

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов» им.П.Лумумбы

На правах рукописи

ИБРАГИМ Абдул Амир Райд Халилович

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ В ДЕСНЕ У ЧЕЛОВЕКА**

3.3.1. Анатомия и антропология

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
Заслуженный деятель науки РФ,
Заслуженный работник высшей
школы РФ, Академик МАН высшей
школы, доктор медицинских наук,
профессор **В.И. Козлов**

Москва – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	9
1.1. Современные представления о строении микроциркуляторного русла слизистой оболочки ротовой полости и десны	9
1.2. Состояние микроциркуляции крови в слизистой оболочке рта и способы их верификации у человека.....	20
1.3. Влияние табакокурение на систему микроциркуляции крови	25
Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	31
2.1. Характеристика обследованного контингента.....	31
2.2. Методика биомикроскопии микрососудов десны	33
2.3. Гистологическое исследование микрососудов десны.....	36
2.4. Лазерная доплеровская флоуметрия кровотока в десне	37
2.5. Картирование показателей микроциркуляции крови в десне	44
2.6. Методы статистической обработки результатов	45
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	47
3.1. Морфофункциональная характеристика микроциркуляторного русла в десне.....	47
3.2. Состояние тканевого кровотока в разных топографо-анатомических зонах десны	60
3.3. Индивидуально-типологические особенности микроциркуляции крови в десне.....	76
3.4. Влияние табакокурение на микроциркуляцию крови в десне.....	82
Глава 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	91
ВЫВОДЫ	103
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	105
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	106
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	107

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

В стоматологической практике всегда большое внимание уделяется состоянию тканей пародонта. «В результате обобщения данных обследования населения 53 стран, высокий уровень заболеваний пародонта отмечен у 95% обследованных лиц; при этом в возрастной группе молодых людей (от 15 до 20 лет) этот уровень по разным странам составляет 55–98%» (ВОЗ, 1995).

Как показывают современные исследования, в патогенезе самых различных расстройств пародонта существенную роль играет состояние в слизистой оболочке рта микроциркуляции крови, от которой непосредственно зависит течение воспалительно-деструктивных и других заболеваний в полости рта [Грудянов А. И., 2009; Дмитриева Л. А., 2013; Кречина Е. К. и др., 2007; Сабанцева Е. Г., 2010; Козлов В. И., 2015; Орехова Л. Ю. и др., 2018; Wang X. et al., 2019; Рогинский В. В., 2021]. В этой связи одной из актуальных проблем в пародонтологии является поиск достаточно устойчивых представлений о границах нормы и обоснование наиболее информативных локальных показателей микроциркуляции в слизистой оболочке рта и, в частности, в тканях десны.

«Изучение микроциркуляторного русла в десне у человека важно не только в анатомическом плане с целью уточнения топографо-анатомических особенностей кровоснабжения в разных ее зонах, но и в практическом отношении, так как позволяет выявлять признаки, указывающие на начальные проявления нарушения транспорта крови в микрососудах» [Орехова Л. Ю. и др., 2018] (см. также [Георгиади Н. А. и др., 2012; Козлов В. И., 2015; Кречина Е. К. и др., 2007; Сабанцева Е. Г., 2010]. «В настоящее время изучение микроциркуляции в клинике при самой различной патологии преимущественно базируется на капилляроскопической технике» [Морозов М. В., 2008], ЛДФ (лазерной доплеровской флоуметрии) и некоторых других методах [Козлов В. И., 2006, 2015; Мач Э. С., 2004, 2006; Покровский А. В., 2004, 2006; Bollinger A., 1997; Fagrell B., 2002; Shepro D., 2006]. «Однако несмотря

на достаточно длительную практику использования этих методов для прижизненного тестирования капиллярного кровотока и состояния микроциркуляции, точные анатомические параметры микроциркуляторного русла в десне» [Морозов М. В., 2008], особенно когда это касается функциональной изменчивости микрососудов, требуют дальнейшего изучения.

Среди различных факторов, влияющих на состояние микроциркуляции в слизистой оболочке ротовой полости, табакокурение относится к числу широко распространенных. Орехова Л. Ю. с соавт. (2018) отмечают, что нарушение микроциркуляции является одним из основных звеньев в патогенезе пародонтита курильщиков. Никотин и компоненты табачного дыма оказывают негативное воздействие на слизистую оболочку рта, приводя к различным воспалительно-дегенеративным изменениям в микрососудах [Оганов Р. Г., Погосова Н. В., 2010; Кемулария Н. В., Грудянов А. И., 2010; Wang X. et al., 2019]. При этом существенную роль может играть развитие дисфункции эндотелия в микрососудах [Сидоренко Г. И., 2010, Wada-Takahashi S. et al., 2020]. В этой связи нам представлялось актуальным включение в проводимое исследование изучение тех изменений в системе микроциркуляции десны, которые возникают у молодых людей при курении табака.

Степень её разработанности

Несмотря на достаточное количество работ, связанные с различными воспалительными процессами в полости рта [Орехова Л. Ю. и др., 2018] (см. также [Георгиади Н. А. и др., 2012; Козлов В. И., 2015; Кречина Е. К. и др., 2007; Сабанцева Е. Г., 2010]. Остаётся актуальным изучение микроциркуляции в десне у практически здоровых людей, т.к. нарушения в тканях пародонта остаётся актуальной проблемой в стоматологической практике.

Цель исследования

Изучить строение микроциркуляторного русла и состояние тканевого кровотока в десне у человека с целью выявления индивидуально-типологических особенностей микроциркуляции в тканях пародонта и изменения тканевого кровотока при табакокурении.

Задачи исследования

1. Изучить с помощью биомикроскопии и гистологических методов структурные и функциональные особенности микроциркуляторного русла в области десны на верхней и нижней челюстях.

2. Изучить с помощью ЛДФ (лазерной доплеровской флоуметрии) состояние микроциркуляции в области фронтального и жевательного пародонта в симметричных точках десны на верхней и нижней челюстях.

3. Изучить индивидуально-типологические особенности микроциркуляции в области десны.

4. Изучить влияния табакокурения на изменения микроциркуляции в десне у человека.

Научная новизна полученных результатов.

Проведенное комплексное морфофункциональное изучение микроциркуляции в области десны на верхней и нижней челюстях у здоровых молодых людей позволило количественно охарактеризовать структурные и функциональные параметры микрососудов (их диаметр и протяженность, глубину залегания, плотность функционирующих капилляров, интенсивность кровенаполнения микрососудов) и выявить градиентное ослабление тканевого кровотока по направлению к маргинальному краю десны как во фронтальном, так и жевательном пародонте.

При изучении индивидуально-типологических особенностей микроциркуляции в области десны установлено, что наиболее часто (в 87% случаев) у молодых людей встречается *мезоемический тип*, который характеризуется средними показателями микроциркуляции и преобладанием вазомоторного механизма в модуляции тканевого кровотока. Реже встречаются *гипоемический тип* (в 9% случаев), при котором выявлены низкие показатели тканевого кровотока и высокая реактивность микрососудов; и *гиперемический тип* (в 4% случаев), для которого, напротив, характерны высокие показатели тканевого кровотока и сниженная реактивность микрососудов. Впервые показано, что для обоих крайних типов микроциркуляции характерно ослабление вазомоторного механизма модуляции тканевого кровотока.

Установлено, что при курении табака в слизистой оболочке в области десны выявляются расстройства микроциркуляции, которые характеризуются структурными изменениями микрососудов, снижением плотности капиллярной сети и реологическими сдвигами, что более выражено в маргинальной части десны. При этом индекс нарушений микроциркуляции ИНМ возрастает до 0,23, что на 53% выше, чем в здоровом пародонте. Впервые показано, что при курении табака возрастает (на 53%) асимметрия показателей микроциркуляции и значительно ослабляется вазомоторный механизм модуляции тканевого кровотока.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Выявленная фенотипическая изменчивость микроциркуляции в слизистой оболочке полости рта в области десны у здоровых молодых людей имеет важное теоретическое значение для понимания и развития вариантной анатомии пародонта, а также для характеристики индивидуальных особенностей тканевого кровотока в десне с учетом гипоемического или гиперемического типов микроциркуляции. Результаты исследования внедрены и используются в учебном процессе на кафедре анатомии человека РУДН при обучении студентов по специальности стоматология.

Практическое значение имеет обоснованное в диссертации положение о том, что появление в симметричных топографо-анатомических зонах десны как на верхней, так и на нижней челюстях выраженной асимметрии в показателях микроциркуляции (при коэффициенте асимметрии $K_a > 0,005$) является одним из диагностических критериев нарушений кровотока в тканях пародонта.

Методология и методы исследования.

При оценке микроциркуляции в тканях пародонта, были использованы такие научные методы, как анализ и обобщение, классификация. Фактический материал изучался с помощью биомикроскопии, гистологического метода, ЛДФ (лазерной доплеровской флоуметрии), методом современной статистики.

Научные положения, выносимые на защиту.

1. Комплексное морфофункциональное изучение микроциркуляторного русла в области десны на верхней и нижней челюстях позволило количественно

охарактеризовать структурные параметры микрососудов и особенности кровотока в них и выявить тенденцию градиентного ослабления интенсивности тканевого кровотока по направлению к маргинальному краю десны. Топографо-анатомическое картирование основных показателей микроциркуляции в тканях здорового пародонта показало низкую вариабельность показателей микроциркуляции в симметричных точках десны (коэф. асимметрии $K_a < 0,005$).

2. Изучение индивидуально-типологических особенностей микроциркуляции в области десны позволило выявить наиболее часто встречающийся мезоемический тип (в 87% случаев), который характеризуется средними структурно-функциональными показателями микрососудов и преобладанием вазомоторного механизма в модуляции тканевого кровотока. Для гипоемического типа, выявленного в 9% случаев, характерны низкие показатели тканевого кровотока и высокая реактивность микрососудов; а для гиперемического типа (в 4% случаев), напротив, выявляются высокие показатели тканевого кровотока и сниженная реактивность микрососудов. Для обоих крайних типов характерно ослабление вазомоторного механизма модуляции тканевого кровотока.

3. У лиц, длительно употребляющих курение табака, в слизистой оболочке в области десны выявляются расстройства микроциркуляции, которые характеризуются как структурными изменениями микрососудов и снижением плотности капиллярной сети, так и реологическими сдвигами, ведущим к застойным явлениям более выраженных в посткапиллярном звене маргинальной части десны. При этом индекс нарушений микроциркуляции ИНМ возрастает до 0,23, что на 53% выше, чем в здоровом пародонте.

Степень достоверности.

Достоверность базируется на использовании достаточного количества испытуемых (70 практически здоровых лиц), адекватного метода исследования в соответствии с целью и задачами. Анализ количественных показателей проведен на персональном компьютере «Pentium-4» под управлением операционной системы Microsoft Windows 2000 Server с использованием статистических программ

Microsoft Excel и Microsoft Access с определением средних значений (M) и стандартной ошибки (σ).

Значимость различий между среднегрупповыми показателями определяли с использованием двухвыборочного t -критерия Стьюдента. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на заседании Московского отделения Научного медицинского общества анатомов, гистологов и эмбриологов (Москва, 2022), Юбилейной международной научно-практической конференции «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России: 75 лет на страже здоровья людей» (Москва, 2021), XIV Конгрессе Международной ассоциации морфологов (Астрахань, 2018), II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения академика Н. А. Агаджаняна (Москва, 2018), IX Международной конференции «Микроциркуляция и гемореология (от ангиогенеза до центрального кровообращения (Ярославль, 2013), IV Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения академика В.В. Куприянова «Микроциркуляция в клинической практике» (Москва, 2012).

Личное участие автора. Все исследование и обработка полученных результатов, выполнено лично автором.

Публикации. В журналах, входящих в Международные базы данных и Перечень ВАК РФ, опубликовано 13 работ (ИФ РИНЦ от 1,425 до 0,589), в том числе Scopus – 2 (из них 1 – Q2), RSCI (WoS) – 8.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 120 страницах печатного текста и состоит из введения и 4 глав: обзор литературы, материал и методы исследования, результаты собственных исследований, обсуждения; выводов, и списка литературы, включающего 148 источников, из них 84 отечественных и 64 зарубежных. Работа иллюстрирована 28 таблицами и 38 рисунками.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Современные представления о строении микроциркуляторного русла слизистой оболочки ротовой полости и десны

«Система микроциркуляции является основным звеном, обеспечивающим метаболический гомеостаз в органах и тканях» [Банин В. В., 2000], поэтому циркуляция – непременное условия обмена веществ, и, следовательно, самой жизни [Куприянов В. В., Караганов Я. Л., Козлов В. И., 1975].

В последнее время «при изучении патогенеза пародонта всё большее внимание уделяют состоянию микроциркуляции, которая играет ключевую роль в трофическом обеспечении тканей» [Чернух А. М, 1979] (см. также [Козлов В. И., 1987, 2015; Мчедlishvili Г. И., Барамидзе Д. Г., 1987; Wada-Takahashi S., Hidaka K. I., Yoshino F., Yoshida A., Tou M., Takahashi S. S., 2020; Александров П. Н., Александрин В. В., Михайличенко Д. А., 1996).

«Центральным звеном в развитии микроциркуляторных нарушений является расстройство капиллярного кровотока, обычно начинающееся со снижения его интенсивности, а заканчивающееся развитием капиллярного стаза во внутреннем звене микроциркуляторного русла» [Козлов В. И., Мельман Е. П., Нейко Е. М., 1994] (см. также. [Canella B., Cross A. H., Raine C. S., 1991; Wahg X. et al., 2016, 2019]).

«Микроциркуляторное русло, являясь материальным субстратом системы микроциркуляции, объединяет все пути микроциркуляции» [Куприянов В. В. и др., 1975]. «Микроциркуляторное русло состоит из повторяющихся субъединиц – микрорегионов» [Казначеев В. П., Дзизинский А. А., 1975]; «модулей» [Козлов В. И., 1977, 2012, 2015]. «За основу коллективной организации микрососудов взята упорядоченность сосудов в зависимости от их функционального соподчинения» [Морозов М. В., 2008].

Слизистая оболочка рта выстилает всю внутреннюю поверхность ротовой полости и далее продолжается в слизистую оболочку глотки и других отделов желудочно-кишечного тракта. Ее поверхность постоянно увлажняется секретом слюнных желез. Она плотно прилегает к внутренней поверхности губ, щек, к языку,

твердому и мягкому небу. Покрывая зубные альвеолы верхней и нижней челюстей, слизистая оболочка формирует десны [Грудянов А. И., 2009; Дмитриева Л. А., 2013; Кречина Е. К. и др., 2007; Сабанцева Е. Г., 2010; Козлов В. И., Цехмистренко Т. А., 2018].

Слизистая оболочка — это тонкая мембрана, которая защищает подлежащие ткани от прямого контакта с поступающей в организм пищей и является биологическим барьером, отграничивающим внутреннюю среду организма. Вместе с тем слизистая оболочка самым непосредственным образом участвует в процессах пищеварения; в ней вырабатывается серозный секрет, содержащий различные ферменты, необходимые для переваривания пищи, а также через нее осуществляется всасывание поступающих в организм питательных веществ [Дмитриева Л. А., 2013; Кречина Е. К. и др., 2007; Козлов В. И., Цехмистренко Т. А., 2018; Wang X. et al., 2019]. Увлажнение слизистой оболочки слизью является одним из основных ее защитных механизмов, обеспечивающих сохранность ее эпителиального покрытия.

Слизистая оболочка рта состоит из собственной пластинки слизистой оболочки, покрытой эпителием, и подслизистой основы. Мышечная пластинка слизистой оболочки в полости рта отсутствует. В области десен, в латеральных отделах твердого неба и в области шва неба подслизистая основа слабо развита, поэтому в этих местах слизистая оболочка плотно срастается непосредственно с надкостницей верхней и нижней челюстей [Боровский Е. В., Леонтьев В. К., 1991; Безрукова А. П., 1999].

Слизистая оболочка обильно кровоснабжается, и ее розовато-красноватая окраска непосредственно зависит от интенсивности кровотока. Бледность окраски слизистой оболочки может свидетельствовать о локальной недостаточности кровотока [Кречина Е. К. и др., 2007]. Залегающие в слизистой оболочке кровеносные капилляры благодаря ее небольшой толщине доступны для прямого микроскопического наблюдения [Белоусов А. В., 1997].

Десна является продолжением слизистой оболочки полости рта, в ней выделяют два слоя: эпителий и строму, которая представлена собственно соединительнотканной оболочкой [Быков В. Л., 1999; Снеткова Н. В., 2014]. Подслизистый слой в десне отсутствует и встречается только в месте перехода десны в слизистую оболочку щёк и губ.

Эпителий десны представлен многослойным плоским эпителием, состоящим из базального, шиповидного, зернистого (гранулярного) и поверхностного рогового слоев эпителиоцитов [Фалин Л. И., 1962; Быков В. Л., 1999]. В зоне альвеолярного эпителия различают базальный, супрабазальный, шиповидный и поверхностный слои, а в области сулькулярного эпителия – базальный, промежуточный и поверхностный слои клеток [Быков В. Л., 1999; Иванов В. С. и др., 2017].

В литературе имеются ссылки на ранние исследования, посвященные вопросам микроциркуляторного русла в десне и, реже, в слизистой оболочке полости рта. При капилляроскопическом исследовании [Карницкий В. И., 1966; Барковский В. С., 1984; Гветадзе Р. Ш., 2012] изучали расположение капилляров в десне и «показали, что расположение капилляров может быть как правильным, так и неправильным. При правильном положении верхушки капиллярных петель ориентированы к краю десны, «друг к другу», равномерно распределены в поле зрения и расположены в несколько рядов. Неправильное расположение капилляров характеризуется тем, что направление петель меняется, и расположение капилляров становится беспорядочным. Описаны различные формы капилляров: длинные и короткие, толстые и тонкие, искривленные и ровные» [Сабанцева Е. Г., 2005]. Авторами отмечалось, что «при заболеваниях пародонта имеет место изменение окраски фона за счет появления мутности, как следствие перикапиллярного отека, беспорядочное расположение капилляров, появление деформированных крупных капилляров» [Сабанцева Е. Г., 2005].

Имеется ряд публикаций «по вопросам микроциркуляции в слизистой оболочке десны, где подробно описаны и сфотографированы капилляры десны в норме

и при пародонтите» [Janu, 1978; Lew, 1987]. Использовали телевизионную микроскопию в клинике практической стоматологии [Кречина Е. К., 1996; Сабанцева Е. Г., 2005].

«Используя метод витальной микроскопии изучали функциональные изменения микроциркуляторного русла при спонтанных поражениях пародонта у собак. Уменьшение скорости кровотока в емкостных микрососудах пародонта влияет на уровень посткапиллярного сопротивления, которое определяется, в свою очередь, показателями транскапиллярного обмена, изменения которых характеризуют тяжесть процесса в пародонте. При тяжелой степени пародонтита отмечалось замедление кровотока и стаз» [Барковский В. С. и др., 1984],

Кречиной Е. К. (1996, 2015) были проведены «исследования микроциркуляторного русла десны в норме, при пародонтите различной степени тяжести и пародонтозе с помощью капилляроскопической методики».

«Работы по изучению микрососудов в полости рта можно разделить на исследования микроциркуляции слизистой оболочки рта как периферического отдела сосудистой системы с учетом влияния вредных факторов, физиологических состояний, а также изменения микрососудов на фоне общих заболеваний и приема различных препаратов, когда слизистая оболочка выступает как доступная область для исследования системных нарушений микроциркуляции организма в целом» [Мач Э. С. 2004, 2006; Сабанцева Е. Г., 2005].

Морфологические изменения микрососудов слизистой оболочки нижней губы, языка и пародонта, вызванные хроническим курением, оценивались по таким критериям как калибр и плотность капиллярных петель, равномерность их распределения, извилистость, прозрачность окружающих тканей, наличие геморрагий [Сабанцева Е. Г., 2005; Scardina et al., 2019]. Оценивая состояние микроциркуляторного русла слизистой оболочки рта в постменопаузе у женщин, авторы отмечали уменьшение диаметра микрососудов, увеличение их извилистости и снижение плотности капиллярных петель [Scardina et al., 2012].

В других работах сравнивалось состояние микроциркуляторного русла в полости рта у здоровых пациентов и при развитии воспалительно-деструктивных заболеваний полости рта, таких как хронический генерализованный пародонтит различной степени тяжести, плоский лишай слизистой оболочки рта, синдром Шегрена, синдром жжения в полости рта [Кречина Е. К., 1996; Сабанцева Е. Г., 2005; Scardina R., et al., 2009, 2011; Awan et al., 2010].

В настоящее время отсутствуют стандартные критерии оценки наблюдаемых при капилляроскопии картин, что существенно затрудняет сопоставление данных, полученных разными авторами. В работах [Кречина, 1996; Сабанцева Е. Г., 2005] последовательно разрабатывается алгоритм полуколичественной оценки состояния микроциркуляции в тканях пародонта и слизистой оболочки рта при капилляроскопическом исследовании. Этот алгоритм включает «балльную оценку основных четырех групп признаков, характеризующих: гемодинамику в микрососудах, реологические сдвиги, структурные изменения в микрососудах и состояние их барьерной функции» [Сабанцева Е. Г., 2005].

Десна имеет относительно слабо развитую капиллярную сеть [Барковский В. С., 1984; Гветадзе Р. Ш., 2012], что, по мнению авторов, является принадлежностью барьерной зоне с характерными особенностями каждого из участков. В области свободной части десны длинные извитые капилляры с закругленными вершинами имеют венозную часть, которая лучше развита, чем артериальная. В зоне прикрепленной части десны эти участки капилляров равны [Смирнов Т. И., 2017]. В переходной складке крупные капилляры имеют более развитую венозную сеть [Носк J., Niki K., 1976; Canjãu S. et al., 2015].

По мнению ряда авторов [Варшавский А. И., Левин В. И., 1973; Барковский В. С., 1984; Zoellner H., et al., 2002], сосудистые петли в области сосочков десны представляют собой не что иное, как прекапиллярные артериолы. Кровоснабжение пародонта отличается своеобразием: наличием коллатеральных путей, структурными особенностями сосудов обмена, а также их функциональными свойствами. Сосуды периодонта богаты анастомозами [Ковалев Е. В., 1988]. Для артериол характерен извилистый, петлеобразный ход. Капилляры образуют многочисленные

клубочки, а также мощные капиллярные сплетения [Соловьев В. А., 1969]. Наличие сосудистых анастомозов в системе микрососудов пульпы зуба, периодонта, альвеолярного отростка и десны, авторы связывают с одним из механизмов, регулирующих давление при акте жевания [Gleissner C. et al., 2006].

Наиболее полные сведения о кровоснабжении десны есть в работе [Варшавский А. И., 1973, 1979; Vag J. et al., 1998; Naumova E. A. et al., 2013], где отмечается, что для сетчатого слоя десны характерна зональная модуляция кровеносного русла. Артериолы и венулы ограничиваются четырехдольной или полигональной формы полем, артериолы и венулы которых проходят отдельно, независимо друг от друга, в то время как капилляры располагаются равномерно. Микрососудистые модули, по данным автора, в функциональном отношении самостоятельны в определенной степени и обеспечивают надежный гомеостаз определенного участка десны. Межартериальные анастомозы объединяют микрососудистые модули в единую гемодинамическую систему, обеспечивающую стабильную доставку крови в капилляры. На всем протяжении артериолы и венулы имеют достаточно большое количество анастомозов, осуществляющих быстрый отток крови и разгрузку регионарного русла. В свободной десне выявлена густая капиллярная сеть, петли которой в виде вытянутых, подобных шпилькам, располагаются вокруг шейки зуба [Барковский В. С., 1984; Гветадзе Р. Ш., 2012], В области эпителиального прикрепления десны выявлены сосудистые клубочки [Варшавский А. И., Левин В. И., 1973].

При субмикроскопическом изучении капилляров десны [Ковалев Е. В., 1988], показано, что стенка состоит из эндотелия, субэндотелиального слоя, базальной мембраны, перицитов и соединительных образований, располагающихся в виде муфт по периферии. Плотнo располагаясь, друг к другу, посредством *macule occludentes*, эндотелиоциты формируют просвет сосудов. Эндотелиальные клетки имеют четкие границы. Ядра эндотелиальных клеток имеют вытянутую форму. В цитоплазме эндотелиоцитов различают филаменты, пластинчатый комплекс Гольджи, цитоплазматическую сеть, рибосомы, пиноцитозные везикулы различного диаметра. Субэндотелиальная зона, толщиной 15 нм, отделяет эндотелий от базальной мембраны. Толщина базальной мембраны капилляров варьирует от 20 до 120 нм.

В капиллярах десны были обнаружены поры во внутреннем листке базальной мембраны в зоне перицито-эндотелиального контакта, а также поры и фенестры в стенках капилляров [Киселева А. Ф. и др., 1975; Зазулевская Л. Я., 1990]. Последние, наряду с везикулярной системой эндотелия и перицитов, осуществляют транспорт веществ и обмен между тканями и кровью [Шахламов В. А., 1971].

«Трудность изучения процессов микроциркуляции, прежде всего, обусловлена чрезвычайно малыми размерами микрососудов и значительной разветвленностью внутриорганных сосудистых сетей. Ведущая гипотеза относительно конструкции микрососудистых сетей, это – представление о коллективном, кооперативном способе функционирования микрососудов в органах. Биомикроскопическими исследованиями было показано, что капиллярные сети вместе с приносящими артериолами и отводящими венами действуют как единый модуль, который вместе с окружающими тканями составляет гистофизиологическую микросистему органа. В функциональном отношении модуль отвечает за поддержание гомеостаза в соответствующем микрорегионе органа и рассматривается как функциональный элемент органа» [Козлова В. И., 2015].

«Капилляры занимают центральное место в системе микроциркуляции. Однако и кровоток в них, и их функционирование существенно зависят от движения крови в близлежащих микрососудах (артериолах и венах), образующих с капиллярами микроциркуляторное русло» [Банин В. В., 2000] (см. также [Куприянов В. В. и др., 1975]).

«Гемодинамика в системе микроциркуляции, и особенно в её капиллярном звене, определяется не только внутренними факторами кровообращения, но и метаболическими потребностями окружающей капилляры ткани» [Folkow В., 1976]. «Границу между микроциркуляцией и макроциркуляцией В общебиологическом плане следует искать в том месте, где тесно переплетаются транспортные и метаболические функции кровеносной системы. Микроциркуляция в органах начинается там, где формируются структурно-функциональные единицы, включающие

все компоненты микроциркуляторного русла, и где капилляры структурно объединены в единый функциональный блок, или модуль, обслуживающий гистофизиологический регион органа» [Козлов В. И., 1987].

«В нормальных условиях микроциркуляция в капиллярах поддерживается за счёт нейрогуморального влияния на микрососуды и миогенного ауторегуляционного механизма» [Чернух А. М. и др., 1975]. «К числу регулируемых в системе микроциркуляции параметров относятся:

– величина объёмного кровотока, определяемая прекапиллярным сопротивлением и скоростью кровотока в капиллярах;

– гидростатическое давление, зависящее от соотношения пре- и посткапиллярного сопротивления;

– обменная поверхность микрососудов, на 90% зависящая от числа одновременно включенных в кровоток капилляров;

– реактивность эндотелия (этот параметр зависит от состояния эндотелиоцитов)» [Чернух А. М. и др., 1975].

«Контроль со стороны нервной системы за состоянием кровотока и обменных процессов в микрососудах заканчивается на уровне артериол, и в дальнейшем приобретает ведущее значение в сравнительно крупных венулах» [Банин В. В., 2000].

«Органоспецифичность микроциркуляторного русла определяется тем, что, будучи непосредственно частью сердечно-сосудистой системы, капилляры одновременно являются частью того органа, с которым тесно связаны, проходя с ним все пути филогенеза и онтогенеза, что и объединяет в функционально единый комплекс капилляры и окружающие их тканевые элементы» [Чернух А. М., Александров П. Н., Алексеев О. В., 1984] (см. также [Куприянов В. В. и др., 1975]). «В структурно-функциональном объединении капилляров с окружающими их соединительно-тканевыми и, особенно, паренхиматозными клетками органов и в подчинении функции капилляров в первую очередь метаболическим потребностям рабочих клеток органов и состоит сущность гистофизиологического подхода» [Шошенко К. А. и др., 1988; Чернух А. М., Александров П. Н., Алексеев О. В., 1984].

«Ритмическое изменение диаметра малых периферических сосудов – основное свойство функционирования циркуляторной системы» [Козлов В. И., 2015] (см. также [Nilsson H., Aalkjer C., 2003; Aalkjær C. et al., 2002]). «Ритмическая сократительная активность (вазомоция) сосудов, наиболее ярко выраженная в области микроциркуляторного русла, обнаружена в различных органах и тканях – скелетной мышце, брыжейке, лёгком, почках [Johson P. C., 2008] (см. также [Zweifach B. W. 1961, 1968]). «Несмотря на большой фактический материал, посвящённый этому явлению, механизм и функциональная роль вазомоции остается до конца неясной и по сей день. Это связано со спонтанным характером их проявления и особой чувствительностью к тканевым метаболитам» [Морозов М. В., 2008]. «Предполагается, что вазомоции влияют на обмен жидкости и веществ между капиллярами и окружающей тканью от них зависит также величина периферического сопротивления артериального русла» [Aalkjær C., Voedtkjer D., 2011] (см. также [Vag J., Fazekas A., 2002]).

Десна является продолжением слизистой оболочки полости рта. В десне выделяют следующие анатомические части: «альвеолярную (или прикреплённую) часть, которая плотно срастается с надкостницей, покрывающей альвеолярный отросток, и более подвижную краевую часть, называемую десневым краем» [Иванов В. С. и др., 2017]. В краевой части десны, которую ещё называют маргинальной частью, выделяют зоны: прикрепляющуюся к зубным тканям (сулькуральную) [Perry D. A. et al., 1997], которая покрыта некератинизированным эпителием, напоминающим по строению слизистую оболочку щеки; в остальной части десна покрыта кератинизированным эпителием. У места перехода десны в слизистую оболочку рта в эпителии отмечают явления паракератоза [Акулович А. В., 1999]. В краевой части десны, наиболее травмируемой при акте жевания, а также в результате механических и химических воздействий, отмечают факт ороговения [Фалин Л. И. 1962; Баранова Л. В. и др., 2002]. Известно, что ярко выраженный ороговевший слой в десне рассматривается [Фалин Л. И., 1962] как выполняющий барьерную и защитную функции, а также адаптационную к механическим, термическим и химическим раздражителям.

Особенностью десны является то, что её толщина небольшая. Значительное место занимают сосуды микроциркуляторного русла [Кречина Е. К. и др., 2007; Сабанцева Е. Г., 2010]. Артериолы десны имеют типичное строение. Их стенки состоят из трёх слоёв клеточных и неклеточных структур. Внутреннюю поверхность артериол выстилают эндотелиальные клетки, имеющие полигональную или вытянутую форму. В цитоплазме эндотелиоцитов имеется обычный набор органоидов, сконцентрированных в околоядерных зонах. Среди органоидов выявляются микротрубочки различной длины, а также микрофиламенты и плазмолеммальные везикулы. Наличие микрофиламентов придаёт цитоплазме эндотелиоцитов значительную электронную плотность [Ковалёв Е. В., 1988]. Истончаясь к периферии, эндотелиальные клетки соединяются своими краями путём черепицеобразного наложения. При этом площадь контактирования довольно широкая. Межэндотелиальные промежутки замыкаются посредством плотных соединений. Снаружи эндотелиальная выстилка артериол окружена базальной мембраной, представленной слоем неклеточного материала. К ней, в свою очередь, прилежит эластическая мембрана, которая на всём протяжении является прерывистой.

Средний слой стенки артериол представлен сократительными элементами, роль которых выполняют гладкие мышечные клетки, располагающиеся по окружности или спирально [Ковалёв Е. В., 1988]. Каждая гладкая мышечная клетка окружена базальной мембраной, имеющей толщину 7–8 нм. Цитолемма гладких мышечных клеток связана с микропиноцитозными везикулами и образует многочисленные выпячивания. Ядра гладких мышечных клеток имеют овальную форму. Контуры ядер неровные за счёт инвагинаций в них цитоплазмы клеток. Снаружи ядро окружено мембраной, между листками которой имеется перинуклеарное пространство. Хроматин распределяется по кариоплазме неравномерно, основная масса его в виде уплотнений занимает периферическое положение. В околоядерной зоне содержатся митохондрии, каналы эндоплазматического ретикулума, микротрубочки, свободные рибосомы, полисомы, пластинчатый комплекс. Вся остальная часть саркоплазмы занята сократительными элементами – миофибриллами, состоящими из миофиламентов. Миофиламенты в виде скоплений или тяжей проходят

по длине клеток, а незначительная часть их имеет различное направление. В зоне цитолеммы большая часть миофиламентов соединяется с плотными тельцами, имеющими треугольную форму. Некоторые из них располагаются в саркоплазме миоцитов свободно, большинство же связано с внутренним листком цитолеммы.

