

Список литературы

1. Гусева Н. Г. Системная склеродермия — мультидисциплинарная проблема // Научно-практическая ревматология. — 2011. №2. — URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sistemnaya-sklerodermiya-multidistsiplinarnaya-problema> (дата обращения: 08.01.2014).
2. Долгалев, А.А. Комплексная диагностика окклюзионных нарушений зубных рядов у пациентов с патологией височно-нижнечелюстного сустава /

А.А. Долгалев // Вестник новых медицинских технологий. - Тула. — 2008. — Т.15, №2. — С. 226-228.

3. Доскараева П.Т., Байжанова К.Т., Суханкина В.Н. Оценка поражения опорно-двигательного аппарата у больных системной склеродермией (ССД) // Научно-практическая ревматология. — 2006. — №2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-porazheniya-oporno-dvigatel'nogo-apparata-u-bolnyh-sistemnoy-sklerodermiy-ssd> (дата обращения: 08.01.2014).

УДК 616.31:612.135:616-053.3/5

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ КАПИЛЛЯРНОГО КРОВОТОКА В СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКЕ ПОЛОСТИ РТА У ДЕТЕЙ С АНОМАЛИЯМИ ПОЛОЖЕНИЯ ЗУБОВ

Доменюк Д.А., Карслиева А.Г., Зеленский В.А., Иванчева Е.Н.

ГБОУ ВПО СтГМУ Минздрава России, Ставрополь, e-mail: domenyukda@mail.ru

Методом лазерной доплеровской флоуметрии проведено исследование показателей гемодинамики в слизистой оболочке полости рта у детей в возрасте от 4,5 до 9 лет со скученностью зубов с целью выявления топографических особенностей микроциркуляции этих участков. Результаты изучения состояния капиллярного кровотока на основании среднего квадратического отклонения амплитуды колебаний, коэффициента вариации, амплитуд колебаний вазомоторного, дыхательного и кардиоритмов, а также показателей активных и пассивных механизмов модуляции кровотока в исследуемых зонах не выявили статистически достоверных различий. Это позволяет утверждать о схожести интенсивности и регуляции гемодинамики слизистой оболочки десны и неба у детей до аппаратного лечения.

Ключевые слова: лазерная доплеровская флоуметрия, детское население, капиллярный кровоток, микроциркуляция, коэффициент вариации

CAPILLARY BLOOD FLOW IN ORAL MUCOSA IN CHILDREN WITH ABNORMAL TOOTH POSITION

Domenyuk D.A., Karslieva A.G., Zelensky V.A., Ivancheva E.N.

Stavropol State Medical University, Stavropol, e-mail: domenyukda@mail.ru

Laser Doppler flowmetry was used to investigate the oral mucosa hemodynamics in children aged 6–9 with crowded teeth, which was done in order to identify microcirculation topographic features in the respective areas. The results of the investigation into the capillary blood flow based on the standard deviation of oscillation amplitude, variation coefficient, oscillation amplitude of vasomotor, breathing, and cardio-rhythms, as well as indices for active and passive mechanisms for blood flow modulation at the areas under investigation showed no statistically significant differences. This suggests similarity in the intensity and regulation in the hemodynamics of the gum and palate mucosa in children prior to appliance-based treatment.

Keywords: laser Doppler flowmetry, child population, capillary blood flow, microcirculation, variation coefficient

Системный анализ современных научных данных убедительно доказывает ведущую роль микроциркуляторного звена кровообращения в патогенезе многих стоматологических заболеваний. Однако развитие пато-

генетических механизмов, ответственных за морфофункциональное состояние слизистой оболочки полости рта, полностью не изучено [3,5,8].

Клинико-функциональные исследования свидетельствуют, что у детского населения с аномалиями положения зубов отмечаются изменения микроциркуляторного русла в слизистой оболочке ротовой полости [1,2]. До настоящего времени отсутствуют объективные количественные характеристики параметров капиллярного кровотока слизистой оболочки десны у детей с аномалиями положения зубов, выявление которых позволило бы адекватно оценить эффективность проведенного ортодонтического лечения и уменьшить риск возникновения осложнений.

