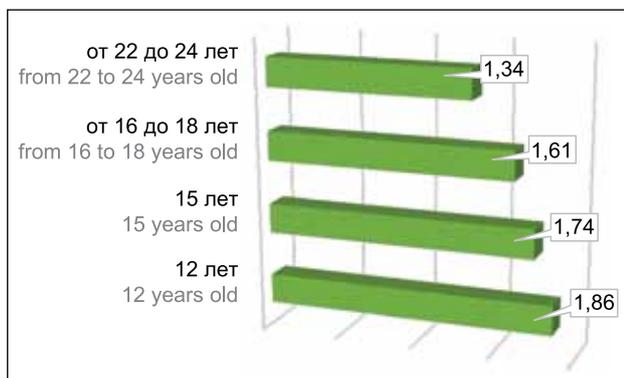


Рис. 2. Показатели средней объемной (Qas) скорости кровотока  
Fig. 2. Indicators of the average volumetric (Qas) blood flow velocity

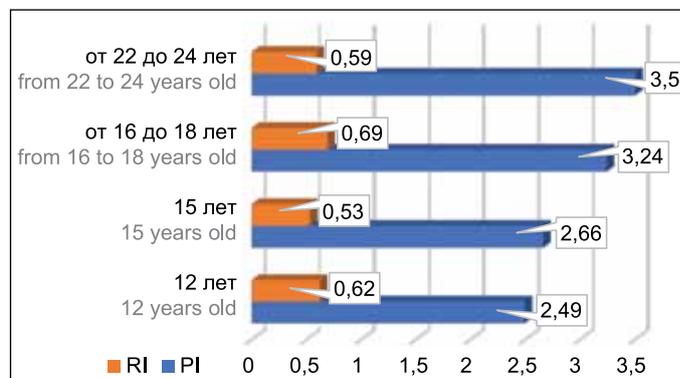


Рис. 3. Показатели индекса Гослинга (PI) и индекса Пурсело (RI)  
Fig. 3. Indicators of the Gosling Index (PI) and the Purselo Index (RI)

папиллярно-маргинально-альвеолярного индекса ( $26,21 \pm 1,28$ ).

У пациентов 3-й группы – обучающихся в кадетских классах (в возрасте от 16 до 18 лет) – отмечался средний показатель индекса ОНІ-s, что согласуется с удовлетворительным уровнем гигиены полости рта ( $1,80 \pm 0,36$ ) и также ограниченная распространенность воспалительного процесса в тканях пародонта, по данным папиллярно-маргинально-альвеолярного индекса ( $25,52 \pm 1,32$ ).

Положительная динамика показателей гигиенического индекса отмечалась у пациентов 4-й группы – студентов 5 курса в возрасте от 22 до 24 лет – низкий показатель индекса ОНІ-s (хорошая гигиена полости рта), однако при этом, по данным папиллярно-маргинально-альвеолярного индекса, также наблюдалась ограниченная распространенность воспалительного процесса ( $27,27 \pm 1,49$ ).

При определении исходных показателей микроциркуляции тканей пародонта наибольшие показатели средней линейной (Vam) скорости кровотока зарегистрированы у пациентов 1-й группы – школьников в возрасте 12 лет (рис. 1), что может быть связано с возрастными изменениями, проявляющимися в нарастании объема сердца, массы миокарда, а также диаметра капилляров сердца, увеличении мощности сердечных сокращений и обратного венозного тока [11].

У пациентов 1-й группы – школьников в возрасте 12 лет – также наблюдалось увеличение объемной (Qas) скорости кровотока (рис. 2).

Важным компонентом в изучении показателей микроциркуляции в тканях пародонта, помимо определения скоростей кровотока, является расчет специальных индексов: PI – индекса пульсации

(Гослинга), который отражает упруго-эластичные свойства артерий и RI – индекса периферического сопротивления (Пурсело), который в свою очередь отражает состояние сопротивления кровотоку дистальнее места измерения.

Наибольший показатель индекса пульсации (PI) был отмечен в группе студентов пятого курса в возрасте от 22 до 24 лет, наименьший – в группе школьников в возрасте 12 лет (рис. 3), что может быть связано с анатомическими особенностями строения в возрасте 22-24 лет, а именно с увеличением количества коллагеновых волокон в стенках сосудов, что сопровождается снижением растяжимости сосудов, с последующим изменением упругости сосудов, изменением их тонуса, что приводит к тому, что периферическое сопротивление с возрастом увеличивается [11]. Непосредственно изменение упругости сосудов связано с увеличением количества гладкомышечных клеток, особенно в артериолах, при этом капилляры удлинняются, становятся извитыми, также увеличивается их число за счет ветвления и образования новых сосудов [13].

Наибольший показатель индекса периферического сопротивления (RI) – у кадетов в возрасте от 16 до 18 лет, а наименьший – у школьников в возрасте 15 лет (рис. 3), что можно объяснить увеличением объема циркулирующей крови и ее вязкостью, а также уменьшением ЧСС в данном возрасте и последующее повышение ОПСС [13].