Прекапиллярные артериолы десны человека отличаются тем, что в их стенках отсутствуют эластические элементы, диаметр просвета значительно меньше, чем у артериол – 15–23 нм [Макаров Л. Х., Никаноров С. Г., 1988]. Характерной особенностью прекапилляров является прерывистое положение гладких мышечных клеток в их стенках. В дальнейшем прекапиллярные артериолы делятся на капилляры, стенки которых состоят из слоя эндотелиальных клеток, окруженных базальной мембраной. В месте локализации перицитов базальная мембрана расщепляется на два листка, отделяя тем самым перицит от эндотелиального слоя. Существенно подчеркнуть, что в глубоких слоях десны обнаружены капилляры с непрерывным эндотелием (капилляры соматического типа), а в непосредственной близости от эпителия, в подэпителиальном слое, располагаются капилляры с фенестрированными эндотелием (капилляры висцерального типа) [Ковалев Е. В., 1988].

Посткапиллярные венулы десны человека представляют собой тонкостенные трубки, которые осуществляют депонирование крови, дренаж интерстициальной жидкости и удаление продуктов тканевого метаболизма. В отличие от капилляров, просвет посткапиллярных венул ограничен 4–6 эндотелиальными клетками, которые отличаются особенностями своего ультраструктурного строения. В интерстициальном пространстве десны обнаружены посткапиллярные венулы с короткими и толстыми клетками эндотелия, а также посткапиллярные венулы с плоскими и длинными фенестрированными эндотелиоцитами. Внутренний просвет посткапилляров примерно в 2–3 раза шире по сравнению с просветом капилляров [Макаров Л. Х., Никаноров С. Г., 1988]. В отличие от капилляров, в стенке посткапилляров значительно чаще встречаются перициты, которые ближе располагаются друг к другу, однако не образуют при этом полного клеточного слоя. К базальному слою в стенке посткапилляров прилежат коллагеновые фибриллы. Перицито-эндотелиальные контакты в стенке посткапиллярных венул наблюдали постоянно.

В строме десны венулы располагаются ближе к подэпителиальному слою. Они характеризуются значительно большим диаметром просвета и тонкой эндотелиальной выстилкой, которая снаружи окружена базальной мембраной. Посткапилляры и собирательные венулы являются не только емкостными сосудами, но и резервными тоже.

1.2. Состояние микроциркуляции крови в слизистой оболочке рта и способы их верификации у человека

«В стоматологической клинике для изучения нарушений микроциркуляции в последнее время применяется ЛДФ, которая, позволяет оперативно оценить тканевой кровоток в полости рта и провести его мониторинг на этапах лечения» [Козлов В. И. и др., 2012] (см. также [Крупаткин А. И, Сидоров В. В., 2005]. В этой связи представляется важным прямое сопоставление данных, полученных при визуальном капилляроскопическом исследовании и ЛДФ-метрии, проведенных на тканях пародонта и слизистой оболочки рта.

«Проблема тестирования микроциркуляторного расстройства является весьма актуальной при диагностике самых различных заболеваний, поэтому постоянно ведется поиск новых методов. Одним из таких методов является лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ). Этот метод основан на измерении отраженного от движущих в тканях эритроцитов зондирующего лазерного сигнала» [Nilsson G., 1994].

«С применением метода ЛДФ проведено множество исследований тканевого кровотока при самых различных нарушениях микроциркуляции. Только в России за последние годы проведено несколько Всероссийских симпозиумов по проблеме применения ЛДФ в медицинской практике (Москва, 1996, 1998) и I–IV Всероссийские научные конференции «Микроциркуляция в клинической практике» (2004, 2006, 2008, 2012), в которых обобщены результаты многочисленных исследований. Установлено, что высокая временная изменчивость микроциркуляции и связанная с ней колеблемость кровотока по сути своей есть объективная характеристика уровня жизнедеятельности тканей, несущая информацию об интенсивности тканевого кровотока» [Козлов В. И., 2012].

«Теоретический анализ микроциркуляции позволил выявить, что кровоток в тканях не является стабильным, а подвержен временными и пространственными вариациям. Колебания кровотока отражают важнейшую характеристику процесса жизнедеятельности тканей – временную изменчивость их состояния и приспособляемость к постоянно меняющимся условиям гемодинамики» [Козлов В. И., 2015] (см. также [Nilsson G., 1994]). «Вариабельность ритмических характеристик колебаний кровотока, или «флаксмоций», зависит от многих факторов: от индивидуальной изменчивости кровотока» [Fargell B., 1990], «от оптических свойств тканей» [Nilsson G., 1994; Bonner R. et al., 1981;], «от состояния пре- и посткапиллярного сопротивления в микрососудистых сетях» [Козлов В. И., 1998].

«На сегодняшний день можно полагать, что спонтанные колебания кровотока в тканях во многом обусловлены вазомоциями. Изменения диаметра микрососудов, прежде всего, связаны со спонтанными изменениями их тонуса и вызывают ритмические колебания скорости движения эритроцитов в микроциркуляторном русле» [Крупаткин А. И., Сидоров В. В., 2005] (см. также [Wit C., Wolfle S. E., Hopfl B., 2006; Козлов В. И. и др., 1998]).

«Для описания потока эритроцитов, который хорошо регистрируется с помощью метода ЛДФ, были предложены термины *flow motion*» [Fargell B., 1990] и «*flux motion*» [Hoffman U. et al., 1990]. «Введение этих терминов отражает тот факт, что помимо вазомоций в системе микроциркуляторного русла могут действовать механизмы, которые связаны с перепадами артериального и венозного давления, а также вазоконстрикторными влияниями со стороны симпатической нервной системы» [Морозов М. В., 2008].

«Современные аппараты ЛФД основаны на оптическом зондировании тканей монохроматическим сигналом и анализе частотного спектра оптического сигнала, отраженного от движущихся в тканях эритроцитов. Переменная составляющая отраженного сигнала, пропорциональная мощности спектра доплеровского смещения, определяется двумя факторами: концентрацией эритроцитов в зондируемом объеме и их скорости» [Морозов М. В., 2008] (см. также [Nilsson G., 1994]). «Опти-

чески зондируемый объём ткани (с длиной волны света 0,63 мкм) обычно не превышал 1 мм³. В этом объёме в коже человека содержится около 200 микрососудов, в которых одновременно находится $3,5 \times 10^4$ эритроцитов. Поэтому ЛДФ-сигнал, характеризующий перфузию тканей, отражает совокупные процессы, одновременно протекающие во всех микрососудах, находящихся в зоне измерения» [Козлов В. И. и др., 1994] (см. также [Козлов В. И., Корси Л. В., Соколов В. Г., 1998]).

«В анализаторе ЛААК-01, как и в большинстве современных аппаратов ЛДФ, осуществляется ввод регистрируемой информации в компьютер для ее последующей обработки. В ходе исследований регистрируемая величина перфузии, или показатель микроциркуляции (ПМ), имеет переменный характер. Поэтому, для расчета применяется математический аппарат анализа случайных процессов. В соответствии с методическими рекомендациями по лазерной доплеровской флоуметрии, при анализе ЛДФ-граммы определяются статистические средние значения величины перфузии тканей кровью следующих показателей:

1) ПМ – показатель микроциркуляции, который характеризует величину среднего потока эритроцитов в единице объёма ткани в зондированном участке в интервале времени регистрации; параметр измеряется в относительных, или перфузионных единицах (перф. ед.);

2) СКО – среднее квадратичное отклонение амплитуды колебаний кровотока от её среднего арифметического значения. Он также измеряется в перфузионных единицах и характеризует временную изменчивость микроциркуляции или колеблемость величины потока эритроцитов, именуемую в микрососудистой семантике как «флакс» (flux);

3) ИФМ – индекс эффективности флаксмоции, который характеризует соотношение активных модуляций кровотока, обусловленных миогенными и нейрогенными механизмами, и пассивных модуляций, связанных с дыханием и сердечным ритмом;

4) K_v – коэффициент вариации, который характеризует соотношение между изменчивостью перфузии и средней перфузией в зондируемом участке ткани; его величина рассчитывается по формуле $K_v = \text{СКО} / \text{ПМ} \times 100\%$ » [Козлов В. И. и др., 2001].

«Чем выше значения показателей ПМ, СКО, ИФМ, тем оптимальнее функционируют механизмы модуляции тканевого кровотока» [Gleissner C. et al., 2006] (см. также [Мач Э. С., 2004; Fagrell B., 1990; Nilsson G., 1994])

«Составной частью ЛДФ является частотно-амплитудный анализ ритмов колебаний тканевого кровотока. Представленные в частотно-амплитудном спектре ЛДФ-граммы колебания укладываются в диапазоне частот от 0,05 до 2,00 Гц» [Крупаткин А. И., Сидоров В. В., 2005]. «Среди колебаний тканевого кровотока физиологически значимыми следует считать так называемые низкочастотные, высокочастотные и пульсовые флаксмоции» [Козлов В. И., 2015] (см. [Matchkov V. V., 2010; Bernjak A. et al., 2008; Stefanovska A. et al., 1999, 2000]).

«Низкочастотные колебания кровотока (LF) от 0,05 до 12,00 колеб./мин обусловлены активностью гладких миоцитов в стенке микрососудов и прекапиллярных сфинктеров» [Zweifach B. W., Intaglietta M., 1968]. «Согласно концепции миогенного механизма регуляции микроциркуляции, выдвинутой, спонтанные ритмические сокращения гладких миоцитов обусловлены повышением трансмурального давления» [Folkow B., 1964]. «Вазомоции широко исследуются как механизм активного изменения микроциркуляции с помощью ЛДФ при самой различной патологии» [Johnson P. C., 2008].

«Высокочастотные колебания кровотока (HF) от 15 до 30 колеб./мин, впервые были описаны у больных с окклюзией периферических артерий» [Bollinger A. et al., 1991, 1997], однако «HF-колебания могут наблюдаться и у здоровых испытуемых» [Fargell B., 1994]. «Появление в ЛДФ-грамме HF-колебания связывают с периодическими изменениями давления в венозном отделе сосудистого русла, вызываемого дыхательными экскурсиями. Эти изменения обычно наблюдаются при ишемических расстройствах кровотока» [Hoffman U. et al., 1990]. Такой «компенсаторный механизм рассматривается как дополнительный способ активации микроциркуляции в условиях её ослабления или расстройства» [Козлов В. И., 2012].

«Пульсовые волны (CF) являются важным элементом ритмических колебаний кровотока, отличаются малой амплитудой колебаний флаксмоций и малыми перепадами внутрисосудистого давления, которые в большей или меньшей степени

синхронизированы с кардиоритмом. Природа пульсовых колебаний обусловлена изменениями скорости движения эритроцитов в микрососудах, вызываемыми сердечными сокращениями» [Козлов В. И., 2015]. «Ритмическая основа пульсовых колебаний кровотока создается далеко за пределами микроциркуляторного русла, поэтому следует рассматривать его как основной, хотя и пассивный механизм модуляции микроциркуляции. Соотношение активных и пассивных процессов в системе микроциркуляции учитывает ИФМ, который позволяет характеризовать эффективность микроциркуляции» [Крупаткин А. И., Сидоров В. В., 2005].

«Эксперименты по сопоставлению данных ЛДФ с другими методами измерения кровотока показали высокая степень корреляции между ЛДФ и другими методами» [Козлов В. И., 2015] (см. также [Fargell B., 1994; Holloway A. G., Watkins D. W., 1977]).

«Использование метода ЛДФ в сочетании с пульсовой оксиметрией позволяет получить информацию о насыщении движущейся крови кислородом на входе и выходе системы микроциркуляторного русла, которая позволяет судить об удельном расходе кислорода в тканях и обнаружить процесс гипер- и гипоксигенации, что иногда является важным критерием диагностики злокачественных новообразований» [Соколова В. Г., Корси Л. В., 2000].

«По данным ЛДФ-мониторинга состояния микрокровотока в процессе комбинированной лазерной, выявлено значительное увеличение амплитуды низкочастотных флуксуаций, что у больных способствовало улучшению микрогемодинамики и коллатерального кровотока, а также снижению ишемических проявлений» [Мумиадзе Р. Б., Полежаева В. В., 2000] (см. также [Зюлькиной Л. А. и др., 2017; Зазулевской Л. Я., 1990; Cobb S. M. et al., 2010]).

«ЛДФ как метод неинвазивной оценки состояния микроциркуляторного русла имеет высокую клиническую эффективность, поскольку в механизмах развития патологических процессов значительная роль отводится нарушению регионарного кровообращения, что проявляется в повышенной проницаемости капилляров и микроциркуляторных расстройствах. Таким образом, ЛДФ представляет собой

неинвазивную методику, которая обеспечивает продолжительное измерение кровотока, важное как для оценки системных, так и локальных расстройств микроциркуляции, а также для прогноза течения заболеваний» [Козлов В. И. и др., 2012] (см. также [Gleissner C. et al., 2006; Kvandal, P. et al., 2006; Stefanovska, A. et al., 1999, 2000; Hoffman U. et al., 1990]).

«При исследовании ЛДФ остается ряд дискуссионных вопросов. Так, кровоток в микрососудистых сетях отличается наибольшей функциональной лабильностью, поэтому именно этот участок сосудистого русла является наиболее подверженными структурно-функциональными изменениями в соответствии с потребностями организма. Эти изменения сопровождаются изменениями ритмов колебательных процессов в системе микроциркуляторного русла, оценка которых дает представление о различных механизмах перераспределения крови в системе микроциркуляторного русла и о состоянии её в целом. Поэтому исследования регуляторных процессов в системе микроциркуляции и закономерностей изменения ритмических составляющих (флаксмоций) при воздействии различных факторов внешней и внутренней среды являются актуальными. Понимание этих процессов позволит усовершенствовать использование ЛДФ в диагностике нарушений микроциркуляции крови» [Козлов В. И. и др., 2012, 2015].

1.3. Влияние табакокурение на систему микроциркуляции крови

Среди различных факторов, влияющих на состояние микроциркуляции в слизистой оболочке ротовой полости, табакокурение относится к числу широко распространенных. Орехова Л. Ю. с соавт. (2018) отмечают, что нарушение микроциркуляции является одним из основных звеньев в патогенезе пародонтита курильщиков. Никотин и компоненты табачного дыма оказывают негативное воздействие на слизистую оболочку рта, приводя к различным воспалительно-дегенеративным изменениям в микрососудах [Оганов Р. Г., Погосова Н. В., 2010; Кемулария Н. В., Грудянов А. И., 2010; Wang X. et al., 2019]. При этом существенную роль может играть развитие дисфункции эндотелия в микрососудах [Сидоренко Г. И., 2010,

Wada-Takahashi S. et al., 2020]. В этой связи нам представлялось актуальным включение в проводимое исследование изучение тех изменений в системе микроциркуляции десны, которые возникают у молодых людей при курении табака.

Токсическому действию табакокурение на сердечно-сосудистую систему посвящен ряд публикаций [Johnson G. K. et al., 1991; Сидоренко Г. И., 2010; Кочиева И. В., Мкртчян С. Н., Хетагуров С. К., 2015], в которых отмечено негативное влияние никотина на работу сердца и кровеносных сосудов.

Ряд авторов указывает на гипоксические изменения в тканях, приводящие к поражению клеточных мембран, внутриклеточные поражения, в последующем приводящие к репаративно-фибротическим изменениям в тканях [Johnson G. K. et al., 1991; Кочиева И. В., Мкртчян С. Н., Хетагуров С. К., 2015; Scarbina G. A. et al., 2019].

«Табакокурение вызывает многообразные изменения в системе регуляции тонуса сосудов и работы сердца. Воздействуя на оба отдела вегетативной нервной системы, никотин вначале вызывает отрицательные баро-, ино-, дромо-, тонотропные эффекты, снижение артериального давления, вазодилатации – вследствие возбуждения парасимпатического отдела» [То М., Matsou M. et al., 2020] (см. также [Molnar E. et al., 2015]).

«Табакокурение при продолжительном воздействии влияет на хеморецепторы синокаротидной зоны с рефлекторным возбуждением дыхания и повышением АД. Активирует Н-холинорецепторы симпатических ганглиев. Возбуждение Н-холинорецепторов надпочечников стимулирует секрецию катехоламинов. Подобная активность приводит к противоположным явлениям (положительным баро-, ино-, дромо-, тонотропным эффектам, повышению артериального давления, констрикции периферических кожных сосудов и коронарной вазодилатации). При длительном курении происходит угнетение симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы» [Haffajee A. D., Socransky S. S., 2001] (см. также [Haber J., 1994]).

«Изучение особенностей курения у молодых здоровых людей показало, что после курения увеличивается частота сердечных сокращений, снижается ударный объем

сердца при физической нагрузке разной интенсивности. Снижение ударного объема было обусловлено уменьшением венозного притока» [Darby I. B. et al., 2003]. «Частота пульса у курящих увеличивалась под влиянием курения на 14%, артериальное давление повышалось на 5,3%, индекс напряжения миокарда повышался на 19%. При этом отмечалось резкое снижение кожного кровотока по сравнению с некурящими» Doonan R. J. et al., 2010].

«Исследование динамики содержания адреналина и норадреналина в плазме крови здоровых добровольцах до и после курения показало увеличение уровня адреналина с 44 до 113 пг/мл и увеличение количества норадреналина с 227 до 324 пг/мл. Показатели достигали максимума через 10–15 мин после начала курения, а через 30 мин возвращались к исходным. Одновременно отмечалось увеличение частоты пульса и повышение артериального давления» [Mavropoulos A. et al., 2003].

«Исследование в течение 22 месяцев животных (собаках), с ингаляцией и введением табачного дыма позволило установить, что фракция выброса крови левым желудочком составляет 44% у животных контрольной группы, 35% – при ингаляции табачным дымом и 27% – у собак, которым вводили никотин в кровь; в то же время конечное диастолическое давление у собак разных групп было примерно одинаковым. У подопытных собак также отмечали появление выраженного интерстициального фиброза миокарда» [Matsuo M. et al., 2017]. В экспериментах [Morozumi T. et al., 2004] на изолированной артерии уха кролика подтвердили сосудосуживающее действие никотина. Все перечисленные факты находят свое отражение в клинических наблюдениях.

Определенную роль в развитии гипертонической болезни играет спазм периферических сосудов, возникающий под влиянием табакокурения; [Hermann P. et al., 2009; Mavropoulos A. et al., 2003].

«Стокгольмские ученые в перспективном исследовании отмечали также более высокие цифры артериального давления у курящих. Описаны случаи развития злокачественной гипертонии в связи с курением, а также пароксизмальную артериальную гипертензию как реакцию на курение сигарет» [Johnson G. K., Hill M., 2004].

Итак, курение является важным фактором риска для развития разнообразных

сердечно-сосудистых заболеваний, оно может вызвать острое и хроническое повышение АД, хотя все же нет очевидных доказательств корреляции развития хронической гипертензии и курения.

«Ранним признаком нарушений капиллярного кровотока является локальный спазм артериолярных сосудов, застойные явления в веноулярном звене микроциркуляторного русла, а также снижение интенсивности кровотока в капиллярах» [Messmer K., 1998].

«В силу корпускулярных свойств крови в микроциркуляторном русле возникают ряд специфических реологических внутрисосудистых эффектов: появление плазматического капилляров, заполненных плазмой крови; феномен пристеночного состояния лейкоцитов; внутрисосудистая агрегация эритроцитов по типу «слаж-феномен». Исходом микроциркуляторных расстройств является стаз, который характеризуется полной блокадой кровотока и резким нарушением барьерной функции микрососудов, сопровождаемой трансмуральной миграцией лейкоцитов и нередко диапедезными кровоизлияниями» [Козлов В. И., 2015].

«Специфика функционального состояния микрососудов во многом определяется их чрезвычайно высокой реактивностью с действием гуморальных факторов, многие из которых высвобождаются близлежащими клетками. Изменение состояния микроциркуляции крови играет важную роль в патогенезе многих заболеваний» [Shepro D., 2006] (см. также [Чернух А. М., 1979]).

«Табакокурение, снижая содержание простаглицина (P_gI₂), способствует увеличению фибринолитической активности, продукции катехоламинов, что, в свою очередь, приводит к гиперсенситивной реакции сосудистой стенки за счет иммунных комплексов, особенно в зонах ветвления сосудов» [Кваша Е. А., 2004],

«Табакокурение вызывает повышение концентрации в плазме неэстерифицированных жирных кислот, избыток которых стимулирует синтез атерогенных липопротеидов очень низкой плотности и отложение холестерина в стенках артерий с утолщением интимы и повреждение стенок сосудов с последующим повышением адгезивности тромбоцитов и, в конечном счете, тромбозам. Подобные явления изменяют реологию крови, в частности повышается гематокрит» [Doonan R. J. et al., 2010].

«При комплексном изучение обмена липидов (общие липиды, бета-липопротеины, холестерин, фракции липидов сыворотки-фосфолипиды, свободный холестерин, моно- и диглицериды, триглицериды и эфиры холестерина) с одновременным определением липолитической активности крови у курящих и некурящих было обнаружено повышение содержания бета-липопротеина, холестерина, общих липидов крови, снижение липолитической активности крови у курящих, а также изменение состава фракций липидного спектра крови. Такие изменения обусловлены истощением запасов высоконасыщенных жирных кислот» [Mirbod S. M. et al., 2001].

«Наблюдение 7133 мужчин в течение 6 лет показало, что у курящих уровень холестерина достоверно выше, чем у некурящих» [Luthra K. et al., 2012].

«Табакокурение вызывают увеличение распространения далеко зашедшего атеросклероза и увеличенный риск атеросклеротических поражений» [Голубь А. А. и др. 2012] (см. также [Sridhar R. и др., 2009]).

«При сопоставлении интенсивности курения и результатов коронарографии было выяснено, что среди курящих нормальные коронарограммы наблюдались только у 18% обследованных, а среди некурящих – у 57%» [Herbert W., 1975].

«Анализ 1300 трупов интенсивно куривших мужчин, умерших в возрасте от 25 до 64 лет от разных причин, выявил тяжелые атеросклеротические изменения аорты и коронарных сосудов с одновременными изменениями на клеточном уровне. При табакокурении происходит поражение клеточных мембран неспецифического характера. Воздействие табакокурение ухудшает диффузию кислорода к митохондриям, тормозит цитохромоксидазу, уменьшает скорость окисления в митохондриях» [Strong Y., Richards M., 1976].

Резюмируя, повреждение эндотелия из-за курения приводит как к системной, так и локальной эндотелиальной дисфункции, в частности в сосудистом русле пародонта, что способствует развитию и прогрессированию хронического пародонтита, снижает объем и скорость кровотока.

«У курящих людей отмечается снижение линейных и объемных характеристик микроциркуляторного русла в ткани пародонта» [Дмитриева Л. А., 2013], что

«демонстрируется депрессией основных характеристик функции эндотелия – индексов реактивной гиперемии и аугментации. Количественный анализ доплеровских кривых демонстрирует уменьшение упруго-эластических свойств сосудов и повышение индекса периферического сопротивления, и артериальной жесткости, что также свидетельствует о существенных изменениях микроциркуляторном русла и отражает более тяжелое течение пародонтита» Орехова Л. Ю. и др., 2018] (см. также [Кемуларию И. В., 2010].

Нужно отметить, что исследований, касающихся изменений в сосудах пародонта у курильщиков, мало, а результаты не всегда позволяют делать однозначных выводов, что требует дальнейших исследований в этой области.

Подводя итоги литературного обзора, необходимо отметить, что биомикроскопия и ЛДФ на сегодняшний день являются основными методами оценки микроциркуляции в слизистой оболочке полости рта и тканях пародонта у человека. «Биомикроскопические исследования позволяют визуально оценить морфофункциональное состояние микрососудов, реологию крови и внесосудистые изменения. ЛДФ дополняет визуальную картину возможностью вести временной мониторинг за состоянием перфузии тканей кровью и оценивать влияние пассивных и активных составляющих капиллярного кровотока» [Кошкарян А. Л., 2010].

Однако несмотря на достаточно длительную практику использования указанных методов для прижизненного тестирования капиллярного кровотока и состояния микроциркуляции, требуют дальнейшего изучения точные анатомические параметры микроциркуляторного русла в десне, особенно когда это касается функциональной изменчивости микрососудов.

Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика обследованного контингента

Основу диссертации составили результаты исследований морфофункционального состояния микроциркуляторного русла, которые проводились на базе РУДН в рамках программы изучения здоровья студентов. Обследуемый контингент составили 70 практически здоровых лиц мужского пола в возрасте от 17 до 22 лет (студенты 1-го и 2-го курсов медицинского факультета РУДН). С каждого студента получено добровольное согласие на исследование; проведение исследований одобрено Комитетом по этике в научных исследованиях Медицинского института РУДН (Протокол № 5 от 18.10.2018).

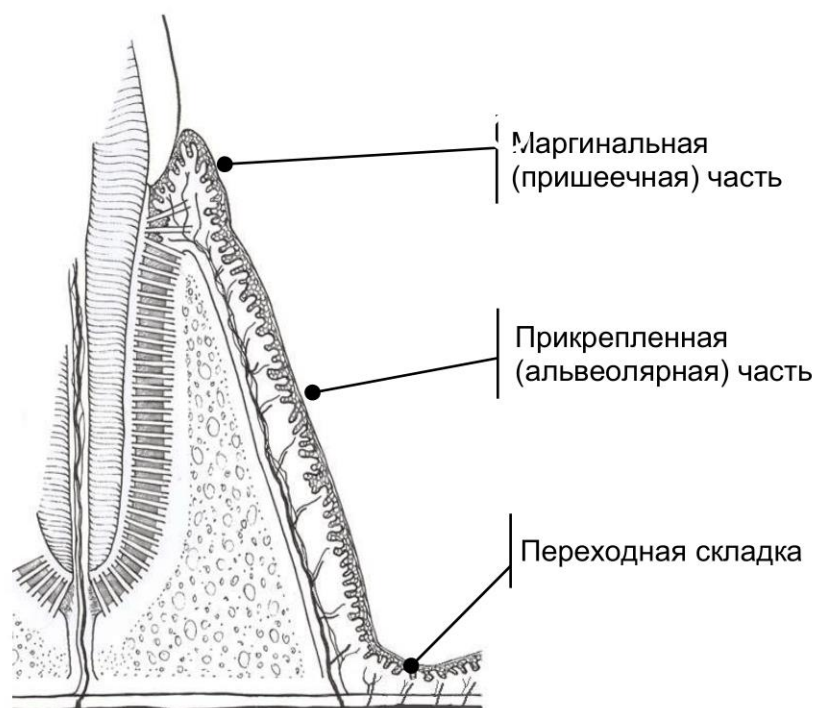
Обследуемые студенты, были разделены на две группы. Первую (основную) группу составили 50 человек. Вторую группу – 20 человек – составили юноши, которые длительно (более 5 лет) подвергались воздействию табакокурения.

Все испытуемые перед обследованием прошли тщательный отбор по состоянию здоровья. Основным критерием при отборе было отсутствие хронических заболеваний и сердечно-сосудистой патологии. Все испытуемые были среднего уровня физического развития, относящиеся по состоянию здоровья к основной медицинской группе.

Объектом исследования микроциркуляции служила слизистая оболочка вестибулярной поверхности десны (Рисунок 1).

«Десна (*gingiva*) представляет собой часть слизистой оболочки полости рта, покрывающая альвеолярный отросток верхней челюсти и альвеолярную часть нижней челюсти; она непосредственно окружает зубы в области их шеек. Различают свободную (межзубную) и альвеолярную (прикрепленную) десну. Выделяют также маргинальную часть десны. Свободной называется часть десны, располагающаяся между соседними зубами. Она состоит из губощечных и язычных сосочков, образующих межзубный сосочек, напоминающий по форме треугольник, вершиной обращенный к режущим (жевательным) поверхностям зубов. Прикрепленной назы-

вается часть десны, покрывающая альвеолярный отросток. С вестибулярной поверхности прикрепленная десна у основания альвеолярного отростка переходит в слизистую оболочку, покрывающую тело челюсти и переходную складку; с оральной стороны она переходит в слизистую оболочку твердого нёба на верхней челюсти или в слизистую оболочку дна полости рта (на нижней челюсти). Альвеолярная десна неподвижно прикреплена к подлежащим тканям за счет соединения волокон собственно слизистой оболочки с надкостницей альвеолярных отростков челюстей» [Иванов В. С. и др., 2017].



Примечание – МД – маргинальная часть десны, ПД – прикреплённая часть десны, ПС – переходная складка

Рисунок 1 – Части десны

«Маргинальной обозначают часть десны, прилежащую к шейке зуба, где вплетаются волокна циркулярной связки зуба; ее также обозначают, как пришеечная часть десны. Циркулярная связка зуба вместе с другими волокнами образует сравнительно толстую мембрану, предназначенную для защиты периодонта от механических повреждений. Границей между прикрепленной и маргинальной частями десны служит десневая борозда» [Иванов В. С. и др., 2017] выделяющаяся в виде неглубокого желобка.

«Десневые сосочки, которые иногда называют межзубными сосочками, представляют собой участки десны в виде треугольных зубцов, расположенных в промежутках между зубами. Различают вестибулярный и оральный межзубные сосочки, которые в норе соединены между собой межсосочковой связкой. Десны обильно кровоснабжаются и содержат многочисленные нервные окончания. При осмотре слизистая оболочка на челюстях имеет более яркую красную окраску, тогда как десна имеет более бледный, матовый оттенок» [Иванов В. С. и др., 2017].

Согласно данным Козлова В. И., Цехмистренко Т. А. (2018), «кровоснабжение десен осуществляется ветвями верхнечелюстной артерии (*a. maxillaris*). Непосредственно к десне верхней челюсти подходят околозубные ветви (*rr. peridentales*), отходящие от передней и задней верхних альвеолярных артерий (*aa. alveolares superior et inferior*), которые в свою очередь отходят от подглазничной артерии (*a. infraorbitalis*), являющейся конечной ветвью верхнечелюстной артерии» [Козлова В. И., Цехмистренко Т. А., 2018].

«К десне нижней челюсти идут околозубные ветви (*rr. peridentales*), отходящие от нижней альвеолярной артерии (*a. alveolaris inferior*), которая также ответвляется от *верхнечелюстной артерии*. Околозубные ветви анастомозируют с ветвями артерий, кровоснабжающих слизистую оболочку, покрывающую твердое небо, губы, щеки и дно полости рта. Венозная кровь от десен оттекает по одноименным венам в крыловидное (венозное) сплетение (*plexus pterygoideus*) и далее по верхнечелюстным венам (*vv. maxillares*) в занижнечелюстную вену (*v. retromandibularis*), а также через глубокую вену лица (*v. profunda faciei*) в лицевую вену (*v. facialis*). [Козлова В. И., Цехмистренко Т. А., 2018].

2.2. Методика биомикроскопии микрососудов десны

В последнее время расширилась практика применения биомикроскопии слизистой оболочки полости рта для оценки локального состояния микроциркуляции. Биомикроскопия десны является объективной, доступной, нетравматичной методикой (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Биомикроскопия десны с помощью контактного темнопольного люминесцентного микроскопа МЛК–3МТ (ЛОМО)

«В качестве аппарата для биомикроскопических исследований нами использовался операционный контактный темнопольный люминесцентный микроскоп МЛК-3МТ (ЛОМО)» (методика из [Козлов В. И. и др., 2004]). Стандартно микроскоп укомплектован фотоаппаратом. «Контактный микроскоп позволяет проводить наблюдение в капиллярах при непосредственном контакте объектива микроскопа с исследуемой областью объекта, дает увеличение $\times 100$, глубину просмотра до 600 мкм. Наблюдаемая картина регистрировалась с помощью микрофотосъемки, которая осуществлялась фотоаппаратом «Зенит» на черно-белую фотопленку «Микрат-200» с последующим анализом микрофотограмм на дешифраторе. Часть исследований выполнена с помощью регистрации микроскопических картин на цифровую телевизионную камеру с последующим компьютерным анализом видеоизображения микрососудов» [Морозов М. В., 2008].

При исследовании испытуемый располагался «в стоматологическом кресле, голова фиксировалась на подголовнике в удобном положении. Микроскоп касался влажной слизистой оболочки полости рта в одной из исследуемых областей, не давя на нее. После наведения необходимой резкости объект оценивался визуально, затем проводилось его фотографирование» [Сабанцева Е. Г., 2005].

Преимущество биомикроскопии «состоит в возможности быстро и точно провести как визуальную, так и морфометрическую оценку состояния микроциркуляции в различных зонах десны» [Сабанцева Е. Г., 2005]. В процессе визуального наблюдения заполнялась специальная карта комплексной оценки состояния микрососудов в десне (Таблица 1), составленная в соответствии с рекомендациями Козлова В. И. с соавтор. (2012).

«Алгоритм оценки состояния микрогемодициркуляции в десне наряду с качественной характеристикой композиции микрососудов и кровотока в них включает полуколичественный учет признаков, характеризующих:

- гемодинамику в микрососудах,
- структурные изменения микрососудов,
- реологические сдвиги,
- состояние барьерной функции микрососудов» [Кошкарян А. Л., 2010].

«Всего оценивалось 16 параметров; они перечислены в Таблице 1.

Таблица 1 – Алгоритм оценки состояния микрогемодициркуляции при биомикроскопии слизистой оболочки полости рта

<i>Признаки</i>	<i>Баллы</i>		
<i>А. Характеристика гемодинамики в микрососудах:</i>			
– А-В соотношение диаметров	0	1	2
– спазм артериол	0	1	2
– увеличение числа капилляров	0	1	2
– снижение числа капилляров	0	1	2
<i>Б. Реологические изменения крови:</i>			
– замедление кровотока	0	1	2
– зернистость потока эритроцитов	0	1	2
– агрегация эритроцитов	0	1	2
– очаговый стаз	0	1	2
<i>В. Структурные изменения микрососудов:</i>			
– неравномерность диаметра	0	1	2
– расширение венул	0	1	2
– извитость микрососудов	0	1	2
– дупликация капиллярных петель	0	1	2
<i>Г. Барьерная функция микрососудов:</i>			
– помутнение фона	0	1	2
– липидные пятна	0	1	2
– пристеночная адгезия лейкоцитов	0	1	2
– диапедез эритроцитов	0	1	2

Каждый признак оценивался в баллах от 0 до 2. Полуколичественная оценка признаков: а) констатация отсутствия признака (0) или его наличия; б) в случае наличия признака констатация степени его выраженности: при слабой степени – 1, при сильной – 2 балла» [Кошкарян А. Л., 2010].

«Такой подход позволяет рассчитать интегральный показатель – индекс нарушений микроциркуляции (ИНМ), который суммарно характеризует степень накопления структурных и функциональных изменений в микрососудах, а также оценить степень нарушения микроциркуляции» [Кошкарян А. Л., 2010].

«ИНМ равен сумме баллов всех оцененных признаков, деленной на 16 (где 16 – количество обследованных признаков): Σ баллов /16. ИМ — это безразмерная величина, характеризующая степень отклонения от нормы» [Кошкарян А. Л., 2010]. У здоровых испытуемых ИНМ обычно не превышает значения 0,1.

2.3. Гистологическое исследование микрососудов десны

С целью уточнения глубины залегания капилляров и других микрососудов в тканях пародонта было проведено гистологическое исследование десны. «Материалом для исследования послужили части десны, взятые от 7 трупов лиц, скоропостижно скончавшихся от несчастных случаев, не связанных с сердечно-сосудистыми заболеваниями» [Бергман Ю. Э., 2011]. «Материал фиксировали в растворе по Телленицкому (100 мл – 70% этилового спирта, 5 мл – концентрированной уксусной кислоты, 5 мл – 40% раствора формальдегида). В фиксаторе забранный материал находился в течение 20 часов, затем его перекладывали в 1-й раствор 70% этилового спирта. Раствор 70% этилового спирта меняли три раза, через сутки. Далее гистологический материал проводили по общепринятой методике. Затем заливали в парафиновые блоки с 5-6% добавлением чистого воска. С помощью ротационного микротомы готовили срединные парафиновые срезы толщиной 5–7 мкм, вдоль длинной оси десны. Срезы десны окрашивали гематоксилином-эозином по Майеру и азур II – эозином по Нохт–Максимову. Окрашенные препараты заключали в пихтовый бальзам и накрывали покровным стеклом.

Для проведения морфометрических исследований использовали основные принципы стереологии» [Бергман Ю. Э., 2011] при определении количества и размеров гистологических структур.

2.4. Лазерная доплеровская флоуметрия кровотока в десне

«В целях изучения микроциркуляции крови в десне был использован метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), который широко используется в современной клинической практике. Состояние микроциркуляции в слизистой оболочке полости рта оценивалось с помощью лазерного анализатора кровотока «ЛАКК-01» и «ЛАКК-ОП (НПО «Лазма», Россия) с лазерным источником излучения на длине волны 0,63 мкм (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Запись ЛДФ-граммы в десне

Лазерный анализатор кровотока соединен с компьютером на базе процессора Pentium IV. На экран монитора выводится кривая записи ЛДФ в реальном масштабе времени. Все записи ЛДФ-грамм сохраняются в базе данных и при необходимости переносятся на бумажный носитель.

Метод ЛДФ основывается на неинвазивном оптическом зондировании тканей монохроматическим сигналом (обычно в красной области спектра) и анализе частотного спектра отраженного от движущихся эритроцитов сигнала» [Морозов М. В., 2008].

«Отраженное от неподвижных компонентов ткани лазерное излучение не изменяет своей частоты, а отраженное от эритроцитов – имеет доплеровское смещение частоты относительно зондирующего сигнала. Переменная составляющая отраженного сигнала, пропорциональная мощности спектра доплеровского смещения, определяется двумя факторами: концентрацией эритроцитов в зондируемом объеме и их скоростью» [Кошкарян А. Л., 2010].

«Регистрируемый при ЛДФ сигнал характеризует кровоток в микрососудах в объеме 1–1,5 мм³ ткани. Это означает, что в коже человека ЛДФ дает интегральную информацию по очень большому количеству эритроцитов, порядка $3,4 \times 10^4$, одновременно находящихся в зондируемом объеме ткани» [Nilsson G. et al., 1994] (см. также [Козлов В. И. и др., 1994]).

«Регистрируемый при ЛДФ-сигнал – показатель микроциркуляции (ПМ) представляет собой интегральную характеристику подвижности эритроцитов в зондируемом объеме ткани. Учитывая скорости движения эритроцитов по разным генерациям микрососудов, можно оценить их одномоментное распределение в зондируемом объеме ткани. Поскольку регистрация ЛДФ-граммы ведется в режиме мониторинга, то регистрируемый статистически усредненный параметр ПМ характеризует поток эритроцитов в единицу времени через единицу объема ткани, измеряемый в перфузионных единицах (перф. ед.).

В качестве датчика при ЛДФ-метрии применяется световой зонд, выполненный из трёх моноволокон. Одно волокно используется для доставки лазерного излучения от прибора к исследуемой ткани, два других волокна являются приёмными для рассеянного и отражённого тканью лазерного излучения. Доставленное по волокнам рассеянное излучение детектируется двухканальным фотоприёмным устройством. Электрические сигналы с фотоприёмного устройства поступают в блок обработки анализатора, где происходит выделение в зарегистрированном сигнале доплеровского сдвига частоты. После аналоговой обработки формируется выходной сигнал, пропорциональный первому моменту мощности спектральной плотности доплеровского сдвига частоты, который соответствует произведению

сомножителей: скорости движения эритроцитов и их концентрации в зондируемом объёме ткани» [Кошкарян А. Л., 2010].

В первой половине дня с 10 до 12 часов при комнатной температуре (20–22 °С) производилась регистрация ЛДФ-грамм. В помещении, где проводилось исследование, были созданы все условия: учитывалось температурный показатель в помещении, комфортное место для испытуемого, нормальное освещение в кабинете, закрытое окно, чтобы не было лишнего раздражающего фактора как шум, за несколько минут до исследования, испытуемый находился в состоянии покоя, не отвлекаясь на различные раздражители.

«Запись ЛДФ-грамм производилась в соответствии с методическими рекомендациями: методика лазерной доплеровской флоуметрии» [Козлов В. И. и др., 2012]. «Исследование микроциркуляции в слизистой оболочки десны проводили в положении испытуемого сидя. Датчик прибора устанавливали перпендикулярно к поверхности слизистой оболочки. Продолжительность записи доплерограмм составляла 1–2 минуты. Регистрируемая ЛДФ-грамма представляет собой интегральный результат суперпозиции различных ритмов модуляции тканевого кровотока, обусловленных миогенной природой, а также нейрогенных, дыхательных, сердечных и других влияний на подвижность эритроцитов в микрососудах (Рисунок 4).

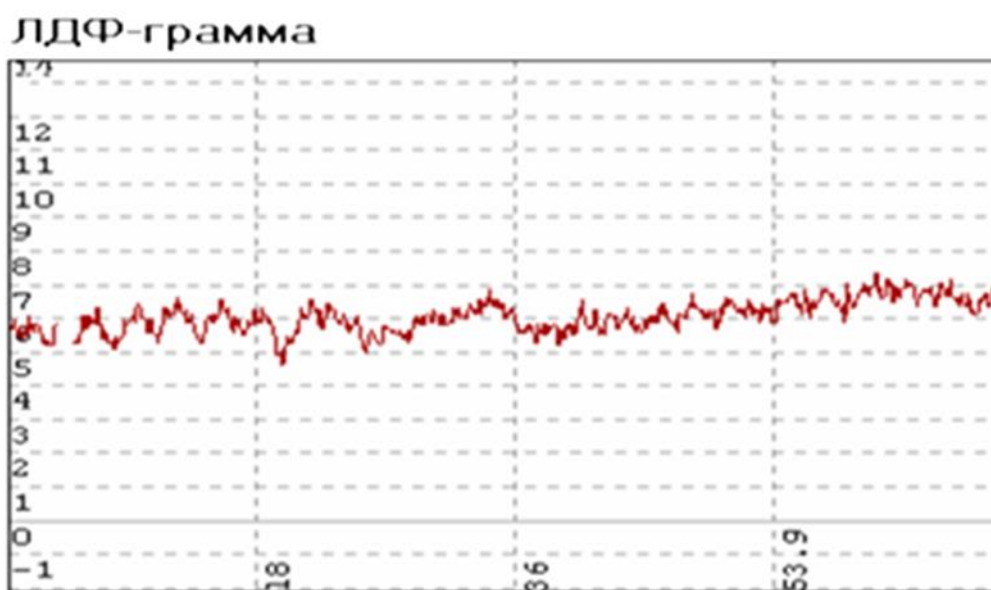


Рисунок 4 – ЛДФ-грамма в переходной складке на верхней челюсти

Запись ЛДФ-граммы сопровождалась расчетом стандартных статистических параметров: ПМ (показатель микроциркуляции) трактуется как средняя величина перфузии единицы объема ткани за единицу времени; она характеризует конечный результат различных регуляторных влияний на тканевый кровоток. Среднее квадратическое отклонение (СКО) – это средняя амплитуда колебаний кровотока, которая также измеряется в перфузионных единицах (перф. ед.); она характеризует колеблемость потока эритроцитов, именуемую в литературе как флакс («flux»)» [Козлов В. И., 2015].

«Частотно-амплитудный анализ ритмических составляющих колебаний тканевого кровотока является составной частью анализа ЛДФ-граммы. Как известно, фундаментальной особенностью микроциркуляции является ее постоянная изменчивость, как во времени, так и в пространстве, что проявляется в спонтанных флюктуациях тканевого кровотока. Именно поэтому наблюдается относительно невысокая воспроизводимость результатов ЛДФ, которая порой необоснованно рассматривается как недостаток данного метода. Между тем, высокая временная изменчивость микроциркуляции и связанная с ней колеблемость кровотока по сути своей есть объективная характеристика уровня жизнедеятельности тканей. Ритмические колебания кровотока и их изменения позволяют получить информацию об определенных соотношениях различных механизмов, определяющих состояние микроциркуляции» [Морозов М. В., 2008].

«Вариабельность ритмических характеристик флаксмоций зависит от многих факторов: индивидуальной изменчивости кровотока» [Fagrell B., 1994], «состояния пре- и посткапиллярного сопротивления» [Козлов В. И. и др., 1994, 2004], «от оптических свойств тканей» [Bonner R. F. et al., 1981].

«Поэтому важным этапом ЛДФ-метрии является частотно-амплитудный анализ (ЧАС) гемодинамических ритмов колебаний тканевого кровотока. ЧАС-анализ производится с помощью специальной компьютерной программы. В результате спектрального разложения ЛДФ-граммы на гармонические составляющие физиологических колебаний тканевого кровотока появляется возможность судить о со-

стоянии регуляторных механизмов тканевой гемодинамики. Программное обеспечение основывается на спектральном разложении ЛДФ-граммы с использованием математического аппарата Фурье. Амплитуда каждой гармоники равна вкладу гармонического процесса данной частоты в ЛДФ-грамму (Рисунок 5).

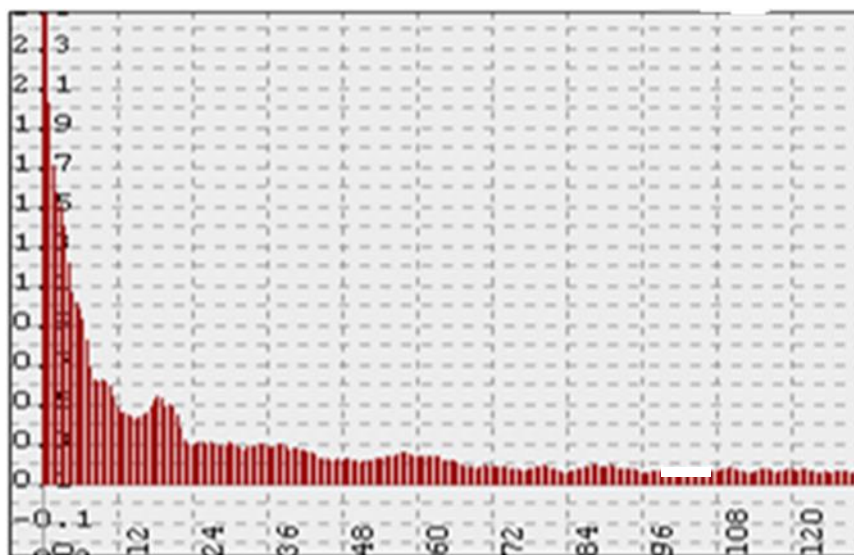


Рисунок 5 – Частотно-амплитудный спектр ЛДФ-граммы в переходной складке на верхней челюсти

В результате спектрального разложения ЛДФ-граммы на гармонические составляющие колебаний тканевого кровотока появляется возможность дифференцирования различных ритмических составляющих флуксуций. Каждая ритмическая компонента при спектральном анализе ЛДФ-граммы характеризуется двумя параметрами: частотой – (F) и амплитудой – (A). Представленные в частотно-амплитудном спектре ЛДФ-граммы колебания укладываются в диапазоне частот от 0,05 до 2 Гц» [Морозов М. В., 2008].

Среди частотных диапазонов флуксуций, которые автоматически определяются с помощью частотно-амплитудного анализа ЛДФ-граммы, физиологически наиболее значимы в диапазоне 0,1 Гц, которые обусловлены вазомоциями [Intaglietta M., 1994; Pries A.R., Secomb T.W., 2008; Козлов В.И., 2015]. На вазомоторный биогенный ритм вторично влияют модуляции нейрогенной, респираторной и кардиогенной природы.

«Низкочастотные, или медленные волны флуксуций – зона LF ритма, от 4 до 10 кол/мин. (0,05–0,15 Гц) обусловлены спонтанной периодической активностью гладких миоцитов в стенке артериол, вызывающей периодические изменения их диаметра; их называют вазомоциями. На активные модуляции тканевого кровотока посредством вазомоторного механизма накладываются высокоамплитудные аperiodические флуксуции относительно большой амплитуды, отражающие влияние симпатического звена регуляции. Снижение амплитуды аperiodических низкочастотных флуксуций может свидетельствовать об угнетении нейрогенного вазомоторного механизма. Среди низкочастотных колебаний выделяют еще колебания с частотой менее 0,03 Гц (1 колебание за 1–2 мин) – VLF-колебания, характеризующие влияние метаболических и гуморальных факторов на состояние микроциркуляции, и ультранизкочастотные колебания (ULF) с частотой менее 0,01 Гц, связанные, по-видимому, с механизмами, лежащими за пределами микроциркуляторной системы. Для их регистрации требуется длительная запись ЛДФ-граммы в течение 20 – 30 мин., что крайне редко используется в клинической практике» [Zweifach V. W., 1961].

«Высокочастотные, или быстрые волны флуксуций – зона HF – ритма, от 15 до 20 кол/мин (диапазон частот 0,2 – 0,4 Гц) обусловлены периодическими изменениями давления в венозном отделе сосудистого русла, вызываемыми дыхательными экскурсиями» [Bollinger A., et al., 1998]. «HF-колебания тканевого кровотока, связанные с дыхательным ритмом, могут отражать опосредованные (через изменения сокращений сердца) влияния парасимпатического звена регуляции на состояние тканевого кровотока» [Козлов В. И., 2006].

«Пульсовые волны флуксуций – зона CF ритма (диапазон частот 0,8 – 1,5 Гц), отличаются малой амплитудой колебаний флуксуций и обусловлены изменениями внутрисосудистого давления, которые в большей или меньшей степени синхронизованы с кардиоритмом. Перепады систолического и диастолического давления изменяют скорость движения эритроцитов в микрососудах, во многом они связаны с влиянием автономной нервной системы на регуляцию сердечно-сосудистой системы, в том числе и микроциркуляции» [Кошкарян А. Л., 2010].

«Особенность проводимого анализа частотно-амплитудного спектра доплеровских программ состояла в вычислении вклада 4 физиологически наиболее значимых колебаний кровотока в мощность всего спектра ЛДФ-граммы. Среди колебаний учитывались:

1) низкочастотные колебания (NF), обусловленные неврогенным влиянием на активность гладких миоцитов в артериолах (0,03–0,05 Гц – от 1 до 4 кол./мин);

2) низкочастотные колебания (LF), обусловленные активностью гладких миоцитов в артериолах, называемые вазомоциями (0,05–0,15 Гц – от 4 до 10 кол./мин);

3) высокочастотные колебания (HF), обусловленные периодическими изменениями давления в венозном отделе русла (0,25 Гц – от 15 до 20 кол./мин);

4) пульсовые колебания (CF), обусловленные перепадами внутрисосудистого давления, синхронизованные с кардиоритмом (0,8–1,2 Гц).

Помимо этих частотных диапазонов колебаний тканевого кровотока, непосредственно влияющих на вазомоции, учитывались также очень низкочастотные колебания VLF (прочие) – менее 0,03 Гц (1 колебание за 1 – 2 мин), природа которых еще недостаточно ясна.

Вклад различных ритмических составляющих оценивался по мощности их спектра в процентном отношении к общему спектру флаксмоций. Общая мощность спектра определялась как квадрат суммы показателей ритмических составляющих:

$$M = A_{VLF}^2 + A_{NF}^2 + A_{LF}^2 + A_{HF}^2 + A_{CF}^2.$$

т. е. вклад ритмических составляющих рассчитывался по следующей формуле:
 $A^2/M \times 100\%$

Соотношение активных модуляций кожного кровотока, обусловленных миогенным и неврогенным механизмами, и дополнительных парасимпатических влияний на него рассчитывали как индекс эффективности флаксмоций (ИФМ)» [Кошкарян А. Л., 2010]:

$$\text{ИФМ} = A_{LF} / A_{HF} + A_{CF}.$$

2.5. Картирование показателей микроциркуляции крови в десне

В связи с разной физиологической нагрузкой на зубы и ткани пародонта запись регистрации тканевого кровотока с помощью ЛДФ производилась в разных топографо-анатомические зонах десны: в симметричных точках во фронтальном и жевательном пародонте на верхней и нижней челюстях (Рисунок 6).

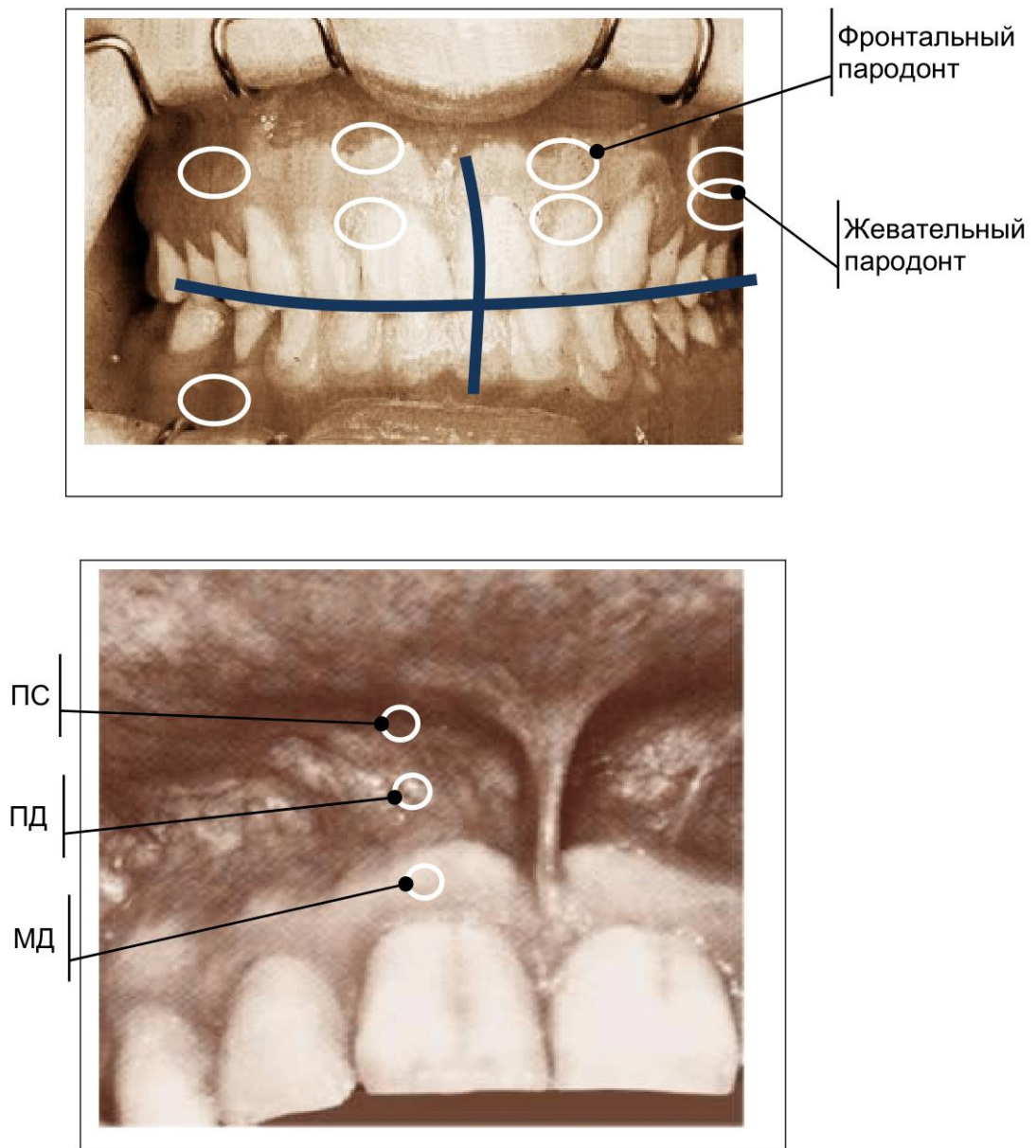


Рисунок 6 – Картирование показателей микроциркуляции в разных топографо-анатомических зонах десны.

Это позволило создать карту распределения показателей микроциркуляции в разных топографо-анатомические зонах десны.

В самой десне были выделены три анатомически различные зоны:

I Переходная складка (ПС) – место перехода слизистой оболочки рта на альвеолярный отросток;

II Прикрепленная часть десны (ПД) – место, где десна плотно фиксируется к костной основе в области альвеолярного отростка на верхней челюсти и альвеолярной части на нижней челюсти;

III Маргинальная часть десны (МД) – место, где десна прилежит к шейке зуба, или образует межзубный сосочек.

В Таблице 2 суммарно представлены топографо-анатомические зоны десны, в которых производилась показателей микроциркуляции крови.

Таблица 2 – Морфофункциональное картирование микроциркуляции в десне

<i>Верхняя челюсть</i>			
<i>Правая половина</i>		<i>Левая половина</i>	
Фронтальный пародонт	Жевательный пародонт	Фронтальный пародонт	Жевательный пародонт
МД	МД	МД	МД
ПД	ПД	ПД	ПД
ПС	ПС	ПС	ПС
<i>Нижняя челюсть</i>			
<i>Правая половина</i>		<i>Левая половина</i>	
Фронтальный пародонт	Жевательный пародонт	Фронтальный пародонт	Жевательный пародонт
МД	МД	МД	МД
ПД	ПД	ПД	ПД
ПС	ПС	ПС	ПС

Таким образом, для морфофункционального картирования состояния микроциркуляции в десне запись ЛДФ-грамм производилась в 24 точках, включавших разные топографо-анатомические зоны десны во области фронтального и жевательного на верхних и нижних челюстях.

2.6. Методы статистической обработки результатов

Анализ количественных показателей проведен на персональном компьютере «Pentium-4» под управлением операционной системы Microsoft Windows 2000

Server с использованием статистических программ Microsoft Excel и Microsoft Access с определением средних значений (M) и стандартной ошибки (σ).

Значимость различий между среднегрупповыми показателями определяли с использованием двухвыборочного t -критерия Стьюдента. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Морфофункциональная характеристика микроциркуляторного русла в десне

С помощью биомикроскопии исследовали микрососуды и состояние тканевого кровотока во фронтальном и жевательном пародонте на верхней и нижней челюстях, а также в трех зонах десны:

I – в переходной складке (ПД),

II – в прикрепленной (альвеолярной) десне (ПД),

III – в маргинальной (пришеечной) части десны (МД).

В области переходной складки визуально определяется богатая микрососудистая сеть, которая придает розоватый оттенок окраски слизистой оболочки (Рисунок 7).



Рисунок 7 – Слизистая оболочка десны на нижней челюсти

Диагностическая ценность информации, получаемой при биомикроскопии сосудов переходной складки, состоит в том, что она позволяет дифференцировать степень внутрисосудистых, сосудистых и внесосудистых изменений микроциркуляции, а также провести топическую диагностику состояния кровотока в различных зонах десны (Рисунок 8).

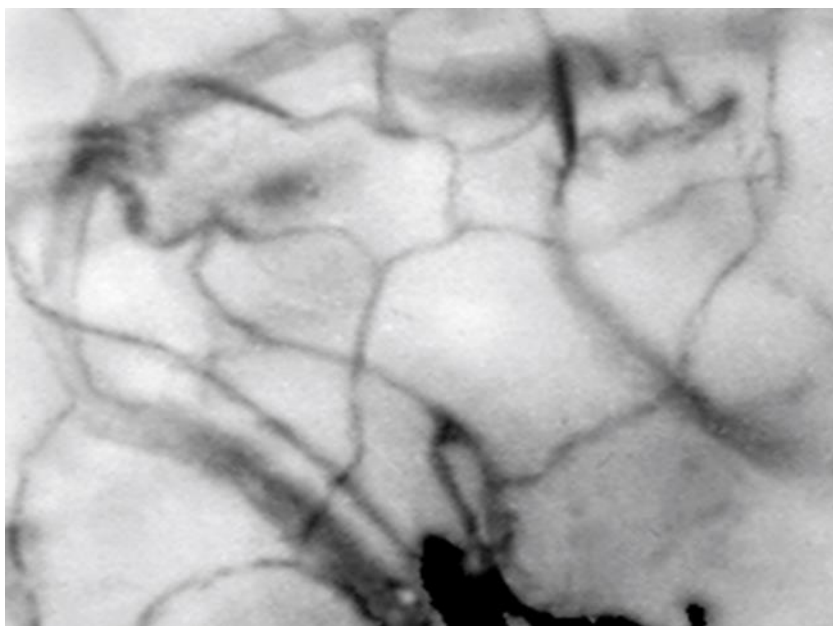


Рисунок 8 – Микроциркуляторное русло глубокого слоя в области переходной складки (биомикрофото; ув. x80).

В переходной складке артериолы залегают глубже соответствующих венул; они имеют диаметр от 15 до 25 мкм (в среднем $18,6 \pm 1,2$ мкм) и дают начало многочисленным прекапиллярным артериолам, регулирующим кровенаполнение капилляров не только в области ПС, но и в соседних областях прикрепленной десны и ее маргинальной части. Диаметр наиболее крупных венул в слизистой оболочке в области переходной складки составляет 50–65 мкм и в среднем равен $58,5 \pm 2,3$ мкм. Между ними и капиллярами имеется развитая сеть посткапиллярных венулярных сосудов различного диаметра, которые в совокупности составляют многочисленные пути оттока крови из микроциркуляторного русла десны. В силу реологических особенностей кровотока, гистотопографических связей с окружающими тканевыми элементами, наконец, структурных свойств эндотелиальной выстилки, микрососуды венулярного звена микроциркуляторного русла десны, особенно собирательные венулы, играют ключевую роль в поддержании жидкостного баланса в тканях пародонта.

Микроциркуляторное русло слизистой оболочки полости рта человека устроено по сетевому типу: «артериолы образуют аркадные анастомозы, нередко переходящие в замкнутые кольцевидные сети, от которых отходят прекапилляры, а они в свою очередь делятся на капилляры. Далее эти микрососуды собираются в

посткапилляры, затем в венулы, которые вновь образуют замкнутые сети» [Морозов М. В., 2008]. В слизистой оболочке, которая хорошо просматривается в области переходной складки, можно выделить несколько уровней расположения кровеносных сосудов: сосочковый, подсосочковый и глубокий, расположенный в подслизистом слое. Эти сети сообщаются между собой посредством вертикально ориентированных анастомозов. Если капилляры более или менее равномерно распределены в зондируемом объеме ткани, то этого нельзя сказать об артериолах и венулах, которые располагаются более редко (Рисунок 9).



Рисунок 9 – Микроциркуляторное русло поверхностного слоя в прикрепленной десны, возраст 20 лет (биомикрофото; ув. ×100)

От подсосочкового сплетения по направлению к эпителиальному пласту идут шпилькообразные капиллярные петли, которые хорошо просматриваются в поверхностных слоях. Капилляры обычно имеют форму кроткой петли, в которой различают три отдела: артериальную и венозную бранши, соединенные между собой переходным отделом (Рисунок 10). «Короткие ветви от подсосочковой сети кровоснабжают группы сосочков и обычно не анастомозируют друг с другом, что обуславливает очаговость вазомоторных реакций» [Морозов М. В., 2008].

«Различие между сосочковым и сетчатым слоями заключается в относительном содержании в каждом из них кровеносных капилляров. Сосочковый слой об-

ладает богатым кровоснабжением. Одна группа капилляров образует петли, которые тянутся в сосочки, другая группа сосудов образует уплощенное русло ниже оснований сосочков» [Морозов М. В., 2008].



Рисунок 10 – Капилляры в поверхностных слоях переходной десны (биомикрофото; ув. $\times 100$)

При биомикроскопии сосудистое русло слизистой оболочки в области переходной складки у практически здоровых людей «представлено капиллярными петлями в виде петелек (или «дамских шпилек»), расположенных параллельно друг другу. Количество капилляров в поле зрения колеблется от 8 до 13 ($10,6 \pm 0,4$). Бранши артериолярной и веноулярной частей капиллярных петель идут параллельно, имея ровное закругление, либо образуя перекрученную петлю в месте перехода. Длина артериолярного звена капилляра $267 \pm 20,8$ мкм, веноулярного – $286 \pm 19,2$ мкм. Извитость, а также дубликация капиллярных петель встречается в единичных случаях. Диаметр артериолярной части капилляра колеблется от 4,9 мкм до 8,3 мкм ($6,5 \pm 0,46$), веноулярной – от 6,8 мкм до 10 мкм ($8,1 \pm 0,58$). Артерио-веноулярное соотношение диаметров не превышает 1:2, при этом величина диаметра микрососудов колеблется незначительно, что говорит о его равномерности» [Сабанцева Е. Г., 2005].

«Биомикроскопическая оценка капиллярной сети вестибулярной поверхности слизистой оболочки десны позволяет выявить конструктивные особенности

микрососудов и их распределения в тканях пародонта. В норме регистрируется равномерное распределение капиллярных петель в поверхностных слоях слизистой оболочки десны. Гистотопографически капиллярные петли ориентированы своей верхушкой к свободному краю десны и располагаются более или менее правильными рядами» [Кречина Е. К., 2010].

«Кровенаполнение микрососудов равномерное, кровоток быстрый (различить одиночные эритроциты при прохождении их через капилляр практически не удастся), фон чистый, прозрачный. Приносящие кровь артериолы и венулы определяются нечетко, так как залегают глубоко под поверхностным слоем слизистой оболочки» [Сабанцева Е. Г., 2005]. Не было обнаружено выраженных отличительных особенностей архитектоники микроциркуляторного русла десны в симметричных точках справа и слева, а также на верхней и нижней челюстях.

Капилляры прикрепленной десны «являются продолжением не анастомозирующих между собой артериол, которые, в свою очередь, отходят от сосудов субкапиллярного артериального сплетения в области переходной складки» [Морозов М. В., 2008]. «Согласно анатомическим данным, субкапиллярное сплетение следует считать сплетением анастомозирующих между собой артериол, от которых отходят прекапиллярные артериолы, дающий начало одному, реже нескольким капиллярам. Артериальный отдел капилляра, поднимаясь к сосочку в слизистой оболочке, перегибается, переходя в венозный отдел, который впадает в посткапиллярную венулу. Последняя собирает кровь от одного или нескольких капилляров и впадает в субкапиллярное сплетение анастомозирующих между собой венул» [Морозов М. В., 2008].

Сами капиллярные петли отличаются полиморфизмом, выраженным в той или иной степени (Рисунок 11). Наряду с симметричными браншами капиллярных петель, встречаются микрососуды, у которых венозный отдел по своему диаметру превосходит артериальный. Это во многом сопряжено со спазмом прекапиллярного звена. Обращает на себя внимание разная степень извитости капиллярных браншей и их перекручивания. Не исключено, что это является одним из признаков повышения пролиферативной активности эндотелиоцитов в этих микрососудах, на что обращают внимание [Bollinger et al., 1977; Козлов В. И., 2012]. Возможно также, что

структурные изменения капилляров в слизистой оболочке, обусловленные их извитостью, связаны с их постепенной деградацией.