## ВЫВОДЫ

1. По мере увеличения возраста наблюдается тенденция к приросту интенсивности и распространенности кариеса зубов.

2. При анализе данных, полученных в ходе оценки гигиенических индексов и индексов наличия воспалительных проявлений со стороны тканей пародонта, было определено, что с возрастом отмечалась положительная динамика показателей гигиенического индекса, однако при этом не было отмечено уменьшения воспалительных проявлений со стороны тканей пародонта, что может свидетельствовать о более низких компенсаторных возможностях пародонта, начинающих ослабевать уже в довольно раннем возрасте – к 22-24 годам.

3. Наибольшие показатели средней и объемной скоростей кровотока в состоянии физиологического покоя зарегистрированы в возрастной группе 12 лет, что объясняется особенностями регионарного кровообращения в данном возрастном периоде.

4. При определении индекса пульсации (PI) и индекса периферического сопротивления (RI) наименьшие показатели выявлены у участников исследования среднего школьного и старшего школьного периодов (12 и 15 лет, соответственно), так как с возрастом происходит увеличение периферического сопротивления из-за изменения эластичности сосудов и их тонуса в результате увеличения числа коллагеновых волокон в сосудистых стенках.

5. Использование метода ультразвуковой доплерографии при обследовании пациентов разных возрастных групп с целью изучения динамики системы микроциркуляции в сфере пародонтологии, в связи с легкостью и неинвазивностью ее применения и высокой информативностью получаемых данных, крайне перспективно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Слазнева Е. С., Тихомирова Е. А., Атрушкевич В. Г. Пародонтопатогены: новый взгляд. Систематический обзор. Часть 1. Стоматология детского возраста и профилактика. 2020;20(1):70-76. [E. S. Slazhneva, E. A. Tikhomirova, V. G. Atrushkevich. Periodontopathogens: a new view. Systematic review. Part 1. Pediatric dentistry and dental profilaxis. 2020;20(1):70-76. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2020-20-1-70-76>.
2. W. S. Borgnakke, P. V. Ylöstalo, G. W. Taylor, R. J. Genco. Effect of periodontal disease on diabetes: Systematic review of epidemiologic observational evidence. J Periodontol. 2013;4(84):135-152. <https://doi.org/10.1902/jop.2013.1340013>.
3. S. S. Chukkapalli, M. Easwaran, M. F. Rivera-Kweh, I. M. Velsko, S. Ambadapadi, J. Dai, H. Larjava, A. R. Lucas, L. Kesavalu. Sequential colonization of periodontal pathogens in induction of periodontal disease and atherosclerosis

in LDLRnull mice. Pathog. Dis. 2017;75(1):98-97. <https://doi.org/10.1093/femspd/ftx003>.

4. P. Emecen-Huja, H. F. Li, J. L. Ebersole, J. Lambert, H. Bush. Epidemiologic evaluation of Nhanes for environmental Factors and periodontal disease. Sci Rep. 2019;9(1):8227. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44445-3>.

5. S. Sudhanshu, A. Pankaj, J. Sorabh, S. Nidhi. Dental Diseases of Acid Factory Workers Globally-Narrative Review Article Iranian J Publ Health. 2014;1(43):1-5. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4454044/>.

6. Орехова Л. Ю., Косова Е. В., Косов С. А., Петров А. А. Изменение микроциркуляции тканей пародонта у лиц молодого возраста под влиянием табакокурения. Пародонтология. 2018;1(23):15-18. [L. Yu. Orekhova, E. V. Kosova, S. A. Kosov, A. A. Petrov. Changes in the microcirculation of periodontal tissues in

young people under the influence of smoking. Parodontologiya. 2018;1(23):15-18. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25636/PMP.1.2018.1.3>.

7. Быков В. Л. Гистология и эмбриология органов полости рта человека: Учебное пособие. Изд. 2-е, испр. – Санкт-Петербург: Специальная Литература. 1998:248. [V. L. Bykov. Histology and embryology of the human oral cavity: a Training manual. 2nd ed., corrected. – Saint Petersburg: "Special Literature". 1998:248. (In Russ.)].

8. Гайтон А. К., Холл Дж. Э. Медицинская физиология / пер. с англ.; под ред. В.И. Кобрин. – Москва: Логосфера. 2008:1296. [A. K. Guyton, J. E. Hall. Medical physiology / Trans. from English; Ed. IN AND. Kobrin. – Moscow: Logosphere. 2008:1296. (In Russ.)].

9. Тарасенко С. В., Кречина Е. К., Эйзенбраун О. В. Результаты исследования микроциркуляции слизистой оболочки альвеоляр-

ного гребня после выполнения туннельной техники костной пластики. *Стоматология*. 2018;1(97):47-49. [S. V. Tarasenko, E. K. Krechina, O. V. Eisenbraun. The results of studies of microcirculation of the mucous membrane of the alveolar ridge after performing the tunnel technique of bone grafting. *Stomatology* 2018;1(97):47-49 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/stomat201897147-49>.