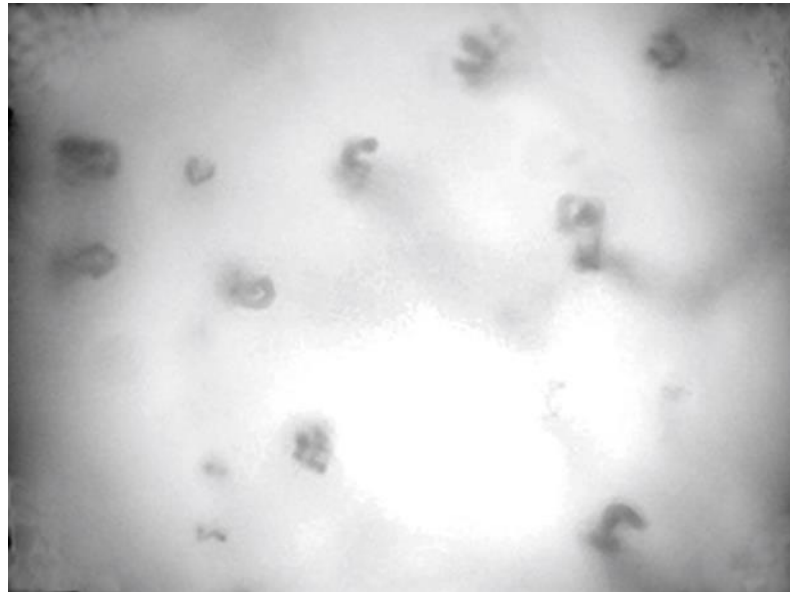


Рисунок 11 – Капиллярные прикрепленной части десны в области фронтального пародонта (биомикрофото; ув. $\times 100$)

«При биомикроскопии десны в различных топографо-анатомических зонах наблюдается довольно высокая степень вариабельности ангиоархитектоники капиллярной сети и кровотока в микрососудах. Визуализируются преимущественно самые терминальные звенья микроциркуляторного русла, так как крупные сосуды микроциркуляторного русла залегают глубоко» [Морозов М. В., 2008] и доступны для визуального контроля лишь в области переходной складки.

В области прикрепленной части десны и ее маргинальной части капилляры расположены почти перпендикулярно поверхности слизистой оболочки, в них хорошо различимы переходные отделы капиллярных петель и циркуляция по ним крови (Рисунок 12), что «позволяет оценить не только степень кровенаполнения капилляров, но и особенности пассажа форменных элементов крови, временные (динамические) изменения кровотока, обусловленные вазомоцией» [Морозов М. В., 2008].

«Диаметр переходного отдела капилляра в среднем равен у здоровых лиц $9,3 \pm 1,22$ мкм» [Морозов М. В., 2008]. «Переходный отдел обычно равномерно закруглен и самый широкий. Венозный отдел имеет слегка волнистые контуры, обычно шире и несколько короче артериального. Каждому сосочку соответствует

один, реже два капилляра. Иногда встречаются извитые и скрученные в виде восьмерки петли. При визуальном наблюдении за капиллярным кровотоком в видимых капиллярных петлях он изменялся от сплошного гомогенного до зернистого, а в некоторых капиллярах был прерывистым, или прекращался вовсе, что обусловлено вазомоцией прекапиллярных артериол» [Кошкарян А. Л., 2010]. «На фоне гомогенной эритроцитарной массы, которая движется по капиллярам, скорость лейкоцитов заметно ниже, и они отчетливо визуализируются в просвете капилляров как округлые беловатые и прозрачные тельца. В артериальном отделе скорость кровотока самая высокая, в переходном – значительное замедление скорости движения эритроцитов» [Морозов М. В., 2008].

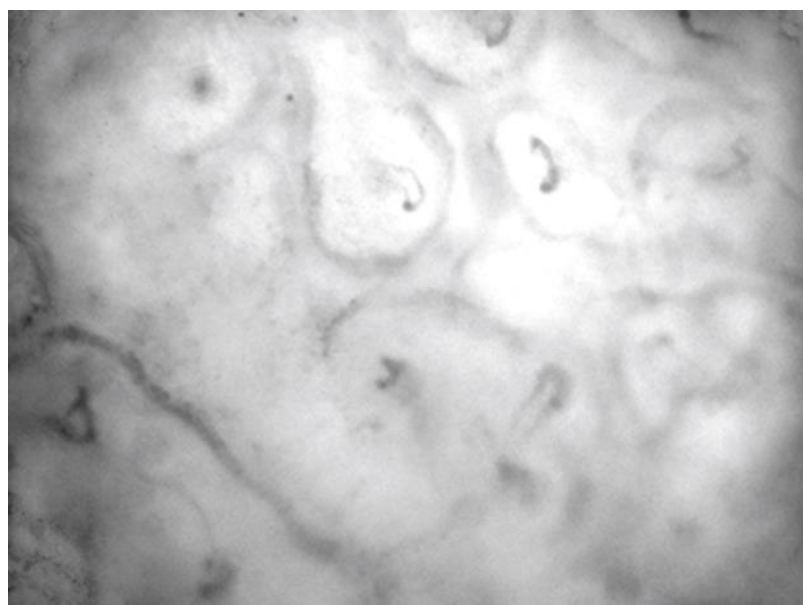


Рисунок 12 – Капилляры прикрепленной части десны в области жевательного пародонта (биомикрофото; ув. $\times 80$).

В разных областях десны имеются «различные показатели по плотности расположения капилляров, что прямо зависит от анатомических особенностей формирования микроциркуляторного русла» [Морозов М. В., 2008]. Гетероморфизм васкуляризации тканей пародонта в области прикрепленной десны и ее маргинальной части прямо зависит от анатомических особенностей формирования их микроциркуляторного русла. Капилляры маргинального края десны являются наиболее удаленными микрососудами от подслизистого сосудистого сплетения.

«В свободном крае десны, или ее маргинальной части, капиллярные петли расположены более полого (Рисунок 13), поэтому хорошо просматриваются их артериальные и венозные звенья. В прикрепленной десне капиллярные петли преимущественно ориентированы перпендикулярно вестибулярной поверхности десны, в силу этого хорошо просматриваются лишь переходные отделы капиллярных петель. Однако следует отметить, что при истончении эпителиального слоя слизистой оболочки десны и разрежении соединительнотканых структур становится возможным наблюдать и глубоко расположенные микрососуды артериального и венозного звеньев, которые образуют сплетение, ориентированное параллельно свободному краю десны» [Сабанцева Е. Г., 2005].

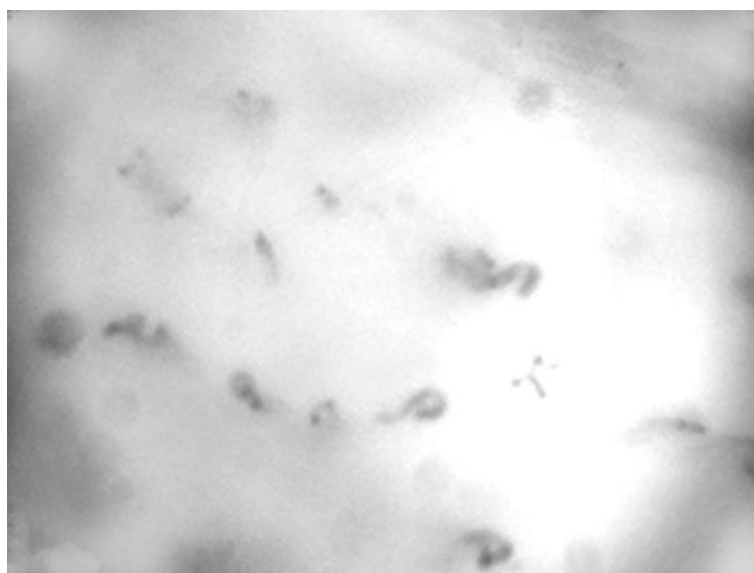


Рисунок 13 – Капилляроскопия в области маргинальной части десны (биомикрофото; ув. $\times 80$).

«Диаметр капилляров у здоровых колеблется от 5 до 9 мкм (в среднем $7,2 \pm 0,4$); в артериальном колене он составляет 6–8 мкм; в венозном 7–9 мкм; наиболее широким является переходный отдел – 8–10 мкм. Длина капилляров колеблется от 80 до 100 мкм и существенно зависит от угла наклона капиллярных петель к поверхности слизистой оболочки» [Сабанцева Е. Г., 2005]. Средние параметры капилляров по зонам десны представлены в Таблице 3.

Особый интерес представляют показатель плотности капиллярной сети в тканях пародонта. Десна имеет относительно слабо развитую капиллярную сеть, особенно в маргинальной части. Имеется определенный градиент снижения плотности

капилляров от переходной складки, где она составляет $43,0 \pm 3,5$ мм², до $32,0 \pm 2,3$ мм² в маргинальной части десны.

Таким образом, по мере удаления от субпапиллярного сплетения к маргинальному краю десны имеет место градиентное снижение плотности капиллярных сетей на 21%. Поэтому в десне около шейки зуба показатели васкуляризации слизистой оболочки самые низкие. Возможно, это является одной из анатомических предпосылок формирования здесь десневых карманов.

Таблица 3 – Структурные характеристики микрососудов десны по данным биомикроскопии ($M \pm m$)

Показатели	Зоны десны		
	ПС	ПД	МД
Плотность капиллярной сети, мм ²	$43,0 \pm 3,5$	$41,1 \pm 1,8$	$32,0 \pm 2,3$
Диаметр капилляров, мкм:			
– артериальный отдел	$7,80 \pm 1,09$	$7,40 \pm 0,97$	$6,80 \pm 0,88$
– переходный отдел	$9,41 \pm 1,39$	$9,30 \pm 1,22$	$9,60 \pm 1,12$
– венозный отдел	$8,50 \pm 2,29$	$8,60 \pm 1,78$	$8,70 \pm 2,02$
Длина капилляров, мкм	$134,0 \pm 4,3$	$58,0 \pm 2,6$	$94,0 \pm 4,3$

У здоровых коэффициент асимметрии показателей микроциркуляции во фронтальном и жевательном пародонте $< 0,05$; градиент отличий показателей в различных частях десны $< 0,1$.

На гистологических срезах слизистой оболочки в области десны видны лишь фрагменты микрососудов папиллярного и субпапиллярного сплетений. Сосочки в слизистой оболочке обычно «невысокие или вовсе сглажены, поэтому капилляры в десне на большем ее протяжении располагаются под углом к ее поверхности, и в гистологический срез попадают лишь фрагменты артериального отдела капилляра, либо венозного. В каждый сосочек обычно входит по одному петлеобразному капилляру» [Морозов М. В., 2008] (Рисунок 14).

В хорошо выраженных сосочках с широким основанием может наблюдаться две капиллярные петли. Такие сосочки чаще наблюдаются в области жевательного пародонта (Рисунок 15).

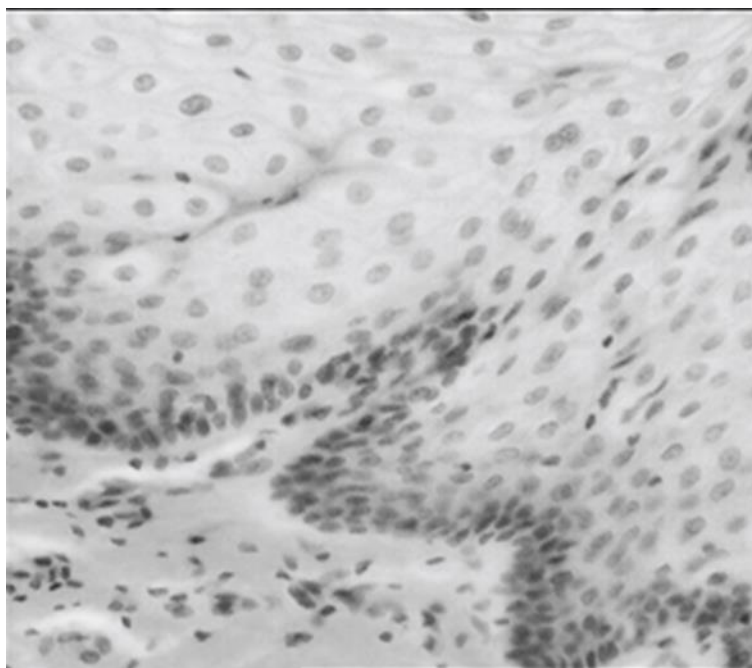


Рисунок 14 – Субпапиллярной слой десны в области фронтального пародонта (биомикрофото; ув.×100)

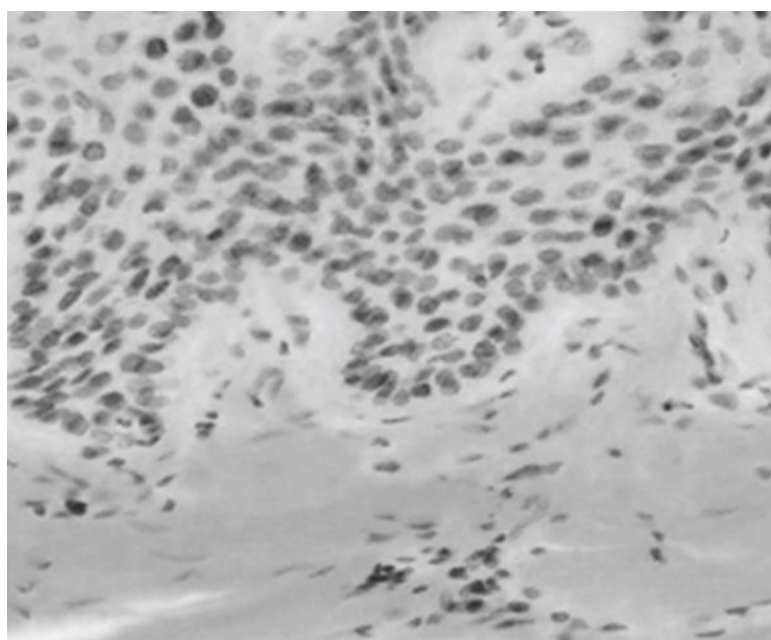


Рисунок 15 – Сосочки с широким основанием в области жевательного пародонта (биомикрофото; ув. ×100)

Десна является продолжением слизистой оболочки полости рта и в ней выделяют два слоя: наружный – эпителий и более глубоко расположенный – соединительнотканый или стромальный, который плотно срастается с надкостницей. Поэтому подслизистый слой в десне отсутствует. Эпителий десны представлен многослойным плоским эпителием. Самый глубокий слой эпителия десны, базальный слой, располагается непосредственно на базальной мембране; его клетки имеют

округлую форму. На границе эпителиального слоя и подлежащей рыхлой соединительной ткани формируются сосочки и папиллярное микрососудистое сплетение, преимущественно состоящее из капилляров.

При световой микроскопии препаратов слизистой оболочки в области десны выявляется характерная для данной области картина глубины залегания микрососудов. Эпителиальный слой – тонкий, с неровными очертаниями нижней границы. Толщина его варьировала от 30 мкм до 41 мкм, в среднем составляя $36 \pm 0,6$ мкм. Сосочки выражены на всем протяжении десны. В них, «как правило, входит по одному капилляру. В капиллярах можно различить артериальный и венозный отделы.

В строении десны можно отметить хорошо выраженный сосочковый и сетчатый слои (Рисунок 16). В толще сетчатого слоя визуализируются отдельные фибробласты и более крупные макрофаги; хорошо выражены коллагеновые и эластические волокна.

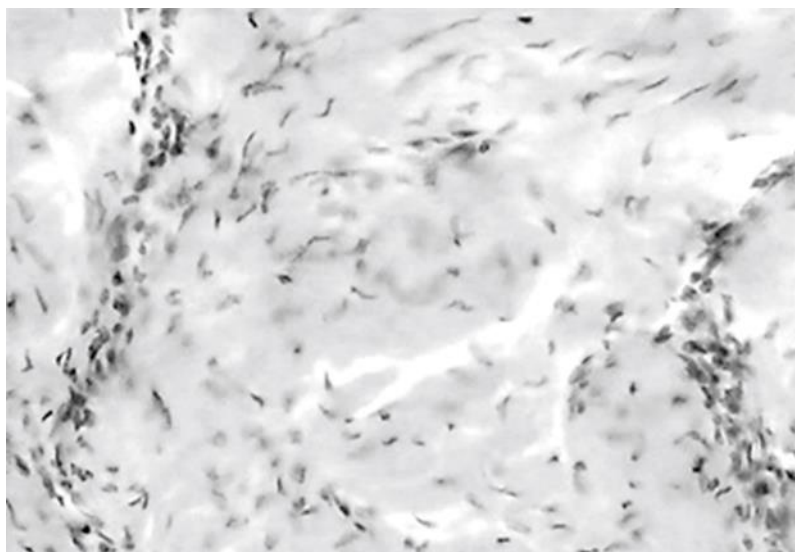


Рисунок 16 – Сетчатый (стромальный) слой слизистой оболочки в области десны, в котором различимы микрососуды субпапиллярного сплетения (биомикрофото; ув. $\times 80$).

Капилляры микроциркуляторного русла в области прикрепленной десны залегают на уровне от 44,0 мкм до 53,0 мкм, в среднем – на уровне $47,0 \pm 0,4$ мкм. Сосуды субпапиллярного сплетения залегают на глубине от 64 мкм до 83 мкм, в среднем – на глубине $73,0 \pm 0,85$ мкм» [Морозов М. В., 2008].

В маргинальной части десны сосочки более высокие и вытянутые. В них также, как правило, заходит по одному капилляру.

В области маргинальной части десны сосочки в слизистой оболочке узкие и более вытянутые (Рисунок 17). Глубина залегания капилляров сосочкового слоя достигает $49,0 \pm 0,4$ мкм.

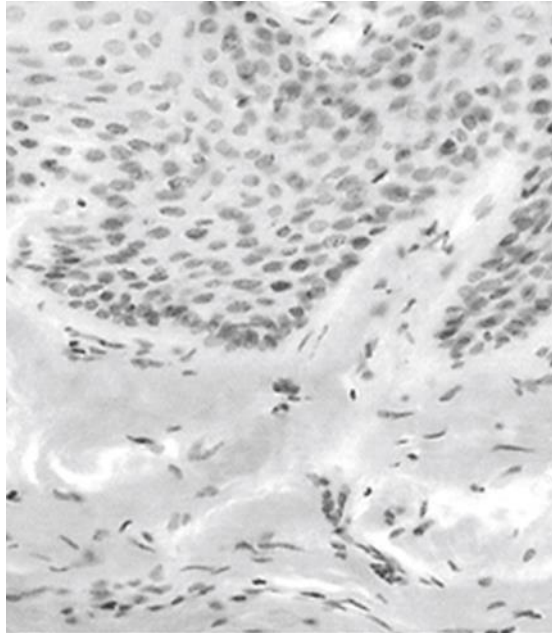


Рисунок 17 – Микрососуды десны папиллярного слоя в области маргинального края десны (биомикрофото; ув. $\times 100$)

В области прикрепленной десны сосочки, как правило, более широкие (Рисунок 18). Поскольку в этой зоне десны толщина эпителиального слоя не превышает $31,0 \pm 0,8$ мкм, глубина залегания капилляров папиллярного сплетения невысокая и составляет $42,0 \pm 0,6$ мкм.

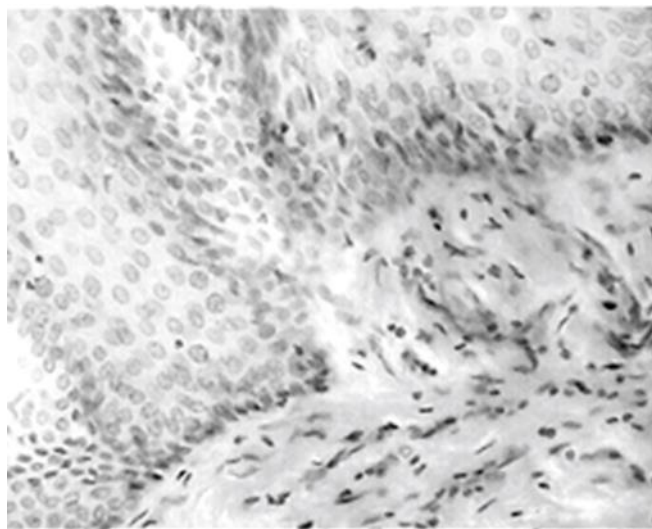


Рисунок 18 – Слизистая оболочка в области прикрепленной десны (биомикрофото; ув. $\times 100$)

В сосочках слизистой оболочки переходной складки капилляры устроены более сложно. В них наблюдается дупликация капиллярных петель (Рисунок 19). Этот феномен, по-видимому, обусловлен повышенной пролиферативной активностью эндотелиоцитов.

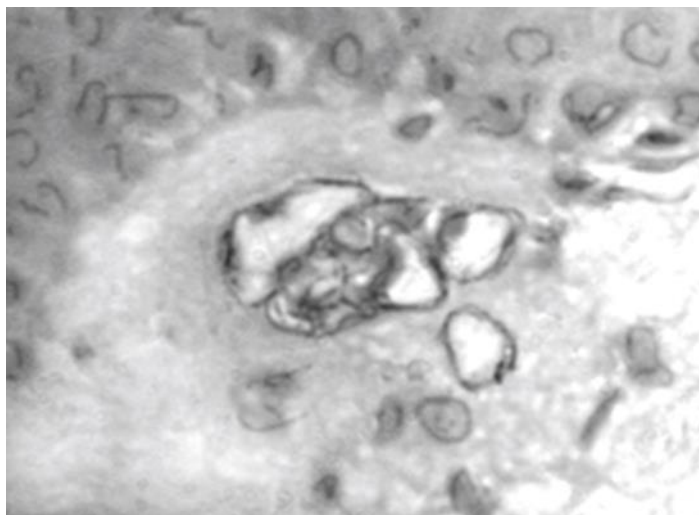


Рисунок 19 – Дупликация капиллярной петли в папиллярном сплетении, в области переходной складки (биомикрофото; ув. x120)

Сводные данные по глубине залегания микрососудов папиллярного сплетения в слизистой оболочке в разных зонах десны представлены в (Таблица 4).

Таблица 4 – Толщина эпидермиса и глубина залегания микрососудов в слизистой оболочке полости рта в области десны

Параметры	Топографо-анатомические зоны десны		
	ПС	ПД	МД
Толщина эпителиального слоя, мкм	43,0±0,6	31,0±0,8	38,0±0,6
Глубина залегания капилляров сосочкового слоя, мкм	53,2±0,7	42,0±0,6	49,0±0,4
Глубина залегания сосудов субпапиллярного сплетения, мкм	102,3±0,8	84,0±0,9	106,0±0,95

Таким образом, «полученные данные показали, что десна в разных зонах имеет различные показатели по плотности расположения капилляров и глубине залегания микрососудов, что прямо зависит от анатомических особенностей формирования микроциркуляторного русла слизистой оболочки» [Морозов М. В., 2008].

3.2. Состояние тканевого кровотока в разных топографо-анатомических зонах десны

Регистрация тканевого кровотока с помощью ЛДФ производилась во фронтальном и жевательном пародонте на верхней и нижней челюстях, а также в трех областях десны: I – в переходной (складке) десне (ПС), II – в прикрепленной (альвеолярной) части десны (ПД) и III – в маргинальной (пришеечной) части десны (МД).

На Рисунке 20 представлена ЛДФ-грамма, а на Рисунке 21 ее частотно-амплитудный спектр в переходной складке в области фронтального пародонта на верхней челюсти. На ней хорошо видны регулярные колебания тканевого кровотока с различной частотой и амплитудой.

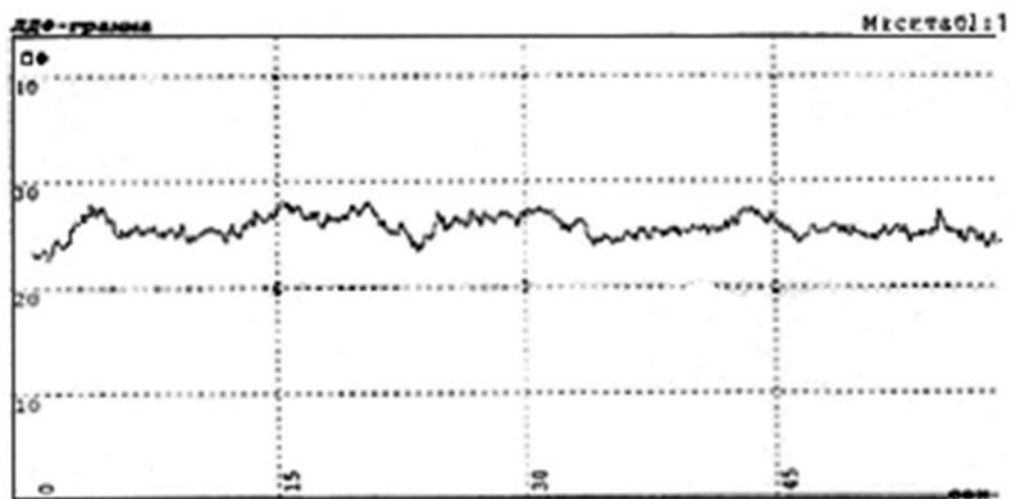


Рисунок 20 – ЛДФ-грамма в переходной складке десне в области фронтального пародонта на верхней челюсти



Рисунок 21 – Частотно-амплитудный спектр флуксуций в переходной складке десны в области фронтального пародонта на верхней челюсти

По данным ЛДФ-граммы показатели переходной десне в области фронтального пародонта на верхней челюсти составили: ПМ $26,92 \pm 1,04$ перф. ед., СКО $2,86 \pm 0,22$ перф. ед., ИФМ $1,25 \pm 0,05$. Частотно-амплитудный анализ составил: NF-колебания 3,21 перф. ед, вклад 29,2%, MF-колебания 5,08 перф. ед, вклад 43,6%, VLF (прочие)-колебания 2,23 перф. ед., вклад 20,6%. RF-колебания 1,74 перф. ед., вклад 5,1%, CF-колебания 0,90 перф. ед., вклад 1,5% (Таблица 5).

Таблица 5 – Показатели микроциркуляции в переходной складке десны в области фронтального пародонта на верхней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		26,92	7,3	1,04
СКО, перф. ед.		2,86	1,56	0,22
ИФМ		1,25	0,37	0,05
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	3,21	1,12	0,44
	Вклад, %	29,2	4,25	1,13
MF	А, перф. ед.	5,08	1,82	0,26
	Вклад, %	43,6	6,92	0,98
VLF (прочие)	А, перф. ед.	2,23	1,62	0,37
	Вклад, %	20,6	4,14	1,16
RF	А, перф. ед.	1,74	1,16	0,16
	Вклад, %	5,10	4,87	0,69
CF	А, перф. ед.	0,90	0,33	0,04
	Вклад, %	1,5	1,99	0,28

На Рисунке 22 и Рисунке 23 представлены примеры записи ЛДФ-граммы и ее частотно-амплитудного спектра, характеризующие тканевый кровоток в прикрепленной части десны в области фронтального пародонта на верхней челюсти.

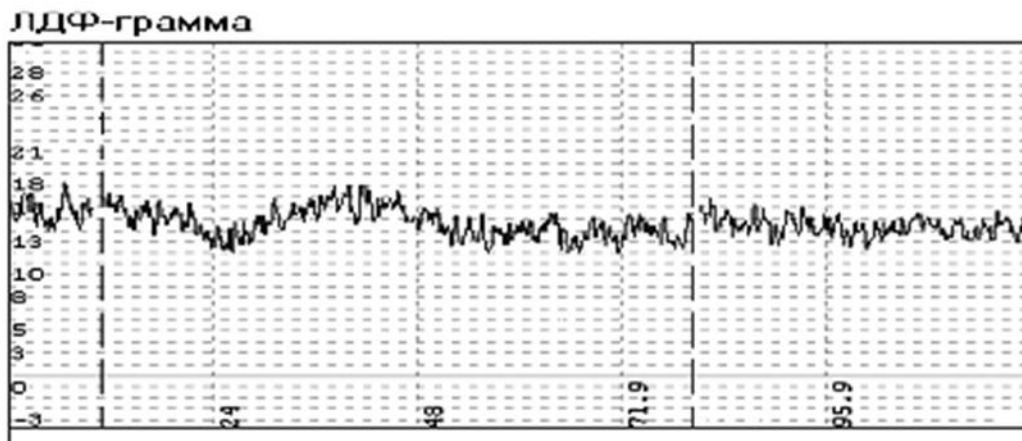


Рисунок 22 – ЛДФ-грамма в прикрепленной части десны в области фронтального пародонта на верхней челюсти

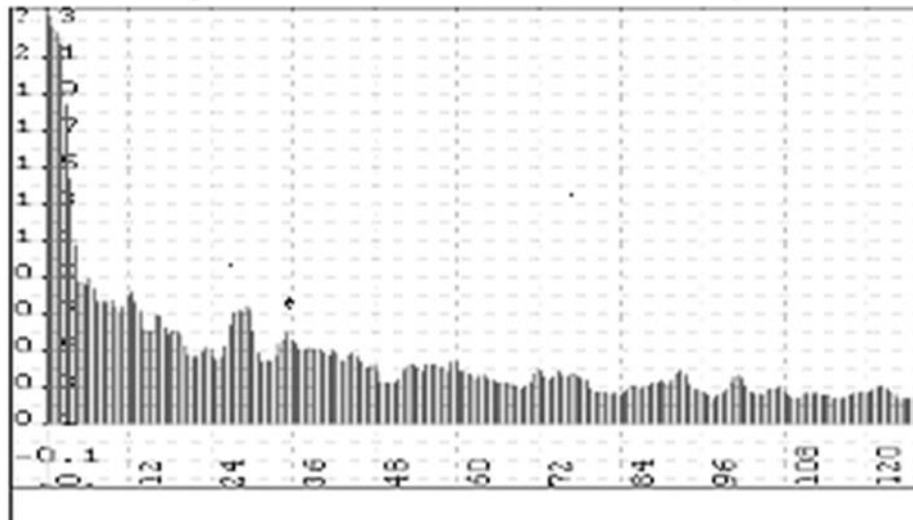


Рисунок 23 – Частотно-амплитудный спектр флаксмоций в прикрепленной части десны в области фронтального пародонта на верхней челюсти

В Таблица 6 представлены суммарные показатели ЛДФ-метрии в прикрепленной части десны в области фронтального пародонта на верхней челюсти составили: ПМ $26,21 \pm 0,88$ перф. ед., СКО $3,76 \pm 0,14$ перф. ед., ИФМ $1,67 \pm 0,21$.

Таблица 6 – Показатели микроциркуляции в прикрепленной части десны в области фронтального пародонта на верхней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		26,21	6,65	0,88
СКО, перф. ед.		3,76	0,43	0,14
ИФМ		1,67	0,65	0,21
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	2,27	0,46	0,07
	Вклад, %	22,3	2,19	1,12
MF	А, перф. ед.	4,15	0,46	0,05
	Вклад, %	43,6	3,2	0,36
VLF (прочие)	А, перф. ед.	2,72	0,53	0,06
	Вклад, %	27,4	2,31	0,48
RF	А, перф. ед.	2,62	0,18	0,02
	Вклад, %	6,0	2,65	0,29
CF	А, перф. ед.	1,19	0,1	0,01
	Вклад, %	0,7	0,99	0,11

Частотно-амплитудный анализ составил:

- 1) NF-колебания 2,27 перф. ед, вклад 22,3%;
- 2) MF-колебания 4,15 перф. ед, вклад 43,6%,

- 3) VLF-колебания (прочие) 2,72 перф. ед., вклад 27,4%;
- 4) RF-колебания 2,62 перф. ед., вклад 6,0%;
- 5) CF-колебания 1,19 перф. ед., вклад 0,7%.

На Рисунке 24 и Рисунке 25 представлены примеры записи ЛДФ-граммы и ее частотно-амплитудного спектра, характеризующие тканевый кровоток в маргинальной части десны в области фронтального пародонта на верхней челюсти.

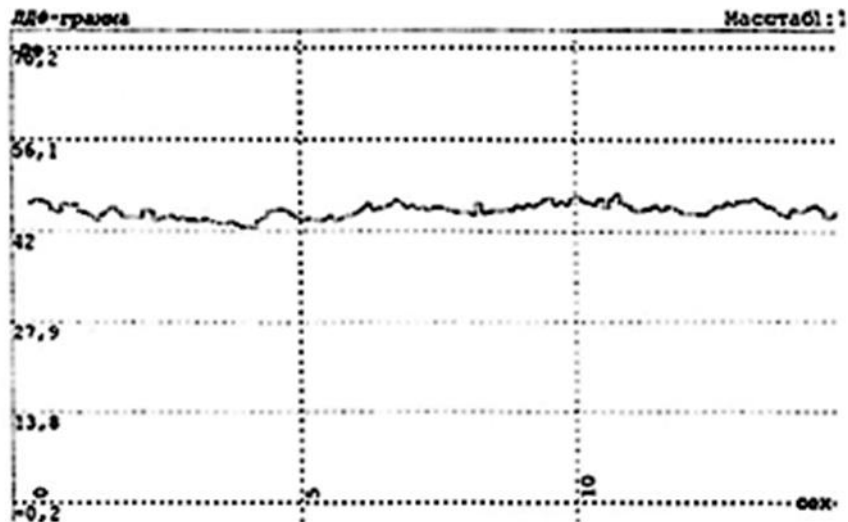


Рисунок 24 – ЛДФ-грамма в маргинальной части десны в области фронтального пародонта на верхней челюсти

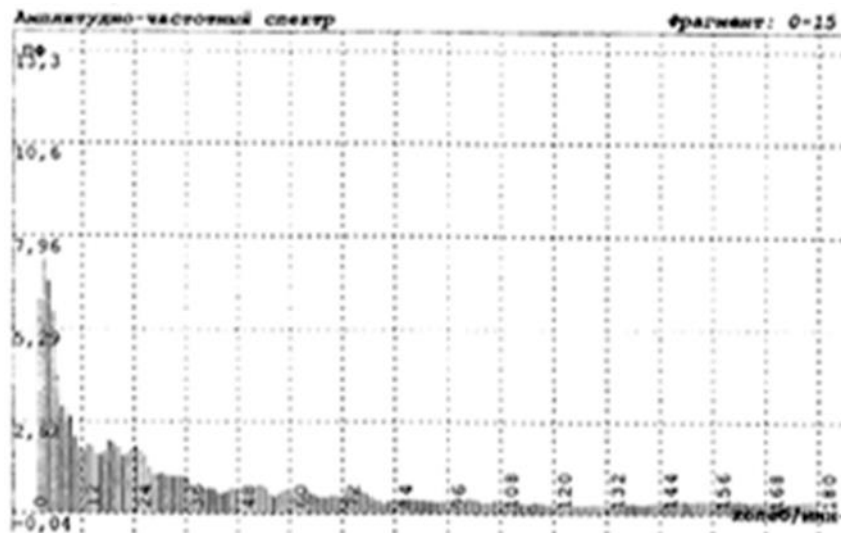


Рисунок 25 – Частотно-амплитудный спектр флаксмоций в маргинальной части десны в области фронтального пародонта на верхней челюсти

Показатели ЛДФ-граммы в маргинальной десне в области фронтального пародонта на верхней челюсти составили в среднем характеризовались следующими

параметрами: ПМ $25,21 \pm 0,54$ перф. ед., СКО $3,03 \pm 0,09$ перф. ед., ИФМ $1,60 \pm 0,02$.

Частотно-амплитудный анализ составил:

- 1) NF-колебания 1,92 перф. ед, вклад 24,3%;
- 2) MF-колебания 4,33 перф. ед, вклад 46,9%;
- 3) VLF (прочие)-колебания 2,05 перф. ед., вклад 20,4%;
- 4) RF-колебания 1,02 перф. ед., вклад 9,7%;
- 5) CF-колебания 0,50 перф. ед., вклад 2,0% (Таблица 7).

Таблица 7 – Показатели микроциркуляции в маргинальной части десны в области фронтального пародонта на верхней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		25,21	5,84	0,54
СКО, перф. ед.		3,03	0,65	0,09
ИФМ		1,60	0,14	0,02
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	1,92	0,53	0,09
	Вклад, %	24,3	6,92	1,21
MF	А, перф. ед.	4,33	1,38	0,19
	Вклад, %	46,9	11,8	2,4
VLF (прочие)	А, перф. ед.	2,05	1,63	0,23
	Вклад, %	20,4	5,53	1,13
RF	А, перф. ед.	1,02	0,55	0,07
	Вклад, %	9,7	4,71	0,67
CF	А, перф. ед.	0,50	0,22	0,03
	Вклад, %	2,0	2,14	0,3

Пример ЛДФ-метрии тканевого кровотока в области жевательного пародонта показан на Рисунке 26, а на Рисунке 27 дана спектрограмма флуксуций, характеризующая частотные составляющие основных биогенных ритмов.

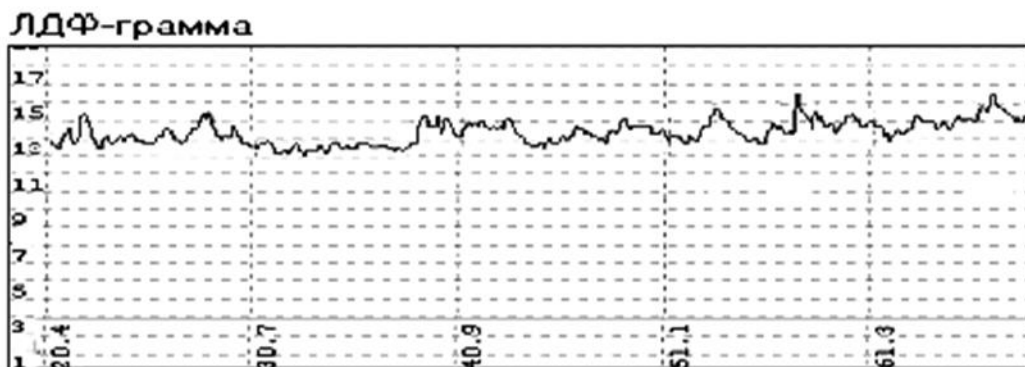


Рисунок 26 – ЛДФ-грамма в переходной складке десны в области жевательного пародонта на верхней челюсти

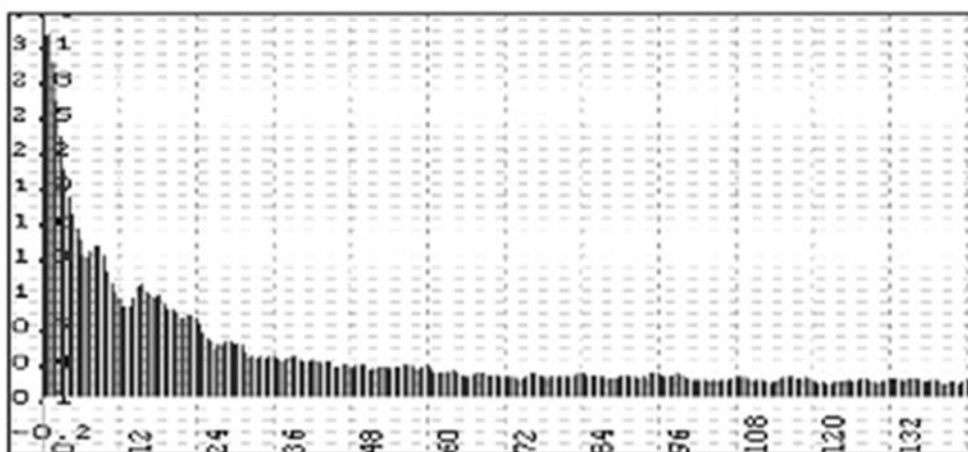


Рисунок 27– Частотно-амплитудный спектр флаксмоций в переходной складке десны в области жевательного пародонта на верхней челюсти

Сводные данные средних параметров показателей тканевого кровотока в переходной складке десны в области жевательного пародонта на верхней челюсти составили представлены в Таблица 8: ПМ $26,54 \pm 1,23$ перф. ед., СКО $2,08 \pm 0,27$ перф. ед., ИФМ $1,26 \pm 0,04$. Частотно-амплитудный анализ составил: NF-колебания 2,09 перф. ед, вклад 26,4%, MF-колебания 4,89 перф. ед, вклад 41,0%, VLF (прочие)-колебаний 3,11 перф. ед., вклад 20,4%, RF-колебаний 3,10 перф. ед., вклад 8,4%, CF-колебаний 1,52 перф. ед., вклад 2,0%.

Таблица 8 – Показатели микроциркуляции в переходной складке десны в области жевательного пародонта на верхней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		26,54	8,66	1,23
СКО, перф. ед.		2,08	1,91	0,27
ИФМ		1,26	0,31	0,04
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	2,09	1,09	0,25
	Вклад, %	26,4	7,31	1,44
MF	А, перф. ед.	4,89	2,35	0,33
	Вклад, %	41,0	7,98	1,56
VLF (прочие)	А, перф. ед.	3,11	1,21	0,46
	Вклад, %	20,4	8,01	2,33
RF	А, перф. ед.	3,10	0,85	0,12
	Вклад, %	8,4	6,95	0,99
CF	А, перф. ед.	1,52	0,3	0,04
	Вклад, %	2,0	2,96	0,42

Средние данные ЛДФ-графии в прикрепленной части десны в области жевательного пародонта на верхней челюсти составил: ПМ $26,05 \pm 0,28$ перф. ед., СКО $3,01 \pm 0,05$ перф. ед., ИФМ $1,38 \pm 0,05$. Частотно-амплитудный анализ составил: NF-колебания $4,28$ перф. ед, вклад $25,3\%$, MF-колебания $5,20$ перф. ед, вклад $42,5\%$, VLF (прочие)-колебаний $4,68$ перф. ед., вклад $21,2\%$, RF-колебаний $4,50$ перф. ед., вклад $9,2\%$, CF-колебаний $1,80$ перф. ед., вклад $2,5\%$ (Таблица 9).

Таблица 9 – Показатели микроциркуляции в прикрепленной части десны в области жевательного пародонта на верхней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		26,05	6,0	0,28
СКО, перф. ед.		3,01	0,39	0,05
ИФМ		1,38	0,37	0,05
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	4,28	1,47	0,86
	Вклад, %	25,3	4,02	0,67
MF	А, перф. ед.	5,20	0,6	0,08
	Вклад, %	42,5	7,45	1,06
VLF (прочие)	А, перф. ед.	4,68	0,66	0,99
	Вклад, %	21,2	3,62	1,08
RF	А, перф. ед.	4,50	0,36	0,05
	Вклад, %	9,2	4,57	0,65
CF	А, перф. ед.	1,80	0,15	0,02
	Вклад, %	2,5	0,69	0,09

В маргинальной части десны в области жевательного пародонта на верхней челюсти составил средние данные показателей тканевого кровотока представлены в Таблице 10.

ПМ в этой области составил $25,80 \pm 0,31$ перф. ед., СКО – $3,75 \pm 0,13$ перф. ед., ИФМ – $1,68 \pm 0,07$.

Частотно-амплитудный анализ показал, что вклад NF-колебания составил $27,1\%$, MF-колебания амплитуда – $5,29$ перф. ед, вклад – $36,5\%$, VLF (прочие)-колебаний – $4,22$ перф. ед., вклад – $27,2\%$, RF-колебаний – $2,73$ перф. ед., вклад – $8,1\%$, CF-колебаний – $1,13$ перф. ед., вклад – $1,1\%$ (Таблица 10).

Таблица 10 – Показатели микроциркуляции в маргинальной части десны в области жевательного пародонта на верхней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		25,80	5,10	0,31
СКО, перф. ед.		3,75	0,97	0,13
ИФМ		1,68	0,51	0,07
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	3,02	1,21	0,31
	Вклад, %	27,1	7,20	1,67
MF	А, перф. ед.	5,29	1,36	0,19
	Вклад, %	36,5	12,43	1,77
VLF (прочие)	А, перф. ед.	4,22	1,44	0,23
	Вклад, %	27,2	6,90	2,01
RF	А, перф. ед.	2,73	0,44	0,06
	Вклад, %	8,11	2,47	0,35
CF	А, перф. ед.	1,13	0,16	0,02
	Вклад, %	1,10	1,02	0,14

Средние данные показателей ЛДФ-граммы, характеризующие тканевый кровоток в переходной складке десны в области фронтального пародонта на нижней челюсти составили: ПМ $27,10 \pm 0,91$ перф. ед., СКО $3,01 \pm 0,19$ перф. ед., ИФМ $1,77 \pm 0,05$.

Частотно-амплитудный анализ составил: NF-колебания 3,86 перф. ед, вклад 26,7%, MF-колебания 4,01 перф. ед, вклад 39,3%, VLF (прочие)–колебаний 4,62 перф. ед., вклад 28,2%, RF-колебаний 3,65 перф. ед., вклад 4,0%, CF-колебаний 1,52 перф. ед., вклад 0,8% (Таблица 11).

Средние данные ЛДФ-граммы в прикрепленной части десны в области фронтального пародонта на нижней челюсти представлены в Таблице 12. Они составили: ПМ $26,02 \pm 1,03$ перф. ед., СКО $3,56 \pm 0,18$ перф. ед., ИФМ $1,68 \pm 0,06$.

Частотно-амплитудный анализ составил: NF-колебания 3,89 перф. ед, вклад 29,2%, MF-колебания 3,84 перф. ед, вклад 38,2%, VLF (прочие)-колебаний 4,01 перф. ед., вклад 24,3%, RF-колебаний 3,17 перф. ед., вклад 7,4%, CF-колебаний 1,19 перф. ед., вклад 0,9% (Таблица 12).

Таблица 11 – Показатели микроциркуляции в переходной складке десны в области фронтального пародонта на нижней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		27,10	6,37	0,91
СКО, перф. ед.		3,01	1,35	0,19
ИФМ		1,77	0,41	0,05
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	3,86	1,27	0,71
	Вклад, %	26,7	2,68	0,39
MF	А, перф. ед.	4,01	1,47	0,25
	Вклад, %	39,3	4,45	0,61
VLF (прочие)	А, перф. ед.	4,62	2,37	0,38
	Вклад, %	28,2	7,97	0,89
RF	А, перф. ед.	3,65	0,76	0,08
	Вклад, %	4,0	2,61	0,29
CF	А, перф. ед.	1,52	0,14	0,01
	Вклад, %	0,80	0,54	0,06

Таблица 12 – Показатели микроциркуляции в прикрепленной части десны в области фронтального пародонта на нижней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		26,02	7,26	1,03
СКО, перф. ед.		3,56	1,29	0,18
ИФМ		1,68	0,48	0,06
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	3,89	1,76	0,36
	Вклад, %	29,2	3,04	0,56
MF	А, перф. ед.	3,84	2,56	0,28
	Вклад, %	38,2	3,13	0,35
VLF (прочие)	А, перф. ед.	4,01	1,86	0,32
	Вклад, %	24,3	6,97	0,78
RF	А, перф. ед.	3,17	0,85	0,09
	Вклад, %	7,40	3,74	0,42
CF	А, перф. ед.	1,19	0,23	0,02
	Вклад, %	0,90	0,64	0,07

Средние данные ЛДФ-граммы в маргинальной части десны в области фронтального пародонта на нижней челюсти составили: ПМ $25,0 \pm 0,95$ перф. ед., СКО $2,17 \pm 0,14$ перф. ед., ИФМ $1,77 \pm 0,05$. Частотно-амплитудный анализ составил: NF-колебания 4,06 перф. ед, вклад 27,2%, MF-колебания 5,07 перф. ед, вклад 35,8%,

VLF (прочие)-колебаний 5,08 перф. ед., вклад 29,2%, RF-колебаний 2,16 перф. ед., вклад 7,1%, CF-колебаний 1,00 перф. ед., вклад 0,7% (Таблица 13).

Таблица 13 – Показатели микроциркуляции в маргинальной части десны в области фронтального пародонта на нижней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		25,0	5,9	0,95
СКО, перф. ед.		2,17	0,28	0,14
ИФМ		1,77	0,34	0,05
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	4,06	0,63	0,22
	Вклад, %	27,2	1,45	0,33
MF	А, перф. ед.	5,07	0,46	0,23
	Вклад, %	35,8	1,36	0,68
VLF (прочие)	А, перф. ед.	5,08	0,43	0,21
	Вклад, %	29,2	1,38	0,69
RF	А, перф. ед.	2,16	0,22	0,11
	Вклад, %	7,10	1,41	0,70
CF	А, перф. ед.	1,00	0,09	0,04
	Вклад, %	0,7	0,19	0,09

Показатели данных ЛДФ-метрии показателей тканевого кровотока в переходной складке десны в области жевательного пародонта на нижней челюсти составили: ПМ $26,31 \pm 0,94$ перф. ед., СКО $3,41 \pm 0,17$ перф. ед., ИФМ $1,30 \pm 0,06$. Частотно-амплитудный анализ составил: NF-колебания 4,24 перф. ед, вклад 25,1%, MF-колебания 3,60 перф. ед, вклад 41,5%, VLF (прочие)-колебаний 4,72 перф. ед., вклад 23,1%, RF-колебаний 2,50 перф. ед., вклад 9,2%, CF-колебаний 1,59 перф. ед., вклад 1,1% (Таблица 14).

Средние данные показателей ЛДФ-граммы, характеризующие тканевый кровоток в прикрепленной части десны в области жевательного пародонта на нижней челюсти представлены в Таблица 15. Согласно им: ПМ равен $26,52 \pm 1,03$ перф. ед., СКО – $3,23 \pm 0,27$ перф. ед., ИФМ – $1,69 \pm 0,03$. Частотно-амплитудный анализ показал, что NF-колебания – 4,57 перф. ед, вклад – 29,2%, MF-колебания – 4,69 перф. ед, вклад – 39,7%, VLF (прочие)-колебаний – 4,97 перф. ед., вклад – 21,8%, RF-

колебаний –1,98 перф. ед., вклад –7,4%, CF-колебаний – 0,82 перф. ед., вклад – 1,9% (Таблица 15).

Таблица 14 – Показатели микроциркуляции в переходной складке десны в области жевательного пародонта на нижней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		26,31	6,25	0,94
СКО, перф. ед.		3,41	1,17	0,17
ИФМ		1,30	0,45	0,06
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	4,24	2,12	0,56
	Вклад, %	25,1	4,01	1,23
MF	А, перф. ед.	3,60	2,63	0,39
	Вклад, %	41,5	3,41	0,51
VLF (прочие)	А, перф. ед.	4,72	2,65	0,44
	Вклад, %	23,1	3,6	1,14
RF	А, перф. ед.	2,50	0,93	0,14
	Вклад, %	9,2	4,57	0,68
CF	А, перф. ед.	1,59	0,25	0,03
	Вклад, %	1,1	0,82	0,12

Таблица 15 – Показатели микроциркуляции в прикрепленной части десны в области жевательного пародонта на нижней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		26,52	8,70	1,03
СКО, перф. ед.		3,23	2,91	0,27
ИФМ		1,69	0,24	0,03
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	4,57	2,23	0,34
	Вклад, %	29,2	6,31	1,24
MF	А, перф. ед.	4,69	2,35	0,33
	Вклад, %	39,7	6,98	1,56
VLF (прочие)	А, перф. ед.	4,97	1,24	0,23
	Вклад, %	21,8	7,32	1,33
RF	А, перф. ед.	1,98	0,98	0,12
	Вклад, %	7,4	2,95	0,88
CF	А, перф. ед.	0,82	0,3	0,02
	Вклад, %	1,9	2,98	0,42

Средние данные показателей ЛДФ-граммы, характеризующие тканевый кровоток в маргинальной части десны в области жевательного пародонта на нижней челюсти

представлены в Таблица 16. Согласно им: ПМ равен $25,11 \pm 0,81$ перф. ед., СКО – $3,47 \pm 0,09$ перф. ед., ИФМ – $1,49 \pm 0,02$. Частотно-амплитудный анализ показал: NF-колебания – 5,21 перф. ед, вклад – 25,4%, MF-колебания – 4,92 перф. ед, вклад – 41,1%, VLF (прочие)-колебаний – 5,33 перф. ед., вклад – 22,6%, RF-колебаний – 4,83 перф. ед., вклад – 9,1%, CF-колебаний – 2,23 перф. ед., вклад – 1,8% (Таблица 16).

Таблица 16 – Показатели микроциркуляции в маргинальной части десны в области жевательного пародонта на нижней челюсти

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		25,11	6,23	0,81
СКО, перф. ед.		3,47	1,25	0,09
ИФМ		1,49	0,31	0,02
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	5,21	1,48	0,24
	Вклад, %	25,4	4,76	0,46
MF	А, перф. ед.	4,92	1,27	0,15
	Вклад, %	41,1	4,45	0,51
VLF (прочие)	А, перф. ед.	5,33	2,37	0,28
	Вклад, %	22,6	5,97	0,79
RF	А, перф. ед.	4,83	0,66	0,07
	Вклад, %	9,1	1,61	0,19
CF	А, перф. ед.	2,23	0,14	0,01
	Вклад, %	1,8	0,44	0,06

В итоге, «на основании проведенных исследований были получены показатели, характеризующие по данным ЛДФ-метрии состояние микроциркуляции в разных топографо-анатомических областях десны» [Морозов М. В., 2008]. Эти данные позволили составить карту морфофункциональных особенностей состояния тканевого кровотока в тканях здорового пародонта на верхних и нижней челюстях у человека. В Таблица 17 сведены средние параметры показателей микроциркуляции в разных топографо-анатомических зонах десны. Результаты исследования показывают крайне низкую вариабельность показателей микроциркуляции в различных топографо-анатомических зонах десны.

Можно только отметить, что СКО в области прикрепленной части десны в области жевательного пародонта ($3,01 \pm 0,05$ перф. ед.) ниже такового показателя во фронтальном пародонте ($3,76 \pm 0,14$, перф. ед.), а в маргинальной части десны

напротив, более высокие показатели ЛДФ определялись в области жевательного пародонта ($3,75 \pm 0,13$ перф. ед.), по сравнению с фронтальным пародонтом ($3,03 \pm 0,09$ перф. ед.). Это естественно объясняется тем, что фронтальный пародонт в области маргинальной части активно подвергается охлаждающему действию окружающей среды.

Таблица 17 – Карта показателей микроциркуляции в разных топографо-анатомических зонах десны человека

<i>Топографо-анатомические зоны десны</i>		<i>ПМ, перф.ед.</i>	<i>СКО, перф. ед.</i>	<i>ИФМ</i>
<i>Фронтальный пародонт</i>				
Верхняя челюсть	ПС	26,92±1,04	2,86±0,22	1,25±0,05
	ПД	26,21±0,88	3,76±0,14	1,67±0,21
	МД	25,21±0,54	3,03±0,09	1,60±0,02
Нижняя челюсть	ПС	27,10±0,91	3,01±0,19	1,77±0,05
	ПД	26,02±1,03	3,56±0,18	1,68±0,06
	МД	25,0±0,95	2,17±0,14	1,77±0,05
<i>Жевательный пародонт</i>				
Верхняя челюсть	ПС	26,54±1,23	2,08±0,27	1,26±0,04
	ПД	26,05±0,28	3,01±0,05	1,38±0,05
	МД	25,80±0,31	3,75±0,13	1,68±0,07
Нижняя челюсть	ПС	26,31±0,94	3,41±0,17	1,30±0,06
	ПД	26,52±1,03	3,23±0,27	1,69±0,03
	МД	25,11±0,81	3,47±0,09	1,49±0,02

Таким образом, в здоровом пародонте нивелированы различия в показателях микроциркуляции в разных топографо-анатомических областях десны (Рисунок 28).

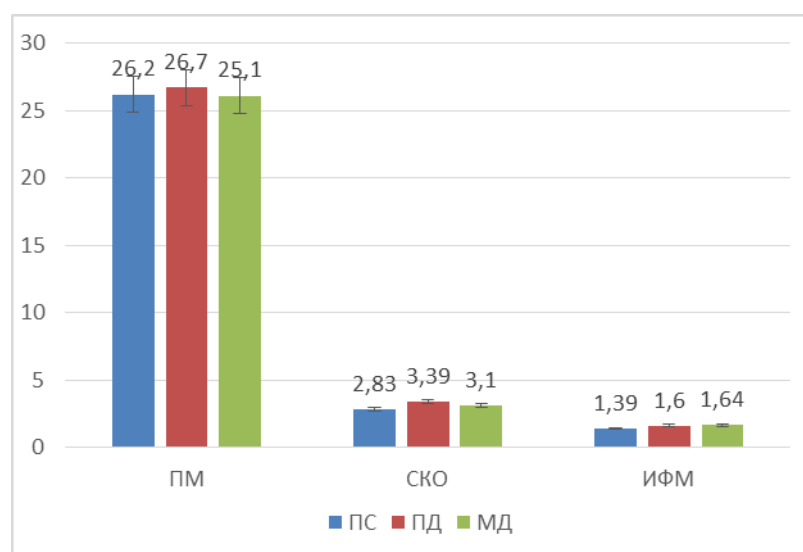


Рисунок 28 – Диаграмма показателей микроциркуляции в различных зонах десны

Также отсутствуют выраженные различия в показателях микроциркуляции в прикрепленной и маргинальной частях десны. Имеется лишь тенденция к снижению показателей микроциркуляции в маргинальной части десны.

В Таблице 18 сведены показатели спектра колебаний тканевого кровотока в разных топографо-анатомических областях десны. Представленные данные свидетельствуют о том, что существуют определенные различия в механизмах формирования флаксмоций в жевательном и во фронтальном пародонте.

Таблица 18 – Спектральные характеристики флаксмоций в разных зонах десны (вклад в общую мощность спектра в %)

<i>Топографо-анатомические зоны десны</i>		<i>Частотные диапазоны спектра</i>				
		NF	MF	VLF (прочие)	RF	CF
<i>Фронтальный пародонт</i>						
Верхняя челюсть	ПС	29,2	43,6	20,6	5,10	1,5
	ПД	22,3	43,6	27,4	6,0	0,7
	МД	24,3	41,4	20,4	9,7	2,0
Нижняя челюсть	ПС	26,4	39,3	20,4	4,0	0,8
	ПД	25,3	38,2	28,2	7,4	0,9
	МД	27,2	35,8	29,2	7,1	0,7
<i>Жевательный пародонт</i>						
Верхняя челюсть	ПС	26,4	41,0	20,4	8,4	2,0
	ПД	25,3	42,5	21,2	9,2	1,8
	МД	27,1	36,5	27,2	8,1	1,1
Нижняя челюсть	ПС	25,1	41,5	23,5	9,2	1,1
	ПД	29,2	39,7	21,8	7,4	1,9
	МД	25,4	41,1	22,6	9,1	1,8

«У здоровых лиц доминирующим ритмом флаксмоций являлся вазомоторный ритм, что отражают представленные гистограммы частотного-амплитудного спектра различных отделов слизистой оболочки в области десны. Особенно отчетливо это видно при сопоставлении вклада низкочастотных и высокочастотных ритмических флуктуаций кровотока в микрососудах, оцениваемых по их вкладу в общую мощность спектра» [Сабанцева Е. Г., 2005]. Наиболее отчетливо различия в формировании флаксмоций в жевательном и во фронтальном пародонте представлены на Рисунке 29, на котором дана диаграмма, характеризующая миогенный и

другие ритмы флуксуаций по их вкладу в общий спектр колебаний тканевого кровотока.

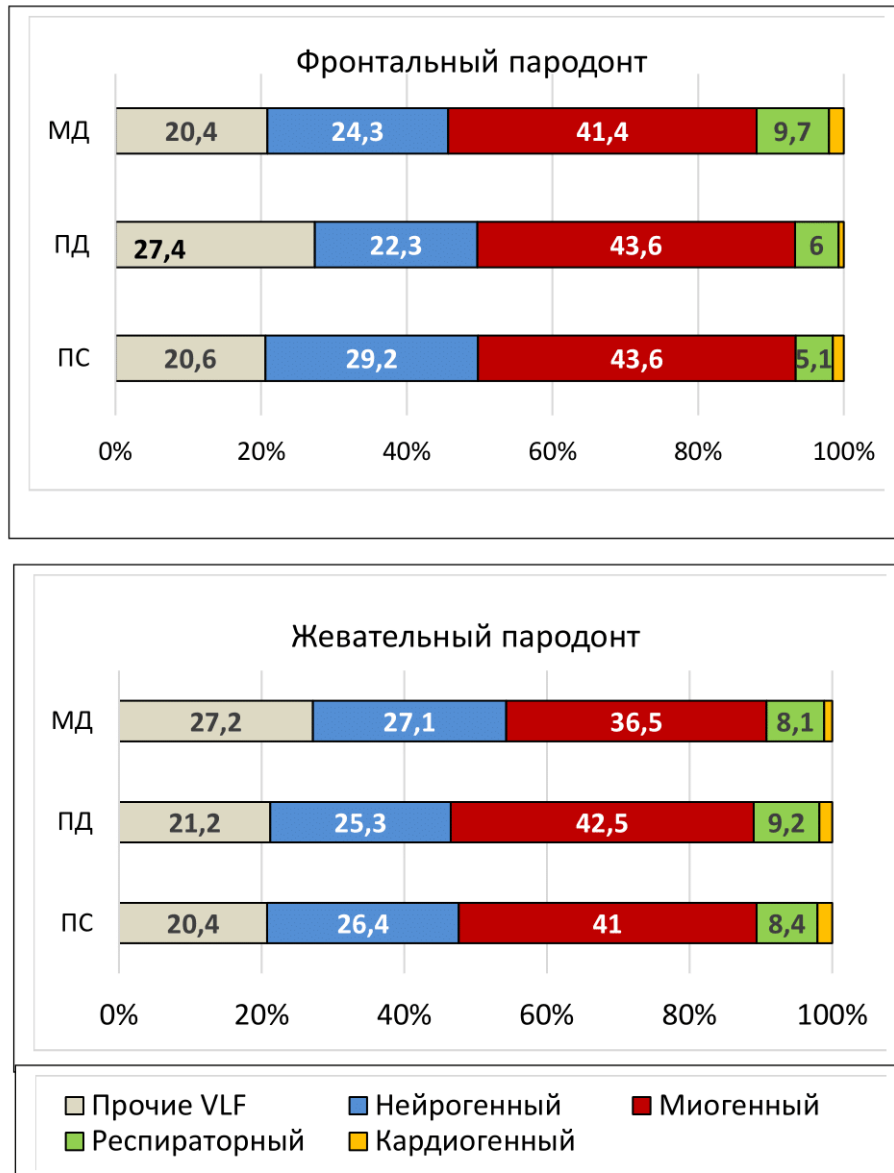


Рисунок 28 – Вклад в общую мощность спектра модуляции тканевого кровотока миогенного и других ритмов в переходной складке слизистой оболочки десны.

Обращает на себя внимание, что вазомоторный ритм наименее ослаблен в маргинальной части десны как в жевательном, так и во фронтальном пародонте.

В итоге, «применение амплитудно-частотного анализа ЛДФ-грамм позволило установить, что у здоровых испытуемых на слизистой оболочке полости рта независимо от зоны обследования доминировал вазомоторный компонент ритмических составляющих, а, следовательно, преобладали активные механизмы модуляции тканевого кровотока» [Сабанцева Е. Г., 2005] .

При оценке состояния тканевого кровотока в тканях относительно здорового пародонта важным показателем является низкая вариабельность показателей ЛДФ в симметричных точках слизистой оболочки полости рта, на что обратила внимание (Сабанцева Е.Г., 2005]. В этой связи нами было проведено специальное исследование степени асимметрии тканевого кровотока в симметричных точках слева и справа, а также на верхней и нижней челюстях в области фронтального и жевательного пародонта (Таблицы 19, 20 и 21).

Таблица 19 – Билатеральная асимметрия показателей микроциркуляции во фронтальном пародонте

<i>Топографо-анатомические зоны десны</i>		<i>Справа</i>	<i>Слева</i>	<i>Коэффициент асимметрии</i>
Верхняя челюсть	ПС	26,92	26,02	0,0001
	ПД	26,21	26,54	0,005
	МД	26,05	26,48	0,007
Нижняя челюсть	ПС	26,01	26,52	0,008
	ПД	26,10	26,20	0,001
	МД	26,08	26,42	0,005

Таблица 20 – Билатеральная асимметрия показателей микроциркуляции в жевательном пародонте

<i>Топографо-анатомические зоны десны</i>		<i>Справа</i>	<i>Слева</i>	<i>Коэффициент асимметрии</i>
Верхняя челюсть	ПС	26,45	26,10	0,005
	ПД	26,15	26,05	0,001
	МД	26,37	26,30	0,001
Нижняя челюсть	ПС	26,45	26,15	0,005
	ПД	26,37	26,20	0,001
	МД	26,15	26,06	0,001

Таблица 21 – Асимметрия показателей микроциркуляции в десне на верхней и нижней челюстях

<i>Топографо-анатомические зоны десны</i>		<i>Верхняя челюсть</i>	<i>Нижняя челюсть</i>	<i>Коэффициент асимметрии</i>
Фронтальный пародонт	ПС	26,17	26,05	0,001
	ПД	26,52	26,17	0,005
	МД	26,37	26,15	0,003
Жевательный пародонт	ПС	26,60	26,24	0,005
	ПД	26,40	26,50	0,001
	МД	26,37	26,50	0,001

Представленные в Таблицах 19, 20 и 21 данные показывают крайне низкий уровень асимметрии показателей микроциркуляции в симметричных точках как жевательного, так и фронтального пародонта. Коэффициент асимметрии во всех топографо-анатомических областях здоровой десны не превышает 0,01 (Коэф. асим. <0,01). Это позволяет сделать важный в практическом отношении вывод о том, что уже заметные различия в показателях микроциркуляции в симметричных точках десны могут свидетельствовать о ее расстройстве.

3.3. Индивидуально-типологические особенности микроциркуляции крови в десне

«В основу выявления индивидуально-типологических характеристик состояния микроциркуляции нами были положены данные биомикроскопии, а также статистические показатели, получаемые при ЛДФ-метрии: показатель микроциркуляции (ПМ), среднее квадратическое отклонение (СКО), реактивность микрососудов на дыхательную пробу, данные частотно-амплитудного спектра ЛДФ-грамм. Характерная биомикроскопическая картина и анализ параметров ЛДФ-метрии позволяет выделить три типа микроциркуляции: средний, наиболее распространенный, - мезоемический тип и два крайних – гиперемический, характеризующийся более высоким уровнем микроциркуляции крови в слизистой оболочке рта, и гипоемический тип с пониженным уровнем тканевого кровотока. Каждый из этих типов характеризовался разным уровнем тканевого кровотока и частотно-амплитудной характеристикой доплерограмм» [Морозов М. В., 2008].