10. Иорданишвили А. К. Истоки прижизненной функциональной диагностики гемомикроциркуляции в тканях пародонта в норме и при патологии в отечественной стоматологии. *Пародонтология*. 2019;24(3):203-206. [A. K. Iordaniashvili. The origins of in vivo functional diagnosis of hemomicrocirculation in periodontal tissues in normal and pathological conditions in domestic dentistry. *Parodontologiya*. 2019;24(3):203-206. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2019-24-3-203-206>.

11. Павлова В. И., Мамылина Н. В., Камскова Ю. Г. Анатомо-физиологические и возрастные особенности сердечно-сосудистой системы человека: учебно-методическое по-

собие. Челябинск: Изд-во ЧФ УРАО. 2007:267. [V. I. Pavlova, N. V. Mamylyna, Yu. G. Kamskova. Anatomical, physiological and age-related characteristics of the human cardiovascular system: a teaching aid. *Chelyabinsk: Publishing House of BSF URAO*. 2007:267. (In Russ.)].

12. Соломка Т. Н. Возрастные особенности адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам у футболистов 9-16 лет с разным типом кровообращения. *Человек. Спорт. Медицина*. 2008;19 (199):122-126. [T. N. Solomka. Age-related features of adaptation of the cardiovascular system to physical loads in football players of 9-16 years old with different types of blood circulation. *Human. Sport. Medicine*. 2008;19(199):122-126. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/vozrastnye-osobennosti-adaptatsii-serdechno-sosudistoy-sistemy-k-fizicheskim-nagruzkam-u-futbolistov-9-16-let-s-raznym-tipom>.

13. Шабалов Н. П. Детские болезни: Учебник для вузов. 6-е изд. В 2 тт. Т. 2. Санкт-Петербург: Питер. 2009:928. [N. P. Shabalov.

*Children's diseases: Textbook for universities*. 6th ed. In two volumes. T. 2. Saint Petersburg: Peter. 2009:928. (In Russ.)].

14. Артюшенко Н. К., Гирина М. Б., Шалак О. В., Монастыренко А. А., Ахлакова Р. М., Егоркина А. А. Ультразвуковая доплерография сосудов макро- и микроциркуляторного русла тканей полости рта, лица и шеи. (Учебное пособие). Санкт-Петербург: Издательство ООО «СП Минимакс». 2016:57. [N. K. Artyushenko, M. B. Girina, O. V. Shalak, A. A. Monastyrenko, R. M. Akhlova, A. A. Egorkina. Ultrasound dopplerography of the vessels of the macro- and microcirculatory bed of tissues of the oral cavity, face and neck. (Tutorial). Saint Petersburg: Publishing house LLC SP Minimax. 2016:57. (In Russ.)].

#### Конфликт интересов:

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов/

#### Conflict of interests:

The authors declare no conflict of interests

Поступила/Article received 12.02.2020

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Орехова Людмила Юрьевна**, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой стоматологии терапевтической и пародонтологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, президент Российской пародонтологической ассоциации, генеральный директор ООО «Городской пародонтологический центр ПАКС», Санкт-Петербург, Российская Федерация

prof\_orekhova@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8026-0800>

**Orekhova Liudmila Yu.**, DSc, Professor, chief of the department Dental therapeutic and periodontology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Pavlov First Saint Petersburg State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, President of RPA, general manager of City Periodontal Center «PAKS» Ltd., Saint Petersburg, Russian Federation

**Петров Александр Александрович**, клинический ординатор 2 года кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

pa\_a\_stom@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8813-4577>

**Petrov Alexander A.**, post-graduate student of the department Restorative Dentistry and periodontology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Pavlov First Saint Petersburg State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russian Federation

**Лобода Екатерина Сергеевна**, к.м.н., доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, врач-

стоматолог ООО «Городской пародонтологический центр ПАКС», Санкт-Петербург, Российская Федерация

ekaterina.loboda@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1094-7209>

**Loboda Ekaterina S.**, PhD, Assistant Professor of the department Dental therapeutic and periodontology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Pavlov First Saint Petersburg State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, dentist of City Periodontal Center «PAKS» Ltd., Saint Petersburg, Russian Federation

**Березкина Ирина Викторовна**, к.м.н., доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

ivberezkina@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1339-8738>

**Berezkina Irina V.**, PhD, Associate Professor of the department Restorative Dentistry and periodontology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Pavlov First Saint Petersburg State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russian Federation

**Шадрина Кристина Вадимовна**, старший лаборант кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

shadrina192@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3022-3665>

**Shadrina Kristina V.**, senior laboratory assistant of the department Restorative Dentistry and periodontology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Pavlov First Saint Petersburg State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russian Federation