«Наиболее часто встречаемый мезоемический тип характеризуется средними параметрами тканевого кровотока и хорошо выраженной аperiodичностью колебаний в ЛДФ-грамме» [Морозов М. В., 2008] (Рисунок 29). При этом типе микроциркуляции плотность функционирующих капилляров на 1 мм^2 находится в пределах средних значений и в среднем составляет $39 \pm 1,8$ капл/мм².

«Для мезоемический ЛДФ-граммы характерны относительно высокие значения ПМ и СКО, нерегулярные (aperiodические) колебаниями тканевого кровотока с высокой амплитудой и выраженными вазомоторными волнами второго порядка. Такая ЛДФ-грамма отражает высокий уровень колебания подвижности эритроцитов в микрососудах» [Морозов М. В., 2008]. В Таблице 22 приведены характерные

показатели микроциркуляции для ЛДФ-грамм в слизистой оболочке полости рта при мезоемическом типе микроциркуляции.

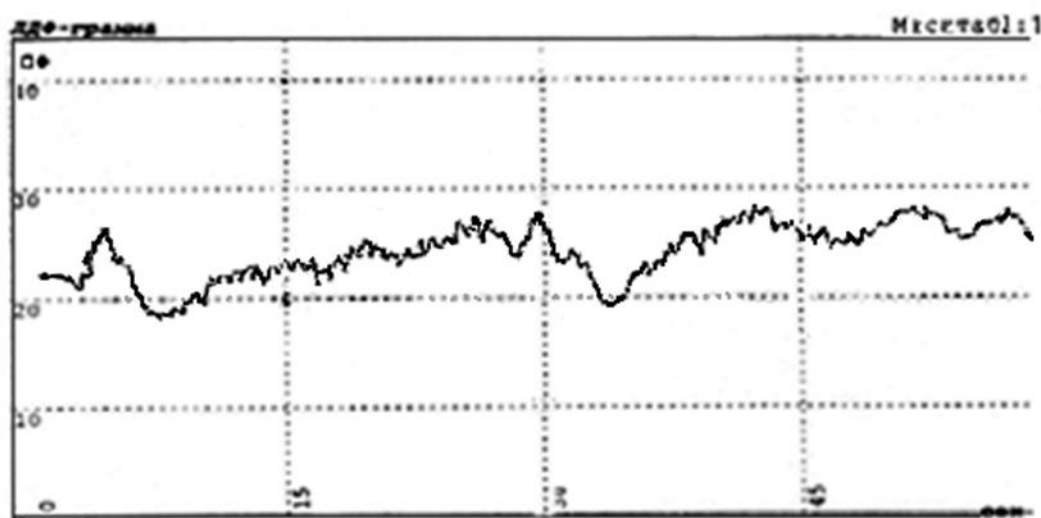


Рисунок 29 – ЛДФ-грамма при мезоемическом типе микроциркуляции. Область фронтального пародонта на верхней челюсти в зоне прикрепленной части десны

Таблица 22 – Параметры тканевого кровотока в прикрепленной части десны при мезоемическом типе микроциркуляции

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		26,10	3,65	1,01
СКО, перф. ед.		2,76	0,63	0,41
ИФМ		1,67	1,25	0,07
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	4,67	0,49	0,08
	Вклад, %	27,3	2,89	0,72
MF	А, перф. ед.	4,15	0,46	0,05
	Вклад, %	43,6	3,2	0,36
VLF (прочие)	А, перф. ед.	4,92	0,53	0,06
	Вклад, %	22,4	3,31	0,48
RF	А, перф. ед.	2,62	0,18	0,02
	Вклад, %	6,0	2,65	0,29
CF	А, перф. ед.	1,19	0,1	0,01
	Вклад, %	0,7	0,99	0,11

Результаты проведенного частотно-амплитудного анализа ЛДФ-грамм показывают, что ведущим и доминирующим ритмом флуксуций в слизистой оболочке в области десны является вазомоторный биоритм (Таблица 22).

При гипоемическом типе микроциркуляции в десне выявляется низкая по своим значениям и монотонная ЛДФ-грамма (Рисунок 30). ПМ находится на уровне низких значений и в среднем составляет $19,2 \pm 0,17$ перф. ед. Уровень флаксмоций также низкий (СКО – $0,87 \pm 0,07$ перф. ед.), поэтому индекс флаксмоций (ИФМ = $1,36 \pm 0,05$) достоверно ниже ($p < 0,05$), чем при мезоемическом типе.

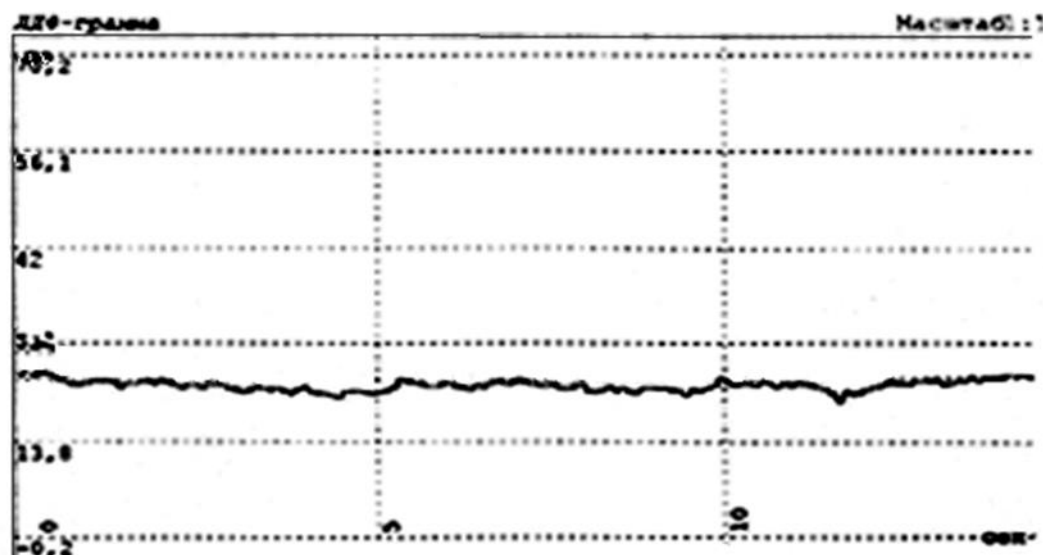


Рисунок 30 – ЛДФ-грамма при гипоемическом типе микроциркуляции. Область фронтального пародонта на верхней челюсти в зоне прикрепленной части десны

В таб.23 представлены характерные показатели микроциркуляции для ЛДФ-грамм в слизистой оболочке в области десны при гипоемическом типе микроциркуляции. Низкий уровень показателя микроциркуляции при гипоемическом типе микроциркуляции в десне хорошо согласуется с относительно низким уровнем капиллярного кровотока, так как при данном типе микроциркуляции плотность капилляров на единицу площади слизистой оболочки составляет лишь $31 \pm 2,1$ капл/мм².

Частотно-амплитудный анализ ЛДФ-грамм показывают, что при гипоемическом типе микроциркуляции имеет место ослабление вазомоторного биоритма в десне. Его вклад в общий спектр флаксмоций составляет $36,3 \pm 1,77$ %, достоверно ниже, чем при мезоемическом типе, при котором он составляет $43,6 \pm 0,36$ %. Это снижение вазомоторного ритма сопровождается компенсаторным увеличением респираторного и кардиогенного ритмов.

Таблица 23 – Параметры тканевого кровотока в прикрепленной части десны при гипоемическом типе микроциркуляции

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		19,2	3,1	0,17
СКО, перф. ед.		0,87	0,77	0,07
ИФМ		1,36	0,3	0,05
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	2,34	0,76	0,09
	Вклад, %	25,4	10,2	1,13
MF	А, перф. ед.	2,11	0,57	0,81
	Вклад, %	36,3	11,4	1,77
VLF (прочие)	А, перф. ед.	2,57	0,64	0,13
	Вклад, %	29,1	9,1	2,0
RF	А, перф. ед.	1,03	0,32	0,03
	Вклад, %	8,2	2,4	0,35
CF	А, перф. ед.	0,42	0,12	0,01
	Вклад, %	1,0	1,0	0,14

При гиперемическом типе микроциркуляции в десне выявляется монотонная ЛДФ-грамма (Рисунок 31), но высокая по своим значениям: ПМ – $31,6 \pm 0,94$ перф. ед. При таких высоких значениях ПМ уровень СКО оказывается крайне низким: $0,97 \pm 0,22$ перф. ед. Поэтому показатель эффективности флаксмоций наиболее низкий: ИФМ = $1,15 \pm 0,05$. Он достоверно отличается от такого же показателя при мезоемическом типе микроциркуляции ($p < 0,05$).

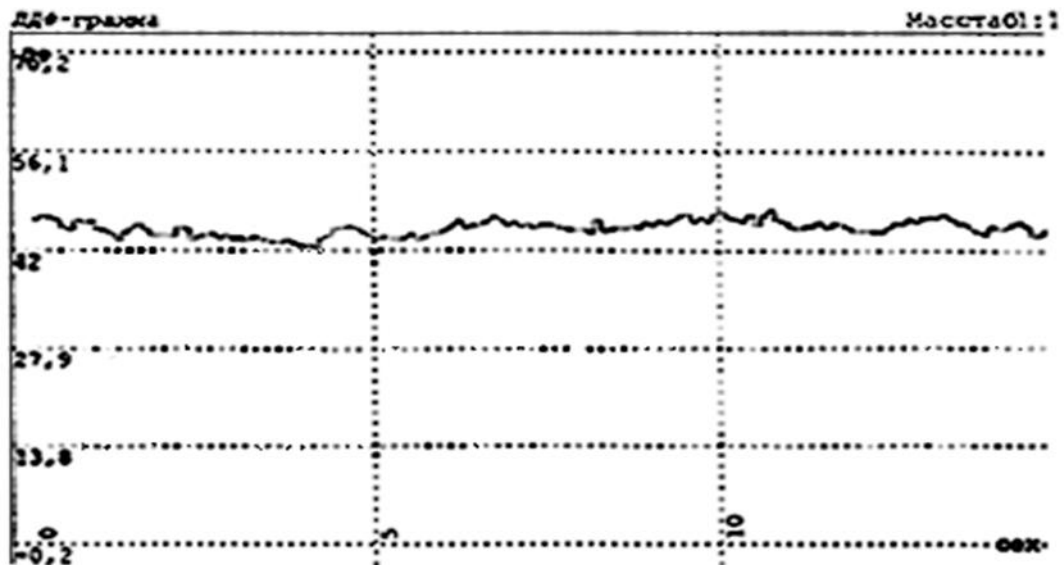


Рисунок 31 – ЛДФ-грамма при гиперемическом типе микроциркуляции. Область фронтального пародонта на верхней челюсти в зоне прикрепленной части десны

В Таблице 24 представлены характерные показатели микроциркуляции для ЛДФ-грамм в слизистой оболочке в области десны при гиперемическом типе микроциркуляции. Высокий уровень показателя микроциркуляции при гиперемическом типе микроциркуляции в десне хорошо согласуется с относительно высоким уровнем капиллярного кровотока, так как при данном типе микроциркуляции плотность капилляров на единицу площади слизистой оболочки составляет $43 \pm 2,3$ капл/мм², что на 10% ниже, чем при мезоемическом типе.

Таблица 24 – Параметры тканевого кровотока в прикрепленной части десны при гиперемическом типе микроциркуляции

<i>Параметры</i>		<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>
<i>Параметры микроциркуляции</i>				
ПМ, перф. ед.		31,6	4,6	0,94
СКО, перф. ед.		0,97	0,43	0,22
ИФМ		1,15	0,48	0,05
<i>Частотно-амплитудный спектр</i>				
NF	А, перф. ед.	5,11	1,43	0,21
	Вклад, %	24,6	8,6	1,18
MF	А, перф. ед.	5,36	1,36	0,19
	Вклад, %	30,5	12,43	1,76
VLF (прочие)	А, перф. ед.	6,50	1,64	0,23
	Вклад, %	34,9	9,1	1,09
RF	А, перф. ед.	2,80	0,44	0,06
	Вклад, %	8,0	2,47	0,35
CF	А, перф. ед.	1,30	0,16	0,02
	Вклад, %	2,0	1,02	0,14

Частотно-амплитудный анализ ЛДФ-грамм показывают, что при гиперемическом типе микроциркуляции также имеет место ослабление вазомоторного биоритма в десне. Его вклад в общий спектр флуксуций составляет $30,5 \pm 1,76$ %, что достоверно ниже ($p < 0,05$), чем при мезоемическом типе, при котором он составляет $43,6 \pm 0,36$ %. Это снижение вазомоторного ритма сопровождается компенсаторным увеличением респираторного и кардиогенного ритмов.

В ходе проведения дыхательной пробы у испытуемых с разными типами микроциркуляторного русла показано, что степень констрикции артериол наиболее выражена у тех людей, у которых наблюдался мезоемический тип микроциркуляции.

У испытуемых с аperiodическим типом ЛДФ-грамм в ходе выполнения пробы с задержкой дыхания уровень базального кровотока снижается на $72\pm 6\%$, что достоверно выше по сравнению с показателем у обследованных лиц с монотонно низкоамплитудным типом ЛДФ-грамм ($54\pm 5\%$) ($p < 0,05$) и монотонно высокоамплитудными ЛДФ-граммами ($41\pm 3\%$). Это означает, что как при гипоемическом, так и гиперемическом типах микроциркуляции имеет место снижение реактивности микрососудов.

В итоге, «ифференцированный анализ индивидуально-типологических особенностей микроциркуляторного русла в десне показал, что для обследованных нами здоровых молодых людей мужского пола характерны три основных типа микроциркуляторного русла: мезоемический, гиперемический и гипоемический» [Морозов М. В., 2008].

Суммарная характеристика морфофункциональных показателей тканевого кровотока в десне представлена в Таблица 25.

Таблица 25 – Типологические особенности микроциркуляции в десне

<i>Показатели</i>	<i>Гипоемический тип</i>	<i>Мезоемический тип</i>	<i>Гиперемический тип</i>
Уровень тканевого кровотока	Нижние значения в пределах нормы	Средний	Верхние значения в пределах нормы
Тип ЛДФ-граммы	Монотонная с низким ПМ	Апериодическая	Монотонная с высоким ПМ
ПМ, перф. ед.	$19,20\pm 0,17$	$26,10\pm 1,01$	$31,60\pm 0,94$
СКО, перф. ед.	$0,87\pm 0,07$	$2,76\pm 0,41$	$0,97\pm 0,22$
ИФМ	$1,36\pm 0,05$	$1,67\pm 0,07$	$1,15\pm 0,05$
Реактивность микрососудов, %	79	100	41

Преобладающим типом микроциркуляторного русла в здоровом пародонте является мезоемический тип, который определялся у 87% испытуемых. Гиперемический и гипоемический типы микроциркуляции встречались значительно реже: 4 и 9 % случаев, соответственно (Рисунок 32).

Возможно, лица с гиперемическим, а также с гипоемическим типом микроциркуляции составляют группу риска, при тех или иных нарушениях пародонта.



Рисунок 32 – Частота встречаемости разных типов микроциркуляции в десне у здоровых молодых людей мужского пола (в процентах)

3.4. Влияние табакокурение на микроциркуляцию крови в десне

«При относительной норме методом биомикроскопии регистрировалось равномерное распределение капиллярных петель в поверхностных слоях слизистой оболочки десны. Гистотопографически капиллярные петли располагались правильными рядами, полого, поэтому хорошо просматривались их артериолярные и венулярные звенья. Морфометрия позволила количественно охарактеризовать протяженность различных звеньев микроциркуляторного русла, плотность расположения капилляров на единицу площади, диаметр микрососудов. Интенсивность кровотока, особенности реологии крови в микрососудах и проницаемость гистогематических барьеров, оцениваемые с помощью балльной карты» [Сабанцева Е. Г., 2005], находились в пределах нормы и индекс нарушений микроциркуляции ИНМ у здоровых юношей раннего зрелого возраста не превышает 0,11. При визуальном осмотре состояния слизистой оболочки полости рта и десен у лиц, длительно употребляющих курение табака, во всех случаях наблюдался на зубах налет курильщика и сниженный индекс гигиены (по Грин – Вермильон, 1964). При биомикроскопии определялось неравномерное распределение капилляров в слизистой оболочке в области десны. Капилляры имели несколько измененную форму, отмечали повышенную извитость капилляров. Эти изменения указывают на повышенную пролиферативную активность эндотелиоцитов. Биомикроскопическая картина состояния

микроциркуляторного русла прикрепленной десны в области фронтального пародонта представлена на (Рисунок 33).

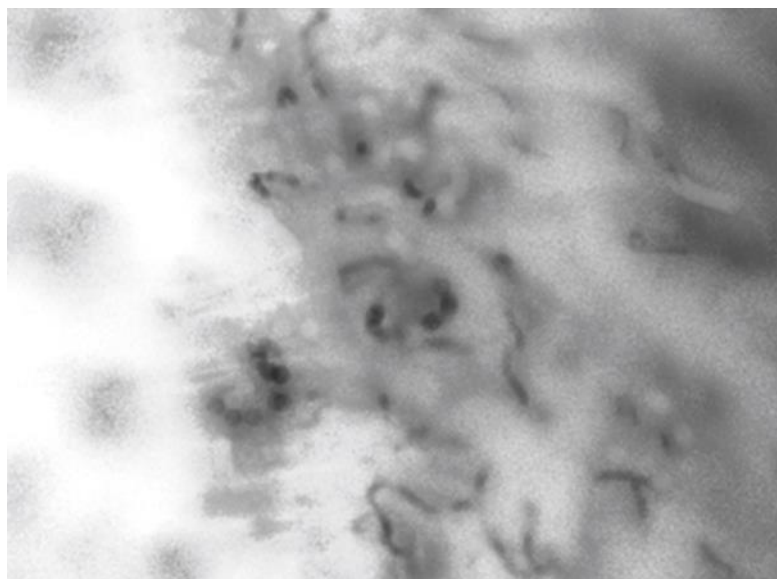


Рисунок 33 – Снижение плотности капилляров в прикрепленной десне в области фронтального пародонта (биомикроскопия, ув. $\times 100$)

Отмечено снижение плотности функционирующих капилляров, ряды капилляров дезорганизованы, выявлялись очаги разряжения. Одним из характерных признаков было появление у курильщиков внутрисосудистой агрегации эритроцитов в микрососудах (Рисунок 34).

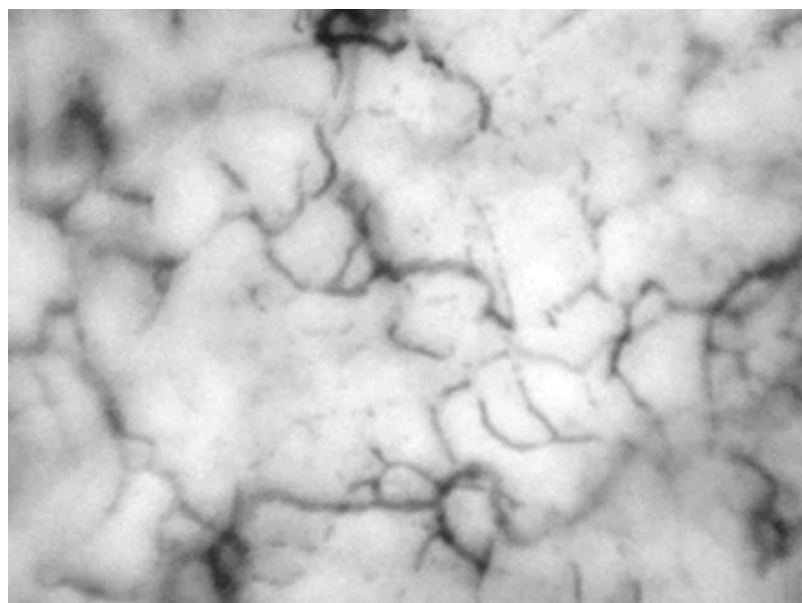


Рисунок 34 – Явления внутрисосудистой агрегации эритроцитов в венозных отделах капилляров. Слизистая оболочка в области переходной складки. (биомикроскопия, ув. $\times 100$)

Исследования показали, что у курильщиков табака имеет место снижение плотности капиллярной сети до $36 \pm 1,6$ капил/мм², в то время как у не курящих юношей этот показатель составляет $41 \pm 1,8$ капил/мм². Это на 12% ниже, чем в норме. Подобное изменение плотности капиллярной сети свидетельствует о запуске сети и ее частичной редукции. Диаметр капилляров несколько увеличился с $6,2 \pm 0,4$ мкм до $6,7 \pm 0,6$ мкм, что на 8% превышает показатели в норме. Эти изменения капилляров обусловлены застойными явлениями крови в микрососудах и снижением интенсивности тканевого кровотока. В определенной степени они могут рассматриваться как компенсаторные изменения на ослабление кровотока в микроциркуляторном русле.

Балльная оценка изменений структурных и функциональных показателей микроциркуляции у курильщиков табака в разных топографо-анатомических зонах десны представлена в Таблице 26.

Таблица 26 – Изменения показателей в микроциркуляции в десне у курильщиков табака*

Признаки	Анатомические зоны десны		
	ПС	ПД	МД
<i>А. Характеристика гемодинамики в микрососудах</i>			
– А-В соотношение диаметров	1	0-1	1
– спазм артериолярного звена	0-1	0-1	0-1
– увеличение числа капилляров	0-1	0-1	0
– снижение числа капилляров	0	0	0-1
<i>Б. Реологические изменения крови</i>			
– замедление кровотока	0-1	0-1	0-1
– зернистость потока эритроцитов	0	0	0-1
– агрегация эритроцитов	0-1	0-1	0
– очаговый стаз	0	0	0
<i>В. Структурные изменения микрососудов</i>			
– неравномерность диаметра	0-1	0-1	1
– расширение венолярного звена	0-1	0-1	0-1
– извитость микрососудов	0-1	0-1	0-1
– дупликация капиллярных петель	0	0	0
<i>Г. Барьерная функция микрососудов:</i>			
– помутнение фона	0	0	0-1
– липидные пятна	0	0	0
– пристеночная адгезия лейкоцитов	0-1	0-1	0-1
– диапедез эритроцитов	0	0	0
Индекс микроциркуляции ИМ ($M \pm m$)	$0,19 \pm 0,06$	$0,21 \pm 0,07$	$0,29 \pm 0,05$
<i>Примечание – * – представлен размах значений признака, оцененного в баллах</i>			

У курильщиков табака заметно возрастал индекс микроциркуляции ИММ - до $0,23 \pm 0,05$ (практически в 2 раза), в то время как в норме он находится в пределах 0,1, в среднем составляя $0,11 \pm 0,02$. Увеличение этого индекса, как показано в Таблица 26, свидетельствует о накоплении различных микроциркуляторных расстройств у курильщиков. Среди них отмечены гемодинамические и структурные изменения в микрососудах, сопровождаемые реологическими сдвигами. При этом наибольшие изменения наблюдались в области маргинального края десны (Таблица 26). Проведенные измерения ЛДФ в десне у курильщиков табака показали, что у них, как правило, уровень ПМ снижается, а также понижается уровень флюктуаций тканевого кровотока (Рисунок 35).

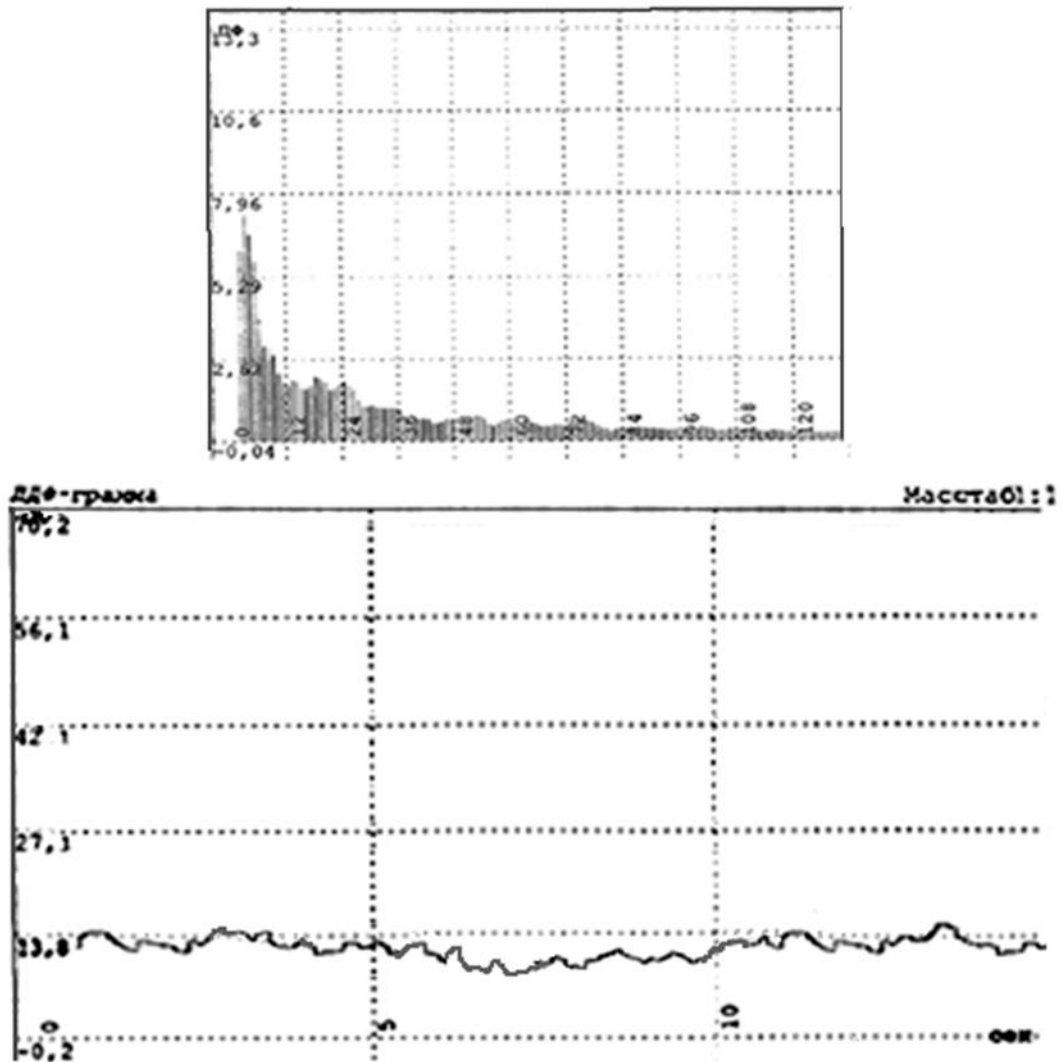


Рисунок 35 – ЛДФ-грамма и ее частотно-амплитудный спектр у курильщика табака (стаж курения 5,5 года).

В Таблице 27 приведены сводные данные по ЛДФ-метрии тканевого кровотока в разных топографо-анатомических зонах десны у курильщиков табака.

Таблица 27 – Показатели микроциркуляции в слизистой оболочке в области десны у курильщиков табака

Параметры		Зоны десны		
		ПС	ПД	МД
ПМ, перф. ед.		17,3±1,01	17,4±1,31	16,8±1,05
СКО, перф. ед		2,16±0,10	1,34±0,27	1,31±0,23
Индекс флаксмоций ИФМ, ус. ед.		1,31±0,03	0,81±0,03	0,91±0,06
Частотно-амплитудный спектр флаксмоций	VLF (прочие)	21	22	21
	NF	24	27	22
	MF	27	25	38
	RF	16	15	15
	CF	12	11	4

Результаты исследования показывают, что локальные расстройства микроциркуляции в десне у курильщиков табака приводят к ослаблению тканевого кровотока в пародонте. При ЛДФ-графии ПМ достоверно снижается на 34% по сравнению с нормой ($p < 0,05$), а СКО – на 52% (Таблица 27). На порядок возрастает коэффициент асимметрии. Если в здоровом пародонте $K_a < 0,005$, то у курильщиков табака он значительно возрастает до $0,031 \pm 0,0006$; особенно это более выражено на фронтальном пародонте.

Индекс флаксмсий у курильщиков табака также резко снижается. В здоровом пародонте ИФМ составляет $1,67 \pm 0,07$ ус. ед., а у курильщиков табака ИФМ равен $0,80 \pm 0,03$ ус. ед., что по сравнению с нормой ниже на 53%.

Применение частотно-амплитудного анализа ритмических составляющих флаксмоций позволило установить, что у курильщиков нарушается соотношение между низкочастотными ритмами, характеризующими активный механизм микроциркуляции – вазомоции (MF), и теми ритмами, которые характеризуют повышение парасимпатических влияний: высокочастотными (HF) и сердечным (CF) ритмами. Если в норме вклад вазомоторного биоритма в общий спектр флаксмоций составляет 41–43%, то у курильщиков табака этот показатель снижается до уровня

– 25%, характеризую общую слабость микроциркуляции в десне, преимущественно за счет расстройства вазомоторного механизма тканевого кровотока (Рисунок 36).

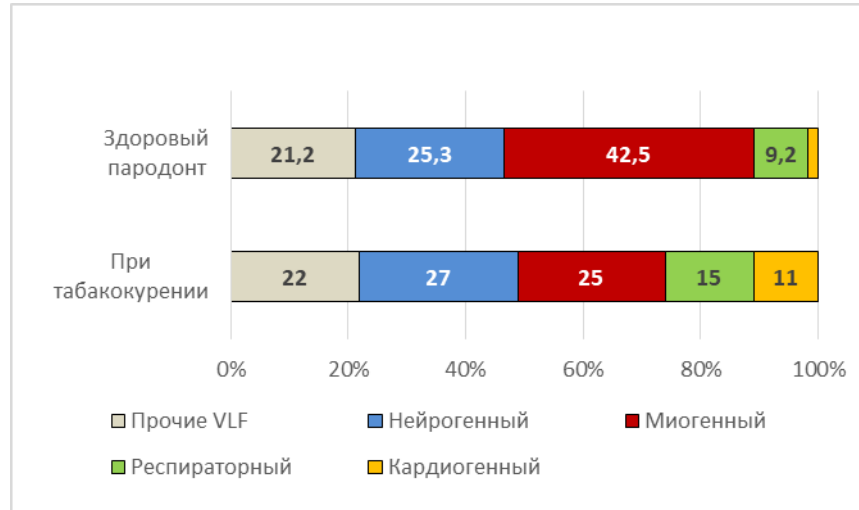


Рисунок 36 – Изменения ритмических составляющих флаксмоций в тканевом кровотоке в десне у курильщиков табака. Вклад ритмических составляющих в общий спектр флаксмоций указан в %.

Ослабление модуляций тканевого кровотока в десне при курении табака за счет снижения вазомоторного биоритма, в определенной мере компенсируются путем повышения роли респираторного и кардиогенного ритмов.

В Таблице 28 дана сравнительная характеристика показателей расстройства микроциркуляции крови в десне у курильщиков табака. «Если сопоставить между собой направленность и степень изменчивости разных параметров микрососудов и тканевого кровотока, то отчетливо видно, что имеют место как структурные, так и функциональные сдвиги в системе микроциркуляции.

Обращает на себя внимание увеличение диаметров капилляров, как в артериальном, так и в венозном отделах, что преимущественно носит реактивный характер на общее ослабление микроциркуляторного русла в тканях пародонта.

Об ослаблении микроциркуляторного русла свидетельствует снижение скорости эритроцитов в капиллярах» [Кошкарян А. Л., 2010], а также появление застойных явлений в посткапиллярных отделах микроциркуляторного русла.

Таблица 28 – Признаки расстройства микроциркуляции в слизистой оболочке десны у курильщиков табака

Параметры	Здоровый пародонт	Курильщики табака	Досто-верность	Отклонение от нормы, %
Показатели биомикроскопии				
Плотность капилляров	41,0±1,8	36,0±1,6	p < 0,05	-12
Диаметр капилляров	6,2±0,4	6,7±0,6	p < 0,05	+8
ИНМ	0,11±0,02	0,23±0,05	p < 0,005	+ 53
Показатели ЛДФ-метрии				
ПМ, перф. ед.	26,1±1,01	17,4±1,31	p < 0,05	-34
СКО, перф. ед.	2,76±0,41	1,34±0,27	p < 0,005	-52
ИФМ, ус. ед.	1,67±0,07	0,80±0,03	p < 0,005	-53
К _{асим.}	0,03±0,004	0,041±0,006	p < 0,05	+36
Реактивность микрососудов, %	41,0±2,7	34,0±1,9	p < 0,05	-17

Для выяснения распространенности расстройств микроциркуляторного русла были проведены измерения в симметричных областях слизистой оболочки на верхней и нижней челюсти, справа и слева. Отмечено, что расстройства микроциркуляторного русла в этих областях выражены значительно.

На Рисунке 37 представлены, характеризующие изменения в микроциркуляторном русле десны по данным биомикроскопии

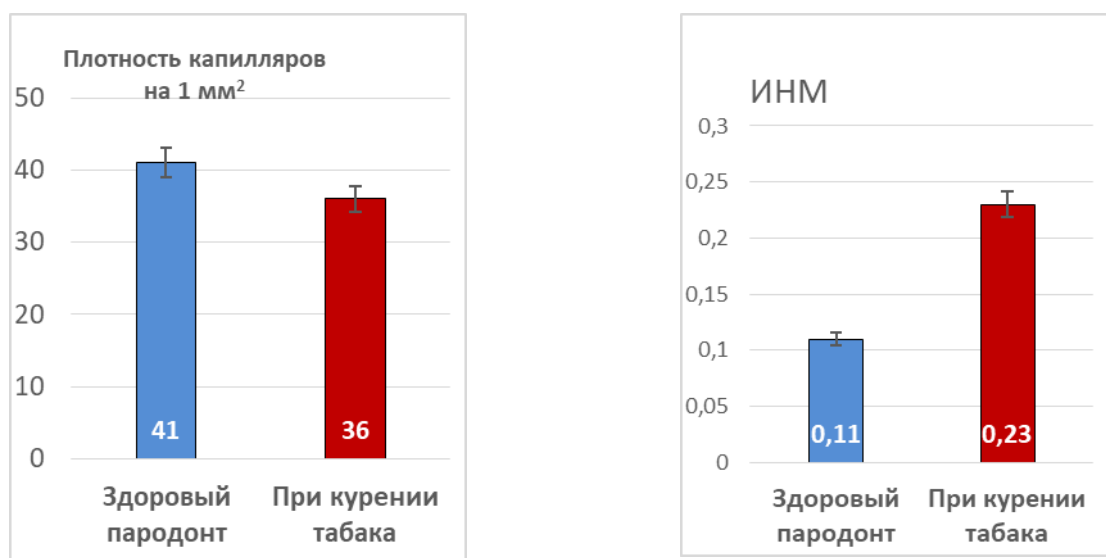


Рисунок 37 – Снижение числа функционирующих капилляров и повышение индекса нарушений микроциркуляции в десне при длительном курении табака.

Результаты исследования показывают, что при длительном п курении табака в слизистой оболочке в области десны уменьшается ее капилляризация и нарастает индекс нарушений микроциркуляции.

На Рисунке 41 представлена диаграмма, показывающая степень отклонения параметров ЛДФ граммы у курильщиков табака от показателей в здоровом пародонте. Согласно полученным данным, ПМ снижается на 34%, а уровень флаксмоций – на 52%, по сравнению со здоровым пародонтом (Рисунок 38). Эти данные показывают, что курение табака приводит к ослаблению тканевого кровотока в десне, в основе чего лежит, как отмечалось выше, подавление вазомоторного механизма.

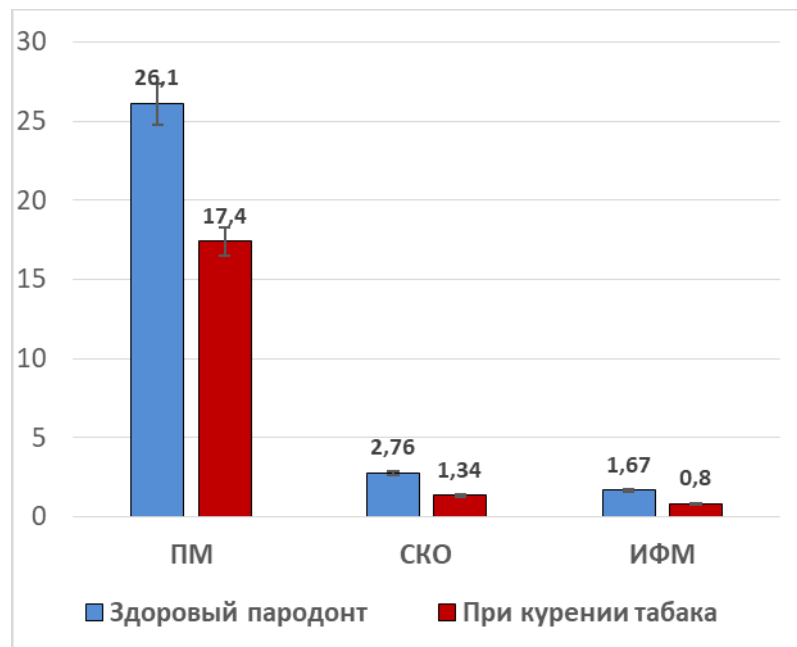


Рисунок 38 – Изменение показателей ЛДФ в десне при табакокурении

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что в группе курильщиков табака возникают комплексные морфофункциональные изменения микроциркуляции в десне, прежде всего связанные с подавлением вазомоторного механизма, что в свою очередь ведет к снижению плотности функционирующих капилляров в слизистой оболочке.

«Рост у курильщиков табака микроциркуляторных изменений в слизистой оболочке в области десны связан с увеличением нарушений реологических изменений крови и барьерной функции микрососудов. Индекс микроциркуляции достоверно увеличивается в очаге поражения в 1,8– 2,5 раза по сравнению с нормой»

[Козлов В. И., 2015]. При длительном табакокурении возрастает асимметрия показателей микроциркуляции в разных анатомо-топографических зонах десны. Наиболее выраженные изменения в десне при табакокурении наблюдаются в ее маргинальной части.

Глава 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В последнее время апробируются различные методики прижизненной оценки состояния микроциркуляции. Среди них важное место принадлежит биомикроскопии и ЛДФ [А. В. Покровский, 2006; Кречина Е. К. и др., 2007; Козлов В. И., 2015]. Как показывают многочисленные исследования [Мач Э. С., 2004, 2008; Сабанцева Е. Г., 2005, 2006; Крупаткин А. И., Сидоров В. В., 2005; Ибрагим Р. Х. и др., 2009] «применение биомикроскопических методик в комбинации с фото- и компьютерной регистрацией открывает более широкие возможности для непрерывного слежения за структурными и гемодинамическими параметрами микрососудов. Биомикроскопия позволяет идентифицировать различные звенья микроциркуляторного русла, качественно оценить их распределение, интенсивность микроциркуляции, рассчитывать структурные параметры микрососудов. Большое значение биомикроскопии в анатомической практике состоит в том, что она позволяет дать точную топическую характеристику кровотока в том или ином локусе тканевого микрорегиона» [Морозов М. В., 2008].

Проведенное нами комплексное морфофункциональное изучение состояния микроциркуляторного русла слизистой оболочки полости рта в области десны позволило выявить характерные особенности строения и функционирования микрососудов в различных топографо-анатомических областях жевательного и фронтального пародонта на верхней и нижней челюстях у здоровых молодых людей. Небольшая толщина слизистой оболочки десны приводит к тому, что значительное место в ней занимают сосуды микроциркуляторного русла. Капиллярная сеть в здоровом пародонте относительно хорошо развита, что отмечается и другими авторами [Барковский В. С., 1984; Кречина Е. К., 1996, 2007]. При биомикроскопии слизистой оболочки десны обнаруживаются длинные извитые капилляры с закругленными вершинами, артериальная и венозная части которых развиты неодинаково в разных участках десны, на что обратили внимание многие исследователи [Сабанцева Е. Г., 2005, 2006; Кречина Е. К., 2010].

Проведенное нами с помощью биомикроскопии исследование показало, что в слизистой оболочке в области десны наиболее богатая микрососудистая сеть,

представленная артериолами, прекапиллярами, капиллярами, посткапиллярами и венулами, находится в области переходной складки десны. В слизистой оболочке переходной складки десны артериолы залегают глубже соответствующих венул и имеют диаметр $18,6 \pm 1,2$ мкм. Они дают начало многочисленным прекапиллярным артериолам, регулирующим кровенаполнение капилляров не только в области переходной складки, но и в соседних областях прикрепленной части десны и ее маргинальной части. Диаметр наиболее крупных венул в области переходной складки составляет $58,5 \pm 2,3$ мкм. Между ними и капиллярами имеется развитая сеть посткапиллярных венул различного диаметра.

При световой микроскопии гистологических препаратов слизистой оболочки десны нами установлена глубина залегания микрососудов. На препаратах хорошо различимы эпителиальный, сосочковый и сетчатый слои слизистой оболочки десны. Эпителиальный слой слизистой оболочки десны тонкий, с неровными очертаниями нижней границы. Толщина его варьировала от 30,0 мкм до 41,0 мкм, в среднем составляя $36,0 \pm 0,6$ мкм. Эпителий десны представлен многослойным плоским эпителием. Самый глубокий слой эпителия десны, базальный слой, располагается непосредственно на базальной мембране; его клетки имеют округлую форму. На границе эпителиального слоя и подлежащей рыхлой соединительной ткани формируются сосочки и папиллярное микрососудистое сплетение, преимущественно состоящее из капилляров.

В области переходной складки можно выделить несколько уровней расположения кровеносных сосудов: сосочковый, подсосочковый и глубокий, расположенный в подслизистом слое. Сосочковый слой обладает наиболее богатым кровоснабжением. От подсосочкового сплетения к сосочкам идут шпилькообразные капиллярные петли с артериальной и венозной браншами, которые хорошо просматриваются в поверхностных слоях слизистой оболочки.

Прижизненная морфометрия позволила уточнить структурные параметры микрососудов в десне человека. Количество капилляров в поле зрения равно $10,6 \pm 0,4$. Длина артериолярного звена капилляра $267,0 \pm 20,8$ мкм, диаметр $6,5 \pm 0,46$ мкм; венолярного – $286,0 \pm 19,2$ и $8,1 \pm 0,58$ мкм, соответственно. Извитость, а также

дубликация капиллярных петель встречается в единичных случаях. Эти данные хорошо согласуются с результатами как морфологических исследований микрососудов слизистой оболочки рта [Варшавский А. И., 1979; Барковский В. С., 1984; Гветадзе Р. Ш., 2012] так и с функциональными наблюдениями [Vag J., Fazekas A., 2002; Aalkjær C., Voedtkjer D., 2011].

Микрососудистые сети разных уровней в слизистой оболочке переходной складки сообщаются между собой посредством вертикально ориентированных анастомозов. На большое количество анастомозов в слизистой оболочке десны указывают Ковалев Е. В. (1988) и Meyer M., Gengler P. (1980), которые связывают эту особенность микроциркуляторного русла десны с механизмом регуляции давления при жевании. Вместе с тем, по нашим данным, «короткие ветви от подсосочковой сети кровоснабжают группы сосочков и обычно не анастомозируют друг с другом, что обуславливает очаговость вазомоторных реакций» [Морозов М. В., 2008].

В области прикрепленной десны капилляры «являются продолжением артериол, которые, не анастомозируя между собой, отходят от сосудов субкапиллярного артериального сплетения переходной складки» [Морозов М. В., 2008]. «Артериолярный отдел капилляра, поднимаясь к сосочку в слизистой оболочке, перегибается, переходя в веноулярный отдел, который впадает в посткапиллярную венулу. Последняя собирает кровь от одного или нескольких капилляров и впадает в субкапиллярное сплетение анастомозирующих между собой венул» [Морозов М. В., 2008].

В области прикрепленной части десны капилляры расположены почти перпендикулярно поверхности слизистой оболочки, в них хорошо различимы переходные отделы капиллярных петель и циркуляция по ним крови. Диаметр переходного отдела капилляра в среднем равен $9,3 \pm 1,22$ мкм. «Переходный отдел обычно равномерно закруглен и самый широкий. Венозный отдел имеет слегка волнистые контуры, обычно шире и несколько короче артериального» [Кошкарян А. Л., 2010]. Каждому сосочку соответствует один, реже два капилляра.

В прикрепленной десне капиллярные петли отличаются полиморфизмом: веноулярный отдел может значительно превосходить по своему диаметру артериоляр-

ный, а бранши капиллярных петель могут быть извиты и даже перекручены. Причины таких структурных изменений, по нашему мнению, могут быть связаны как с постепенной деградацией капилляров, так и с повышенной пролиферативной активностью эндотелиоцитов в этих микрососудах, на что обращали внимание также Е. К. Кречина с соавт. (2007) и В. И. Козлов (2012).

В маргинальной части десны, ближе к ее свободному краю, капиллярная сеть развита слабо, а капиллярные петли расположены наиболее полого, поэтому хорошо просматриваются их артериолярные и веноулярные части. Диаметр капилляров составляет в среднем $7,2 \pm 0,4$ мкм; в артериальном колене он равен $6,8 \pm 0,88$ мкм; в венозном – $8,7 \pm 2,02$ мкм; наиболее широким является переходный отдел – $9,6 \pm 1,12$ мкм. Длина капилляров колеблется от 80 до 100 мкм.

Гетероморфизм васкуляризации тканей пародонта в области прикрепленной десны и ее маргинальной части прямо зависит от анатомических особенностей формирования их микроциркуляторного русла. Капилляры маргинального края десны являются наиболее удаленными микрососудами от подслизистого сосудистого сплетения.

Наиболее показательной в плане характеристики особенностей микроциркуляторного русла в разных областях слизистой оболочки десны является плотность капиллярных сетей в тканях пародонта. Нами выявлен градиент снижения плотности капилляров от переходной складки, где он составляет $43,0 \pm 3,5$ мм⁻², до $32,0 \pm 2,3$ мм⁻² в маргинальной части десны, что на 21% ниже. Таким образом, по мере удаления от субпапиллярного сплетения переходной складки к маргинальному краю десны имеет место градиентное снижение плотности капиллярных сетей. В результате слизистая оболочка десны около шейки зуба имеет самые низкие показатели васкуляризации. Возможно, это является одной из анатомических предпосылок формирования здесь десневых карманов. Эти данные по зональному распределению микрососудов в десне дополняют ранее полученными результатами исследования микроциркуляторного русла десны Е. К. Кречиной с соавт. (2007), Е. Г. Сабанцевой (2010), Р. Ш. Гветадзе (2012).

Следует отметить, что нами не выявлено достоверных различий между показателями строения микроциркуляторного русла во фронтальном и жевательном пародонте: коэффициент асимметрии показателей микроциркуляции во фронтальном и жевательном пародонте $< 0,05$; градиент отличий показателей в различных частях десны $< 0,1$. Также нами не выявлено достоверных различий в величине показателей соответствующих анатомических зон десны на верхней и нижней челюстях. Это свидетельствует о том, что в здоровом пародонте нивелированы локальные различия в кровоснабжении десны.

Сосочки выражены на всем протяжении десны. В них, «как правило, входит по одному капилляру. В капиллярах, как уже было показано, можно различить артериальный и венозный отделы. Под сосочковым слоем располагается хорошо выраженный сетчатый слой. В толще сетчатого слоя визуализируются отдельные фибробласты и более крупные макрофаги» [Морозов М. В.. 2008]; хорошо выражены коллагеновые и эластические волокна. Подслизистый слой в десне отсутствует; расположенный глубоко под эпителием соединительнотканый, или стромальный, слой плотно срастается с надкостницей.

Толщина эпителия слизистой оболочки в области десны, по нашим данным, составляет в переходной складке $43,0 \pm 0,6$ мкм, в прикрепленной десне $31,0 \pm 0,8$ мкм, в ее маргинальной части $38,0 \pm 0,6$ мкм. Поскольку наибольшей толщиной отличается эпителий и слизистая в целом в области переходной складки, то здесь наблюдается самая большая глубина залегания микрососудов. Капилляры сосочкового слоя в области переходной складки десны залегают в среднем на уровне $53,0 \pm 0,7$ мкм; сосуды субпапиллярного сплетения – на глубине $102,0 \pm 0,8$ мкм. В области прикрепленной десны толщина эпителиального слоя наименьшая, поэтому глубина залегания капилляров папиллярного сплетения невысокая и составляет $42,0 \pm 0,6$ мкм, а сосудов субпапиллярного сплетения – $84 \pm 0,9$ мкм. В области маргинальной части десны глубина залегания капилляров в сосочковом слое равна $49,0 \pm 0,4$ мкм, в субпапиллярном сплетении $106,0 \pm 0,95$ мкм.

Таким образом, в зависимости от анатомических особенностей строения слизистой оболочки микроциркуляторное русло в разных зонах десны имеет различные показатели по плотности расположения капилляров и глубине залегания микрососудов.

«Функциональная ангиоархитектоника капиллярного русла имеет высокая вариабельность. Прижизненные визуальные наблюдения за капиллярным руслом в различных топографо-анатомических зонах десны в здоровом пародонте свидетельствуют о высокой степени полиморфизма капилляров и высокой степени изменчивости кровотока в них» [Морозов М. В. 2008] (см. также [Johnson P. C., 2008; Fagrell B., 1994]. «Чрезвычайно разнообразная форма капилляров отражает индивидуальные особенности капиллярного русла десны» [Морозов М. В., 2008]

Особенности строения микроциркуляторного русла обуславливают особенности показателей тканевого кровотока, полученные методом ЛДФ, в различных областях десны на верхней и нижней челюстях. Наибольшие значения параметра микроциркуляции (ПМ) наблюдаются в разных анатомических зонах жевательного пародонта нижней челюсти: от $26,30 \pm 1,01$ перф. ед. в переходной складке до $27,80 \pm 1,31$ перф. ед. в прикрепленной десне. В жевательном пародонте верхней челюсти ПМ составляет от $25,80 \pm 1,05$ перф. ед. в маргинальной части до $26,50 \pm 1,31$ перф. ед. в переходной складке и прикрепленной десне. Во фронтальном пародонте верхней и нижней челюстей ПМ колеблется от $25,10 \pm 1,01$ перф. ед. до $26,20 \pm 1,63$ перф. ед. в разных зонах.

Сложности в интерпретации ПМ отмечают многие авторы. «Так, один из основных показателей ЛДФ-метрии – параметр микроциркуляции (ПМ), может быть высоким, как при увеличении перфузии тканей кровью, так и при венозном застое» [Козлов В. И., 2015]. Поэтому при анализе ЛДФ-грамм большое внимание уделяется другим ее показателям.

Показатель СКО, характеризующий колеблемость потока эритроцитов (флакс), также наибольшие значения имеет в жевательном пародонте нижней челюсти: от $3,23 \pm 0,27$ перф. ед. в прикрепленной десне до $3,47 \pm 0,25$ перф. ед. в ее маргинальной части. В жевательном пародонте верхней челюсти этот показатель в

маргинальной части десны выше на 8%, а в переходной складке – ниже на 64 %, чем на нижней челюсти. Во фронтальном пародонте эти соотношения столь же вариабельны, что, по-видимому, связано с большой неоднородностью кровотока в слизистой оболочке полости рта вообще.

Индекс флаксмоций (ИФМ), демонстрирующий соотношение активных модуляций кровотока, обусловленных миогенными и нейрогенными механизмами, и пассивных модуляций, связанных с дыханием и сердечным ритмом, относительно широко варьирует как в разных областях слизистой оболочки верхней и нижней челюстей, так и в жевательном и фронтальном пародонте. Наибольшие значения ИФМ, равные $1,77 \pm 0,06$, отмечаются во фронтальном пародонте нижней челюсти (в переходной складке и маргинальной части). В жевательном пародонте нижней челюсти этот показатель составляет от $1,30 \pm 0,03$ в переходной складке до $1,69 \pm 0,03$ в прикрепленной десне. Во фронтальном и жевательном пародонте верхней челюсти значения ИФМ варьируют от 1,25–1,26 в переходной складке до 1,60–1,68 в маргинальной части десны.

Таким образом, наблюдается тенденция к усилению микрокровотока в сосудах жевательного пародонта по сравнению с фронтальным, при этом заметнее эта тенденция в слизистой оболочке нижней челюсти. Однако миогенные и нейрогенные механизмы микроциркуляции проявляют себя активнее во фронтальном пародонте.

Картирование по данным ЛДФ-метрии показателей микроциркуляции в разных топографо-анатомических зонах десны (в ее прикрепленной и маргинальной частях и в переходной складке) как на верхней, так и на нижней челюстях позволило выявить тенденцию ослабления интенсивность тканевого кровотока по направлению к маргинальному краю десны, что коррелирует с изменениями плотности функционирующих капилляров в этих зонах.

«На современном этапе изучения системы микроциркуляции интересы исследователей, занимающихся ЛДФ-метрией, смещаются в сторону частотного анализа ритмических колебаний тканевого кровотока, позволяющего провести оценку состояния регуляторных механизмов микроциркуляции крови» [Козлов В. И., 2015] (см. также [Stefanovska, A. et al., 1999, 2000; Bernjak, A. et al., 2008; Matchkov,

V.V., 2010)]. «Различают три уровня регулирования, позволяющие ей эффективно приспособливаться к постоянно меняющимся условиям функционирования организма. А именно, процессы срочной и долговременной адаптации микрососудов реализуются на основе местных, гуморальных и нервных влияний. В результате этих воздействий изменение тонуса артериальных сосудов отражается на объеме крови, протекающей через орган; меняющаяся активность прекапиллярных сфинктеров сказывается на количестве функционирующих капилляров, а состояние посткапиллярных сосудов приводит к изменению трансмурального транспорта веществ» [Морозов М. В., 2008] (см. также [Банин В. В., 2000; Крупаткин А. И., Сидоров В. В., 2005]).

Анализ частотно-амплитудного спектра ЛДФ-грамм выявил доминирование вазомоторного ритма (MF-колебаний), что связано с активностью нейрогуморальных влияний на микрососуды и миогенного ауторегуляционного. Вклад активных механизмов микроциркуляции, связанных с низкочастотными колебаниями (VLF и LF) в формирование флуксуций наибольшую величину, имеет во фронтальном пародонте: на верхней челюсти – от 88,3% в маргинальной части до 93,4% в переходной складке и прикрепленной десне; на нижней челюсти – от 92,2 до 95,2% в разных областях десны. В жевательном пародонте этот показатель составляет 89 – 90,8% на верхней челюсти и 89,1– 90,7% на нижней.

При оценке состояния микроциркуляторного русла в тканях пародонта важным показателем является низкая вариабельность показателей ЛДФ в симметричных точках слизистой оболочки полости рта, на что обратила внимание Сабанцева Е.Г. (2005). Нами проведено исследование степени асимметрии тканевого кровотока (показатель ПМ) в симметричных точках десны слева и справа, а также на верхней и нижней челюстях в области фронтального и жевательного пародонта. По нашим данным, коэффициенты асимметрии в разных областях десны составляют от 0,001 до 0,008, что служит подтверждением низкой вариабельности показателей ЛДФ в симметричных точках десны верхней и нижней челюстей в здоровом пародонте. Эти наблюдения имеют практическое значение для обоснования положения о том, что появление в симметричных топографо-анатомических зонах десны как

на верхней, так и на нижней челюстях выраженной асимметрии в показателях микроциркуляции (при коэффициенте асимметрии $K_a > 0,005$) является одним из диагностических критериев расстройства кровотока в тканях пародонта.

Дифференцированный анализ индивидуально-типологических особенностей микроциркуляторного русла в слизистой оболочке полости рта в области десны показал, что для обследованных нами молодых людей раннего зрелого возраста мужского пола характерны три основных типа микроциркуляторного русла: мезоемический, гиперемический и гипоемический. В качестве тестируемой области нами была взята прикрепленная десна, которая отличается наименьшей вариабельностью показателей.

Мезоемический тип микроциркуляторного русла характеризуется средними параметрами тканевого кровотока в этой области и хорошо выраженной аперiodичностью колебаний ЛДФ-граммы. Для мезоемический ЛДФ-граммы характерны относительно высокие значения ПМ ($26,10 \pm 1,01$ перф. ед.) и СКО ($2,76 \pm 0,41$ перф. ед.), нерегулярные колебаниями тканевого кровотока с высокой амплитудой и выраженными вазомоторными волнами второго порядка. ИФМ составляет $1,67 \pm 0,07$. Такая ЛДФ-грамма отражает высокий уровень подвижности эритроцитов в тканях.

При гиперемическом типе микроциркуляторного русла обычно регистрируется монотонная ЛДФ-грамма с относительно высоким уровнем ПМ ($31,60 \pm 1,45$ перф. ед.) и относительно монотонным характером флуксуций с небольшой амплитудой. СКО равен $0,97 \pm 0,23$ перф. ед., ИФМ – $1,15 \pm 0,40$.

У лиц с гипоемическим типом микроциркуляторного русла регистрируется монотонная ЛДФ-грамма с низким уровнем ПМ ($19,20 \pm 2,38$ перф. ед.) и СКО ($0,87 \pm 0,22$ перф. ед.). ИФМ составляет $1,36 \pm 0,14$.

При изучении индивидуально-типологических особенностей микроциркуляции в области десны установлено, что наиболее часто (в 87% случаев) у молодых людей встречается *мезоемический тип*, который характеризуется средними показателями микроциркуляции и преобладанием вазомоторного механизма в модуляции тканевого кровотока. Реже встречаются *гипоемический тип* (в 9% случаев), при

котором выявлены низкие показатели тканевого кровотока и высокая реактивность микрососудов; и *гиперемический тип* (в 4% случаев), для которого, напротив, характерны высокие показатели тканевого кровотока и сниженная реактивность микрососудов. Эти данные согласуются с результатами исследования Сабанцевой Е. Г. (2005, 2006).

Вместе с тем, впервые показано, что для обоих крайних типов микроциркуляции характерно ослабление вазомоторного механизма модуляции тканевого кровотока. Выявленная фенотипическая изменчивость микроциркуляции в слизистой оболочке полости рта в области десны у здоровых молодых людей имеет важное теоретическое значение для понимания и развития вариантной анатомии пародонта, а также для характеристики индивидуальных особенностей тканевого кровотока в десне с учетом гипоемического или гиперемического типов микроциркуляции.

В результате исследования установлено, что при курении табака в слизистой оболочке в области десны выявляются расстройства микроциркуляции, которые характеризуются структурными изменениями микрососудов, снижением плотности капиллярной сети и реологическими сдвигами, что более выражено в маргинальной части десны. При этом индекс нарушений микроциркуляции ИНМ возрастает до 0,23, что на 53% выше, чем в здоровом пародонте. Впервые показано, что при курении табака возрастает (на 53%) асимметрия показателей микроциркуляции и значительно ослабляется вазомоторный механизм модуляции тканевого кровотока.

У лиц, длительно употребляющих курение, при биомикроскопии в слизистой оболочке в разных областях десны определялось неравномерное распределение капилляров, которые имели измененную форму и повышенную извитость. Отмечалось снижение плотности функционирующих капилляров на 12–15%, выявлялись очаги разрежения. Изменение извитости и формы капилляров может быть обусловлено дисфункцией эндотелия, так как установлено, «что потребление табака повреждает эндотелий сосудов» [Оганов Р. Г., Погосова Н. В., 2010] (см. также [Фейзуханова Д. В., 1988]). «Наряду с этим, табакокурение приводит к хроническому спазму сосудов и активации цитокинов, которые по принципу обратной связи усугубляют дисфункцию эндотелия» [Chalon S., Moreno H. Jr. et al., 2000].

При биомикроскопии наблюдалось замедление кровотока в микрососудах десны и появление внутрисосудистой агрегации эритроцитов. Диаметр капилляров увеличивался в среднем на 8%. Эти изменения свидетельствуют о застойных явлениях в микрососудах и снижении интенсивности тканевого кровотока. При этом наибольшие изменения наблюдались в области маргинального края десны. ЛДФ выявляет у курильщиков табака снижение уровня ПМ и СКО в разных областях десны верхней и нижней челюстей, что отражает ослабление в микроциркуляторном русле и нарушение кровоснабжения тканей пародонта. Так, в маргинальной десне фронтального пародонта верхней челюсти ПМ снижается до $16,80 \pm 1,05$ перф. ед., СКО – до $1,31 \pm 0,23$ перф. ед.

Результаты нашего исследования показывают, что у курильщиков табака нарушаются возникают комплексные морфофункциональные изменения микроциркуляции в десне, прежде всего связанные с подавлением вазомоторного механизма, что в свою очередь ведет к снижению плотности функционирующих капилляров в слизистой оболочке. Эти данные хорошо согласуются с результатами исследований Ореховой Л. Ю. и соавт. (2018) и Wang X. и соавт. (2019).

«Рост у курильщиков табака микроциркуляторных изменений в слизистой оболочке в области десны связан с увеличением нарушений реологических изменений крови и барьерной функции микрососудов. Индекс микроциркуляции достоверно увеличивается в очаге поражения в 1,8– 2,5 раза по сравнению с нормой» [Козлов В. И., 2015]. При длительном табакокурении возрастает асимметрия показателей микроциркуляции в разных анатомо-топографических зонах десны. Наиболее выраженные изменения в десне при табакокурении наблюдаются в ее маргинальной части.

У лиц, длительно употребляющих курение табака, в слизистой оболочке в разных областях десны «выявляются расстройства в микроциркуляторном русле. Эти нарушения характеризуются структурными изменениями микрососудов и снижением плотности капиллярной сети, а также реологическими сдвигами, обусловленными снижением скорости эритроцитов в капиллярах» [Сабанцева Е. Г., 2005], а также пристеночным стоянием лейкоцитов, более выраженном в посткапиллярном звене.

Таким образом, при длительном употреблении курения табака, в слизистой оболочке в области десны выявляются расстройства микроциркуляторного русла. Как показали биомикроскопические исследования и измерение ЛДФ-граммы, выявляются как структурные изменения микрососудов и снижение плотности функционирующих капилляров, так и реологические сдвиги, обусловленные как снижением скорости эритроцитов в капиллярах и пристеночным стоянием лейкоцитов. При табакокурении возрастает асимметрия показателей микроциркуляции в разных анатомо-топографических зонах десны и значительно ослабляется вазомоторный механизм модуляции тканевого кровотока до 27% (от общей мощности спектра). Наиболее выраженные изменения в десне при табакокурении наблюдаются в ее маргинальной части. В заключение следует отметить, что на основании проведенного исследования нами сделаны следующие выводы.

ВЫВОДЫ

1. Комплексное морфофункциональное изучение состояния микроциркуляторного русла в области десны на верхней и нижней челюстях позволило количественно охарактеризовать структурные параметры микрососудов и глубину их залегания, а также показать, что по направлению к маргинальному краю десны плотность функционирующих капилляров на единицу площади слизистой оболочки снижается на 21%.

2. Биомикроскопическая техника позволяет объективно оценить не только структурные параметры микрососудов, но и реологические особенности кровотока в них. Полуколичественный учет структурно-функциональных характеристик микроциркуляции в слизистой оболочке в области десны показал, что у здоровых молодых людей индекс нарушений микроциркуляции ИНМ не превышает 0,11.

3. Картирование по данным ЛДФ-метрии показателей микроциркуляции в разных топографо-анатомических зонах десны (в ее прикрепленной и маргинальной частях и в переходной складке) как на верхней, так и на нижней челюстях позволило выявить тенденцию ослабления интенсивность тканевого кровотока по направлению к маргинальному краю десны, что коррелирует с изменениями плотности функционирующих капилляров в этих зонах.

4. Показатели микроциркуляции в симметричных точках десны в области фронтального и в области жевательного пародонта как на верхней, так и на нижней челюстях характеризуются в тканях здорового пародонта низкой вариабельностью и невысокой степенью их асимметрии (коэффициент асимметрии ничтожно мал и не превышает 0,005).

5. Во всех исследованных топографо-анатомических зонах десны у здоровых молодых людей среди биоритмов колебаний показателя микроциркуляции доминирующим является вазомоторный ритм (41–43% от общей мощности спектра флуксуций), что свидетельствует о преобладании у здоровых лиц вазомоторного механизма модуляции тканевого кровотока.

6. Изучение индивидуально-типологических особенностей микроциркуляции

в десне позволило выявить наиболее часто встречающийся (в 87% случаев) мезо-емический тип микроциркуляции, который характеризуется средними структурно-функциональными показателями микрососудов и преобладанием вазомоторного механизма в модуляции тканевого кровотока. Для гипоемического типа, выявленного в 9% случаев, характерны низкие показатели тканевого кровотока и высокая реактивность микрососудов; а для гиперемического типа (в 4% случаев), напротив, выявляются высокие показатели тканевого кровотока и сниженная реактивность микрососудов. Для обоих крайних типов характерно ослабление вазомоторного механизма модуляции тканевого кровотока.

7. У лиц, длительно употребляющих курение табака, в слизистой оболочке в области десны выявляются расстройства микроциркуляторного русла, которые характеризуются как структурными изменениями микрососудов и снижением плотности капиллярной сети, а также реологическими сдвигами, обусловленными как снижением скорости эритроцитов в капиллярах, так и пристеночным стоянием лейкоцитов, более выраженном в посткапилляром звене. У курильщиков табака индекс нарушений микроциркуляции в слизистой оболочке в области десны (ИНМ) возрастает на 53% по сравнению со здоровым пародонтом.

8. При табакокурении возрастает асимметрия показателей микроциркуляции в разных анатомо-топографических зонах десны и значительно ослабляется вазомоторный механизм модуляции тканевого кровотока; его вклад в общий спектр флуксумоций снижается до 27%. Наиболее выраженные изменения в десне при табакокурении наблюдаются в ее маргинальной части.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для морфофункциональной характеристики состояния микроциркуляции в десне при биомикроскопии и ее отклонения от нормы при табакокурении предложено определять индекс нарушений микроциркуляции – ИНМ, который в здоровом пародонте не превышает 0,11.

2. Низкая вариабельность показателей микроциркуляции в разных топографо-анатомических зонах десны и невысокая степень их асимметрии как на верхней, так и на нижней челюстях свидетельствуют о том, что появление асимметрии в показателях микроциркуляции является одним из диагностических критериев нарушений кровотока в тканях пародонта.

3. Для характеристики микроциркуляции в тканях пародонта необходимо учитывать ее фенотипические особенности, обусловленные различной степенью выраженности гипоемии или гиперемии у отдельных индивидуумов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ЛДФ – лазерная доплеровская флоуметрия

ЧАС – частотно-амплитудный спектр колебаний тканевого кровотока

ПМ – показатель микроциркуляции

СКО – среднее квадратичное отклонение («флак»)»

ИФМ – индекс флаксмоций

VLF (прочие) – прочие колебания кровотока с очень низкой частотой

NF – нейрогенное колебания кровотока

MF – вазомоторные (миогенные) колебания кровотока

RF – респираторные колебания кровотока

CF – пульсовые (кардиогенные) колебания кровотока

МД – маргинальная часть десны

ПД – прикрепленная часть десны

ПС – переходная складка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулович, А. В. Патология пародонта / А. В. Акулович // Мир медицины. – 1999. – Т. 3, № 4. – С. 9–11.
2. Александров, П. Н. Лазерная доплеровская флоуметрия при изучении нарушений микроциркуляции ишемизированного мозга и почек крысы / П. Н. Александров, В. В. Александрин, Д. А. Михайличенко // Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике: Матер. I Всерос. симпоз. – М., 1996. – С. 13.
3. Банин, В. В. Механизмы обмена внутренней среды / В. В. Банин. – М., 2000. – С. 35–88.
4. Баранова, Л. В. Иммунные нарушения при воспалительных заболеваниях пародонта / Л. В. Баранова, Л. М. Цепов, Р. Я. Мешкова // Новое в стоматологии. – 2002. – Т. 4. – С. 23–26.
5. Барковский, В. С. Биомикроскопический метод оценки морфофункционального состояния микроциркуляторного русла пародонта человека / В. С. Барковский // Труды ЦНИИС. – 1984. – Т. 14. – С. 30–32.
6. Безрукова, А. П. Пародонтология / А. П. Безрукова. – М. : Стоматологический научный центр, 1999. – 336 с.
7. Белоусов, А. В. Состояние капиллярного кровотока в тканях десны в условиях континентального климата по данным ЛДФ / А. В. Белоусов // Материалы международной конференции по микроциркуляции. – М. ; Ярославль, 1997. – С. 127–129.
8. Бергман, Ю. Э. Возрастные изменения в лимфатических узлах в норме, при дефектах зубных рядов и в условиях коррекции лазерным излучением и фитопрепаратом (анатомио-экспериментальное исследование) : дис. ... канд. мед. наук : 14.03.01; 03.03.04 / Бергман Юлия Эрнстовна. – Новосибирск, 2011. – 206 с.
9. Боровский, Е. В. Биология полости рта / Е. В. Боровский, В. К. Леонтьеву – М. : Медицина, 1991. – 304 с.
10. Быков, В. Л. Гистология и эмбриология органов полости рта человека / В. Л.

- Быков. – СПб. : СпецЛит, 1999. – 247 с.
11. Варшавский, А. И. Структурная организация звеньев микрососудистого русла в надкостнице челюстей человека / А. И. Варшавский // *Стоматология*. – 1979. – Т. 3. – С. 14–17.
 12. Варшавский, А. И. Возрастные особенности кровообращение десны человека / А. И. Варшавский, В. И. Левин // *Стоматология*. – 1979. – Т. 3. – С. 13–16.
 13. Власова, О. В. Влияние курения на состояние вегетативной нервной системы и гемодинамики у студенток : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13 / Власова Оксана Владимировна. – Москва, 2009. – С. 54–78.
 14. Вышиванюк, В. А. Профилактика нарушений микроциркуляции в тканях пародонта у курящих с эндотелиальной дисфункцией : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / Вышиванюк Владлена Анатольевна. – Москва, 2012. – С. 67–89.
 15. Гветадзе, Р. Ш. Исследование микрогемодинамики в маргинальной десне при формировании ее контура после второго этапа внутрикостной дентальной имплантации / Р. Ш. Гветадзе // *Стоматология*. – 2012. – Т. 91, № 4. – С. 46–48.
 16. Георгиади, Н. А. Оценка микроциркуляции в тканях пародонта под влиянием лечения / Н. А. Георгиади, Л. А. Скоринова, Т. В. Гайворонская // *Кубанский научный медицинский вестник*. – 2012. – № 4. – С. 133.
 17. Герман, А. К. Влияние табакокурения на кислородный баланс тканей / А. К. Герман // *Врачебное дело*. – 1991. – Т. 5. – С. 86–89.
 18. Голубь, А. А. Состояние микроциркуляции в тканях пародонта у студентов на фоне курения и наличия соматической патологии / А. А. Голубь, Т. С. Чемикосова, О. А. Гуляева // *Проблемы стоматологии*. – 2012. – № 3. – С. 20–24.
 19. Грудянов, А. И. Заболевания пародонта / А. И. Грудянов. – М. : МИА, 2009. – 331 с.
 20. Грудянов, А. И. Влияние курения на микроциркуляцию в тканях пародонта при пародонтите различной степени тяжести по данным лазерной доплеровской флуометрии / А. И. Грудянов // *Стоматология*. – 2010. – Т. 89, № 6. – С. 10–14.

21. Дмитриева, Л. А. Пародонтология: национальное руководство / под ред. Л. А. Дмитриевой, Ю. М. Максимовского. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 712 с.
22. Зазулевская, Л. Я. Влияние излучения гелий-неонового лазера на ультраструктуру десны / Л. Я. Зазулевская // Новое в лазерной медицине и хирургии. Ч. 2. –1990. – С. 131–132.
23. Зюлькина, Л. А. Микроциркуляция тканей пародонта: причины нарушений и механизмы коррекции / Л. А. Зюлькина, М. Н. Сабаева, П. В. Иванов, Е. Н. Шастин // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 2. – С. 37–42.
24. Ибрагим, Р. Х. Индивидуально-типологические особенности состояния микроциркуляции в тканях пародонта человека / Р. Х. Ибрагим // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2004. – Т. 1, № 3. – С. 62–63.
25. Ибрагим, Р. Х. Состояние микроциркуляции в разных зонах слизистой оболочки десны у здоровых молодых людей / Р. Х. Ибрагим, О. А. Гурова, В. И. Козлов // Морфология. – 2009. – Т. 136, № 4. – С. 63.
26. Ибрагим, Р. Х. Влияние курения табака на состояние микроциркуляции крови в десне / Р. Х. Ибрагим, В. И. Козлов, О. А. Гурова // Лазерная медицина. – 2017. – Т. 21, № 3. – С. 40–43.
27. Ибрагим, Р. Х. Морфофункциональные особенности микроциркуляторного русла в разных областях десны / Р. Х. Ибрагим, О. А. Гурова // Морфология. – 2018. – Т. 153, № 2. – С. 24–30.
28. Иванов, В. С. Заболевания пародонта / В. С. Иванов. – М. : МИА, 1998. – С. 296.
29. Иванов, В. С. Заболевания пародонта : учебное пособие / В. С. Иванов, В. П., Почивалин, Е. В. Иванова [и др.] ; ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования. – М. : РМАНПО, 2017. – С. 94.
30. Казначеев, В. П. Клиническая патология капиллярного обмена / В. П. Казначеев, А. А. Дзизинский. – М. : Медицина, 1975.
31. Карницкий, В. И. Капилляроскопическое изучение десны при пародонтозе /

- В. И. Карницкий // Стоматология. – 1966. – Т. 6. – С. 43–45.
32. Кваша, Е. А. Курение и сердечно-сосудистые заболевания / Е. А. Кваша // Украинский кардиологический журнал. – 2004. – № 6. – С. 23–27.
33. Кемулария, И. В. Изменение показателей гемомикроциркуляции в тканях пародонта под влиянием табакокурения : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / Кемулария Ирина Владимировна. – М., 2010. – С. 28–49.
34. Кемулария, Н. В. Влияние курения на микроциркуляцию в тканях пародонта при пародонтите различной степени тяжести по данным лазерной доплеровской флоуметрии / Н. В. Кемулария, А. И. Грудянов // Стоматология. – 2010. – Т. 89, № 6. – С. 10–14.
35. Киселев, А. Ф. Ультраструктура кровеносных капилляров десны на ранних этапах развития пародонтоза / А. Ф. Киселев, Н. Ф. Данилевский, Н. А. Колесова // Применение электронной микроскопии в материаловедении, биологии и медицине. – Киев : Здоровье, 1975. – С. 73–75.
36. Ковалев, Е. В. Возрастные изменения ультраструктурной организации эпителия десны человека / Е. В. Ковалев // Архив АГЭ. – 1988. – Т. 4. – С. 44–47.
37. Козлов, В. И. Гистофизиология капилляров / В. И. Козлов, Е. П. Мельман, Б. В. Шутка, Е. М. Нейко. – СПб. : Наука, 1994.
38. Козлов, В. И. Метод лазерной доплеровской флоуметрии : пособие для врачей / В. И. Козлов, Э. С. Мач, Ф. Б. Литвин. – М., 2001. – С. 24.
39. Козлов, В. И. Компьютерная TV-микроскопия сосудов конъюнктивы глазного яблока в оценке состояния микроциркуляции крови / В. И. Козлов, Г. А. Азизов, О. А. Гурова. – М. : Изд-во РУДН, 2004. – С. 1–29.
40. Козлов, В. И. Патент № 2269288 Российская Федерация. Способ биомикроскопического исследования микрососудов конъюнктивы глазного яблока : опубл. 2006 / Козлов В. И., Азизов Г. А., Гурова О. А.
41. Козлов, В. И. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния и расстройств микроциркуляции крови / В. И. Козлов, Г. А. Азизов, О. А. Гурова, Ф. Б. Литвин. – М. : Изд-во РУДН, 2012. – С. 32.
42. Козлов, В. И. Капилляроскопия в клинической практике / В. И. Козлов. – М. :

- Практическая медицина, 2015. – С. 123–195.
43. Козлов, В. И. Анатомия ротовой полости и зубов / В. И. Козлов, Т. А. Цехми-стренко. – М. : Изд-во РУДН, 2018. – 132 с.
 44. Кочиева, И. В. Влияние табакокурения на микроциркуляцию в тканях пародонта / И. В. Кочиева, С. Н. Мкртчян, С. К. Хетагуров // Здоровье и образование в XXI веке. – 2015. – Т. 17. – № 1. – С. 57–59.
 45. Кошкарян, А. Л. Состояние кожной микроциркуляции полового члена и ее расстройства при хроническом простатите : дис. ... канд. мед. наук : 14.03.01; 14.03.03 / Кошкакарян Арман Леонович. – Москва, 2010. – 128 с.
 46. Кречина, Е. К. Нарушение микроциркуляции в тканях пародонта при его заболеваниях и клиничко-функциональное обоснование методов их коррекции : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.21 / Кречина Елена Константиновна. – Москва, 1996.
 47. Кречина, Е. К. Изучение реактивности микрососудов периапикальных тканей при экстирпации пульпы и на этапах эндодонтического лечения / Е. К. Кречина, С. А. Еганова, В. В. Маслова [и др.] // Стоматология. – 2007. – Т. 5. – С. 11–14.
 48. Кречина, Е. К. Микроциркуляция в тканях десны пародонта / Е. К. Кречина, В. И. Козлов, В. В. Маслова. – М. : ГЕОТАР-Медиа, 2007. – С. 45–79.
 49. Кречина, Е. К. Состояние микрогемодинамики в пульпе зуба при лечении кариеса дентина композитными материалами / Е. К. Кречина, В. В. Маслова, В. Н. Мардахаева [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания». – 2008. – Т. 9, № 6, приложение. – С. 157.
 50. Кречина, Е. К. Метод капилляроскопии в оценке состояния микроциркуляции в тканях десны интактного пародонта / Е. К. Кречина // Стоматология. – 2010. – Т. 89, № 4. – С. 28–30.
 51. Кречина, Е. К. Состояние микроциркуляции в тканях пародонта по данным компьютерной капилляроскопии у пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом на фоне метаболических нарушений / Е. К. Кречина, О. А. Зорина, Ф. К. Мустафина, А. М. Молчанов // Стоматология. – 2015. – Т. 94, № 4. – С. 20–23.

52. Крупаткин, А. И. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови / А. И. Крупаткин, В. В. Сидоров. – М. : Медицина, 2005. – 254 с.
53. Куприянов, В. В. Микроциркуляторное русло / В. В. Куприянов, Я. Л. Караганов, В. И. Козлов. – М. : Медицина, 1975. – С. 58–86.
54. Логинова, Н. К. Патология пародонта: учеб.-метод. пособие / Н. К. Логинова, А. И. Воложин. – М., 1995. – С. 108.
55. Макаров, Л. Х. Морфогенез сосудистого русла слизистой оболочки десны человека / Л. Х. Макаров, С. Г. Никаноров // Бюлл. СО АМН СССР. – 1988. – Т. 5–6. – С. 117–120.
56. Мамаева, Е. В. Возможности использования метода лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) в оценке состояния тканей пародонта / Е. В. Мамаева // Стоматология. – 2001. – Т. 80, № 1. – С. 66–70.
57. Мач, Э. С. Нарушения микроциркуляции при системной склеродермии / Э. С. Мач, Р. Т. Алекперов // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2004. – Т. 10, № 3. – С. 4.
58. Мач, Э. С. Нарушения микроциркуляции при системной склеродермии с развитием артериальной гипертензии / Э. С. Мач, Д. М., Батриева // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2008. – Т. 14, № 3. – С. 44–46.
59. Морозов, М. В. Морфофункциональное состояние микроциркуляции в коже различных топографо-анатомических областей тела человека : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.02; 03.00.13 / Морозов Михаил Васильевич. – Москва, 2008. – 241 с.
60. Мchedlishvili, G. I. Микроциркуляция крови / Г. И. Мchedlishvili, Д. Г. Барамидзе. – СПб. : Наука, 1989.
61. Нарыкова, С. А. Оптимизация методики оценки показателей лазерной доплеровской флоуметрии в пародонтологии : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.21 / Нарыкова Светлана Анатольевна. – Москва, 2005. – С. 56–76.
62. Орехова, Л. Ю. Некоторые аспекты патогенеза заболеваний пародонта курящих людей / Л. Ю. Орехова, Е. Д. Кучумова, Н. А. Лелеткина [и др.] // Пародонтология. – 2011. – Т. 4. – С. 17–22.

63. Орехова, Л. Ю. Прогнозирование состояния пародонта у курильщиков / Л. Ю. Орехова, М. В. Осипова // Пародонтология. – 2012. – Т. 1. – С. 42–47.
64. Орехова, Л. Ю. Изменение микроциркуляции тканей пародонта у лиц молодого возраста под влиянием табакокурения / Л. Ю Орехова, Е. В. Косова, А. А. Петров, С. Косов // Пародонтология. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 15–18.
65. Петрищев, Н. Н. Механизмы системных нарушений микроциркуляции / Н. Н. Петрищев // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2008. – Т. 14, № 3. – С. 129.
66. Петросян, К. Р. Структурно-функциональные изменения артерий у курящих мужчин в возрастном аспекте : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.05 / Петросян Кристина Рубеновна. – Москва, 2009. – С. 57–87.
67. Покровский, А. В. Значение оценки состояния микроциркуляции в клинической практике / А. В. Покровский // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2004. – Т. 10, № 3. – С. 3–4.
68. Покровский, А. В. Значение оценки микроциркуляции в определении показаний и прогноза реконструктивных сосудистых операций / А. В. Покровский, А. Ф. Харазов, Л. С. Селезнева // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2006. – Т. 12, № 4–5.
69. Пронин, В. С. Патогенетические аспекты изменения микроциркуляторного кровотока и сосудистой реактивности при хроническом употреблении алкоголя и табакокурении : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.16 / Пронин Владимир Сергеевич. – Москва, 2009. – С. 35–78.
70. Рогинский, В. В. Атлас патологии сосудов головы и шеи / под ред. В. В. Рогинского – М. : Изд-во Либри-плюс, 2021. – С. 480.
71. Рыжакин, С. М. Состояние микроциркуляции в пиальных сосудах крысы при действии лазерного излучения и экзогенного оксида азота : канд. биол. наук : 03.00.13; 14.00.02 / Рыжакин Сергей Михайлович. – Москва, 2005. – 141 с.
72. Сабанцева, Е. Г. Роль микроциркуляции в патологии слизистой оболочки полости рта (аспекты диагностики, патогенеза и терапии) : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.21 / Сабанцева Елена Геннадьевна. – Москва, 2005. – С. 46–87.

73. Сабанцева, Е. Г. Патологическая характеристика расстройств микроциркуляции при воспалительно-деструктивных заболеваниях слизистой оболочки рта / Е. Г. Сабанцева // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2006. – Т. 5. – С. 30–36.
74. Сидоренко, Г. И. Современные аспекты борьбы с табакокурением: исчерпаны ли все возможности? / Г. И. Сидоренко // Кардиология. – 2010. – Т. 50, № 11. – С. 91–94.
75. Смирнов, Т. И. Критерии оценки микрогемодинамических нарушений в тканях пародонта : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / Смирнова Тамара Николаевна. – Москва, 2017. – С. 57–69.
76. Снеткова, Н. В. Оценка влияния аппаратного ортодонтического лечения на микроциркуляцию в пародонте : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / Снеткова Наталья Викторовна. – Москва, 2014. – С. 47–97.
77. Тамарин, Ю. А. Курение табака и сердечно-сосудистые заболевания / Ю. А. Тамарин // Нижегородский медицинский журнал. –1998. – Т. 1. – С. 17–18.
78. Фалин, Л. И. Гистология и эмбриология полости рта и зубов / Л. И. Фалин. – М. : Медгиз, 1962. – 220 с.
79. Фейзуханова, Д. В. Табакокурение и соматические заболевания / Д. В. Фейзуханова // Табакокурение и здоровье. –1988. – С. 35–37.
80. Филимонова, Г. А. Влияние курения табака на состояние кардиореспираторной системы операторов / Г. А. Филимонова // Врачебное дело. –1989. – Т. 11. –С. 106–108.
81. Чернух, А. М. Воспаление / А. М. Чернух – М. : Медицина, 1979. – 447 с.
82. Чернух, А. М. Микроциркуляция / А. М. Чернух, П. Н. Александров, О. В. Алексеев. – М. : Медицина, 1984. –426 с.
83. Шахламов, В. А. Капилляры / В. А. Шахламов. – М. , Медицина, 1971. – 200 с.
84. Шошенко, К. А. Кровеносные капилляры / К. А. Шошенко. – Новосибирск, 1988. – 340 с.
85. Adier, D. G., Romero Y. Primary esophageal motility disorders / D. G. Adier, Y.

- Romero // *Mayo Clin. Proc.* – 2001. – Vol. 76, N 2. – P. 85–208.
86. Ainamo, J. Significance of epidemiologic research in the understanding of periodontal disease / J. Ainamo // *Scand. J. Dent. Res.* – 1992. – Vol. 100, N 1. – P. 37–47.
87. Aalkjær, C. Vasomotion – what is currently thought? / C. Aalkjær, D. Boedtkjer, V. Matchkov // *Acta Physiol.* – 2011. – N 202. – P. 253–269.
88. Amarasena, N. Tobacco use and oral hygiene as risk indicators for periodontitis / N. Amarasena, A. N. Ekanayaka, L. Herath, H. Miyazaki // *Community Dent. Oral Epidemiol.* – 2002. – Vol. 30. – P. 77–189.
89. Baab, D. A. The effect of cigarette smoking on gingival flow in humans / D. A. Baab, P. A. Oberg // *J. Clin Periodontal.* – 1987. – Vol. 14. – P. 345–348.
90. Bagaitkar, J. Tobacco use increases susceptibility to bacterial infection / J. Bagaitkar, D. Demuth, D. A. Scott // *Tobacco Induced Diseases.* – 2008. – Vol. 4. – P. 56.
91. Bergstrom, J. Vascular reaction in plaque-induced gingivitis: a quantitative approach / J. Bergstrom // *Periodontal. Res.* – 1992. – Vol. 27, N 6. – P. 74–88.
92. Bernjak, A. Low-frequency blood flow oscillations in congestive heart failure and after beta1-blockade treatment / A. Bernjak, P. B. Clarkson, P. V. McClintock, A. Stefanovska // *Microvasc. Res.* – 2008. – Vol. 76. – P. 224–232.
93. Bollinger, A. Evaluation of flux motion in man by the laser-Doppler technique / A. Bollinger, U. Hoffmann, Franzeck. // *Blood Vessels. U.K.* – 1991. – Vol. 28 (Suppl. 1). – P. 21–26.
94. Bollinger, A. Microvascular changes in venous disease: up update / A. Bollinger, A. J. Leu, U. Hoffman, U. K. Franzeck // *Angiology.* – 1997. – Vol. 48. – P. 27–32.
95. Bollinger, A. Intravital detection of skin capillary aneurysms by videomicroscopy with indocyanine green in patients with progressive systemic sclerosis and related disorders / A. Bollinger, B. Saesseli, U. Hoffman, U. K. Franzeck // *Circulation.* – 1998. – Vol. 83. – P. 546–551.
96. Bonner, R. Model for laser Doppler measurements of blood flow in tissue microcirculation / R. Bonner, R. Nossal // *Appl. Optics.* – 1981. – Vol. 20. – P. 297–307.
97. Canjău, S. Laser doppler flowmetry evaluation of gingival microcirculation recovery in gingivitis / S. Canjău, M. I. Miron, C. D. Todea // *Archives of the Balkan*

- Medical Union. – 2015. – Vol. 50, N 3. –P. 354–359.
98. Cobb, C. M . Lasers and the treatment of chronic periodontitis / C. M. Cobb, S. B. Low, D. J. Coluzzi // Dent. Clin. Noth. Am. – 2010. – Vol. 54, N 1. – P. 33–56.
 99. Darby, I. B. Clinical and microbiological effect of scaling and root planning in smoker and nonsmoker 1171 chronic and aggressive periodontitis patients / I. B. Darby, P. J. Hodge, M. P. Riggio, D. F. Kinane // J. Clin. Periodontol. – 2003. –Vol. 32, N 2. –P. 188–204.
 100. Doonan, R. J. The effect of smoking on arterial stiffness / R. J. Doonan, A. Hausvater, C. Scallan [et al.] // Hypertens. Res. – 2010. – Vol. 33. – P. 398–410.
 101. Gleissner, C. Local gingival blood flow at healthy and inflamed sites measured by laser Doppler flowmetry / C. Gleissner, O. Kempfski, S. Peylo [et al.] // J. Periodontol. – 2006. –Vol. 77. – P. 1762–1771.
 102. Fagrell, B. Effecto dell, Irraggiamento Laser sul Contenuto di ATR esu Attivita, Atpasiche in Vitro end Vivo / B. Fagrell // Laser International Congress on Laser in Medicin and Surgery / ed. G. Galletty. – Bologna, 1990. –P. 226.
 103. Fagrell, B. Problems using laser Doppler on the skin in clinical practice in laser Doppler / B. Fagrell // Med. Acad. Publ. – 1994. – P. 49–54.
 104. Folkow, B. Circulation / B. Folkow, E. Neil. – New York : Oxford Un. Press, 1976.
 105. Haber, J. Smoking is a major risk factor for periodontitis / J. Haber // Current Opinion in Periodontology. –1994. –Vol. 1. – P. 9–23.
 106. Haffajee, A. D. Relationship of cigarette smoking to the subgingival microbiota / A. D. Haffajee, S. S. Socransky // J. Clin. Periodontol. – 2001. –Vol. 28, N 5. – P. 37–73.
 107. Hermann, P. Periodontal health of an adult population in Hungary: findings of a national survey / P. Hermann, I. Gera, J. Borbely [et al.] // J. Clin. Periodontol. – 2009. – Vol. 36. –P. 449–457.
 108. Hock, J. Erythrocyte velocity in vascular networks of young non-inflamed dog gingiva / J. Hock, K. Nuki // Journal of Dental Research. – 1976. – Vol. 55. –P. 158–160.
 109. Hoffman, U. The frequency histogram a new method for the evaluation of Laser Doppler Flux Motion / U. Hoffman, A. Yanar, A. Bollinger // Microvascul. Res. – 1990. – Vol. 40. –P. 297–309.

110. Holloway, G. A. Laser Doppler measurement of cutaneous blood flow / G. A. Holloway, D. W. Watkins // *J. Invest Derm.* –1977. – Vol. 69. –P. 305–310.
111. Intaglietta, M. Capillary flowmotion and vasomotion / M. Intaglietta // *J. Microcirculation.* –1994. –Vol. 14 (suppl. 1). –P. 3.
112. Johnson, G. K. Effects of topical and systemic nicotine on gingival blood flow in dogs / G. K. Johnson, G. L. Todd, W. T. Johnson [et al.] // *J. Dent Res.* – 1991. – Vol. 70. – P. 905–908.
113. Johnson, G. K. Cigarette smoking and the periodontal patient / G. K. Johnson, M. Hill // *J. Periodontol.* – 2004. –Vol. 75. –P. 196– 209.
114. Johnson, P. C. Overview of the microcirculation / P. C. Johnson // *Handbook of physiology microcirculation* / eds.: R. F. Tuma, W. N. Duran, R. Ley. – Amsterdam ; Tokyo, 2008. – P. 11–24.
115. Kozlov, V. Determination of Tissue blood flow in the gums and microcirculation disorders in chronic periodontitis / V., Kozlov R. Ibragim // *Journal of Vascular Research.* – 2011. – Vol. 48, N 1. – P. 265.
116. Kvandal, P. Low-frequency oscillations of the laser-Doppler perfusion signal in human skin / P. Kvandal, S. A. Landsverk, A. Bernjak [et al.] // *Microvasc. Res.* – 2006. –Vol. 72. –P. 120–127.
117. Lew, K. K. The periodontal microvasculature a morphological-and-morphometric study / K. K. Lew // *J. Nikon. Univer. Sch. Dent.* –1987. –Vol. 9, N 4. – P. 222–224.
118. Luthra, K. Smoking swings of gingival crevicular luid secretion / K. Luthra, H. S. Grover, N. Aggarwal, S. Luthra // *Journal of Indian Society of Periodontology.* – 2012. –Vol. 16. –P. 101–103.
119. Matchkov, V. V. Mechanisms of cellular synchronization in the vascular wall. Mechanisms of vasomotion / V. V. Matchkov // *Dan. Med. Bull.* – 2010. –Vol. 57, № 4. –P. 191.
120. Matsuo, M. Microcirculation alterations in experimentally induced gingivitis in dogs / M. Matsuo, T. Okudera, S. S. Takahashi [et al.] // *Ant. Sci. Int.* – 2017. – Vol. 92, N 2. –P. 112–117.

121. Mavropoulos, A. Hyperaemic response to cigarette smoking in healthy gingiva / A. Mavropoulos, H. Aars, P. Brodin // *J. Clin. Periodontol.* – 2003. – Vol. 30. – P. 214–221.
122. Meekin, T. N. Laser Doppler flowmeter measurement of relative gingival and forehead skin blood flow in light and heavy smokers during and after smoking / T. N. Meekin, R. F. Wilson, D. A. Scott, R. M. Palmer // *J. Clin. Periodontol.* – 2000. – Vol. 27. – P. 233–239.
123. Messmer, K. Microcirculation in Chronic Venous insufficiency / K. Messmer // *Progress in Applied Microcirculation.* / ed. K. Messmer. – Basel, Switzerland : Karger, 1998. – Vol. 23. – P. 210–216.
124. Mirbod, S. M. Immunohistochemical study of vestibular gingival blood vessel density and internal circumference in smokers and non-smokers / S. M. Mirbod, S. I. Ahing, V. K. Pruthi // *J. Periodontol.* – 2001. – Vol. 72. – P. 131–132.
125. Molnar, E. Assessment of heat provocation test on the human gingiva: the effect of periodontal disease and smoking / E. Molnar, Z. Lohinai, A. Demeter [et al.] // *Acta Physiol Hung.* – 2015. – Vol. 102. – N 2. – P. 176–188.
126. Morozumi, T. Smoking cessation increases gingival blood flow and gingival reticular fluid / T. Morozumi, T. Kubota, T. Sato [et al.] // *J. Clin. Periodontol.* – 2004. – Vol. 31. – P. 265–270.
127. Naumova, E. A. The oral mucosal surface and blood vessels / E. A. Naumova, T. Dierkes, J. Sprang, W. H. Arnold // *Head & Face Medicine.* – 2013. – Vol. 9. – P. 8.
128. Nilsson, G. E. Laser Doppler monitoring and imaging of blood microcirculation / G. E. Nilsson, K. Wardell, R. Bonner [et al.] // *Proc. SPIE.* – 1994. – Vol. 21. – P. 53–59.
129. Nilsson, H. Vasomotion: Mechanism and physiological importance / H. Nilsson, C. Aalkjer // *Mol. Interv.* – 2003. – Vol. 3, N 2. – P. 79–89.
130. Ohsugi, Y. Age-related changes in gingival blood flow parameters measured using laser speckle flowmetry / Y. Ohsugi, Y. Nagashima, S. Nakatsu [et al.] // *Microvasc. Res.* – 2019. – Vol. 122. – P. 6–12.

131. Perry, D. A. Gingival microcirculation response to tooth brushing measured by laser Doppler flowmetry / D. A. Perry, J. Macdowell, H. I. Goodies // *J. Periodontol.* – 1997. – Vol. 10. – P. 990–995.
132. Pries, A. R. Blood flow in microvascular networks / A. R. Pries, T. W. Secomb // *Handbook of physiology: Microcirculation* / eds.: R. F. Tuma, W. N. Duran, R. Ley. – Amsterdam ; Tokyo, 2008. – P. 3–36.
133. Scarbina, G. A. Permanence of modifications oral microcirculation in ex-smokes / G. A. Scarbina, M. Messina, D. Melilli [et al.] // *Med. Sci. Monit.* – 2019. – Vol. 30. – N 25. – P. 866–871.
134. Shepro, D. Introduction. (Editor-in-Chief.) *Microvascular research* / D. Shepro. – Elsevier, Academic Press, 2006.
135. Sridhar, R. A study to evaluate the relationship between periodontal, cardiovascular disease and serum lipid levels / R. Sridhar, G. Byakod, P. Pudakalkatti [et al.] // *Int. J. Hyg.* – 2009. – Vol. 7, N 2. – P. 143–149.
136. Stefanovska, A. Wavelet analysis of oscillations in the peripheral blood circulation measured by laser Doppler technique / A. Stefanovska, M. Bracic, H. D. Kvernmo // *IEEE Trans. Bio. Med. Eng.* – 1999. – N 46. – P. 1230–1239.
137. Stefanovska, A. Spatial synchronization in the human cardiovascular system / A. Stefanovska, M. Hozic // *Prog. Theor. Phys. Suppl.* – 2000. – N 139. – P. 270–282.
138. To, M. Microcirculation changes in gingival tissue after ultrasonic tooth preparation in beagle dogs / M. To, M. Matsuo, S. Wada-Takahishi [et al.] // *J. Appl. Oral Sci.* – 2020. – Vol. 7, N 8. – P. 28.
139. Vag, J. Human gingival blood flow as measured by laser Doppler flowmetry / J. Vag, F. Csempez, B. Kereâmi [et al.] // *Journal of Dental Research.* – 1998. – Vol. 77 (Suppl.). – P. 766.
140. Vag, J. Influence of restorative manipulations on the blood perfusion of human marginal gingiva as measured by laser Doppler flowmetry / J. Vag, A. Fazekas // *Journal of Oral Rehabilitation.* – 2002. – Vol. 29. – P. 52–57.
141. Wada-Takahashi, S. Effect of physical stimulation (gingiva massage) on age-related changes in gingival microcirculation / S. Wada-Takahashi, K. I. Hidaka, F. Yoshino

- [et al.] // Plos One. – 2020. – Vol. 15, N 5. –P. 233–288.
142. Wang, Y. Pilot study of laser-doppler flowmetry measurement of oral musoca blood flow / Y. Wang, O. Barry, G. Wahl [et al.] // Beijing Da Xue Xue Bao Y Xue Ban. – 2016. – Vol. 48, N 4. –P. 697–701.
143. Wang, X. Preliminary study on the effects of smoking on gingival microcirculation in chronic periodontitis / X. Wang, L. Shi, Y. X. Tong [et al.] // Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. – 2019. –Vol. 37, N 5. – P. 485–489.
144. de Wit, C. Connexin-dependent communication within the vascular wall: contribution to the control of arteriolar diameter / C. de Wit, S. E. Wolfle, B. Hopfl // Adv. Cardiol. – 2006. – Vol. 42. – P. 268–283.
145. Zoellner, H. Vascular expansion in chronic periodontitis / H. Zoellner, N. Hunter // Oral. Pathol. Med. – 1992. – Vol. 20, N 9. – P. 245–487.
146. Zoellner, H. Microvasculature in gingivitis and chronic periodontitis: disruption of vascular networks with protracted inflammation / H. Zoellner, C. C. Chapple, N. Hunter // Microsc. Res. Tech. – 2002. – Vol. 56. – P. 15–31.
147. Zweifach, B. W. Functional behavior of the microcirculation / B. W. Zweifach. – Springfield, Illinois, 1961. – 230 p.
148. Zweifach, B. W. Mechanics of fluid movement across single capillaries in the rabbit / B. W. Zweifach, M. Intaglietta // Microvasc. Res. –1968. – Vol. 1. – P. 83–101.