По мнению большинства отечественных и зарубежных исследователей, лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) является простым, атравматичным, безопасным и достоверным методом функциональной диагностики, поэтому этот метод достаточно широко применяется практически во всех медицинских дисциплинах, нуждающихся в изучении микроциркуляции у человека. Применение ЛДФ в медицине позволяет: во-первых, оценить состояние и расстройства микроциркуляции крови, повысив качество диагностики различных заболеваний, путем распознавания их на ранних стадиях развития; во-вторых, сформировать базу для более глубокого понимания патогенеза возникающих расстройств микроциркуляции; в-третьих, осуществлять объективный контроль за проводимыми лечебно-профилактическими мероприятиями и индивидуальным подбором фармакологических средств [4,9]. В стоматологии ЛДФ наиболее эффективна для количественного определения линейных, объемных параметров структуры капиллярного кровотока, а также интенсивности гемодинамических процессов в тканях слизистой оболочки на уровне прикрепленной десны [6,7,10].

Комплексная оценка результатов капиллярного кровотока методом ЛДФ позволит провести объективную оценку топографических особенностей и жизнеспособности тканей микроциркуляторного русла в слизистой оболочке полости рта у детей с аномалиями положения зубов, получив значимые для детской стоматологии результаты.

Цель исследования – изучение показателей гемодинамики в слизистой оболочке полости рта у детей с аномалиями положения зубов по данным лазерной доплеровской флоуметрии.

Материалы и методы исследования

Исследование состояния показателей капиллярного кровотока в слизистой оболочке десны на уровне резцов нижней челюсти и неба проводилось у 48 детей в возрасте от 4,5 до 9 лет со скученностью зубов при удовлетворительных и хороших показателях гигиены полости рта с помощью метода ЛДФ, объективно отражающим уровень периферической перфузии, а также особенности регуляции кровотока в микроциркуляторном русле.

Принцип метода основан на лазерной доплеровской низкочастотной спектроскопии с использованием излучения гелий-неонового лазера малой мощности и длиной волны 632,8нм, проникающего в поверхностные слои тканей. Отражение лазерного излучения от движущихся в микрососудах эритроцитов приводит к изменению частоты сигнала (эффект Доплера), что позволяет определить интенсивность микроциркуляции в исследуемом участке тела. Обратное рассеяние монохроматического зондирующего сигнала формируется в результате многократного рассеивания на поверхности эритроцитов. Поэтому спектр отраженного сигнала после многократного детектирования, фильтрации и преобразования дает интегральную характеристику капиллярного кровотока в заданной единице объема тканей, которая складывается из средней скорости движения эритроцитов, показателя капиллярного гематокрита и числа функционирующих капилляров.

ЛДФ проводили лазерным анализатором капиллярного кровотока (ЛАКК-02; исполнение 2 – с двумя излучателями на длину волны 0,8 мкм) при использовании кварцевого световодного зонда диаметром 3мм и длиной 1,8м (производитель НПП "ЛАЗ-МА" г. Москва, разрешение Минздрава РФ для применения в практическом здравоохранении – Протокол № 1 от 13.01.1993 г. Комиссии по клинико-диагностическим приборам). Аппарат ЛАКК - 02 обеспечивает определение показателя капиллярного кровотока в диапазоне скоростей от 0,03 до 6 мм/с за период времени, не превышающий 10 секунд.

Лазерное излучение к поверхности исследуемого объекта подводится с помощью 3-х канального световодного кабеля (зонда), состоящего из трех световодов (волокон). По одному из них поступает лазерное излучение к ткани, а по двум другим принимается отраженное от ткани рассеянное излучение, которое поступает в блок обработки анализатора. После аналоговой обработки формируется выходной сигнал. На экране монитора компьютера можно наблюдать в реальном масштабе времени изменения кровотока в виде кривой (доплерограммы). Использо-

мый в анализаторе ЛАКК-02 зонд позволяет регистрировать кровотоки в ткани объемом около 1 мм³. Фрагментарный характер колебаний на определенной частоте в реальной доплерограмме, когда наблюдается случайное чередование колебаний различной частоты, а также ограничение времени регистрации поступающего сигнала, определили необходимость использования цифрового метода фильтрации для анализа доплерограмм. Поэтому для получения более полной диагностической информации применяли амплитудно-частотный анализ гармонических ритмов исходной доплерограммы при спектральном разложении на гармонические составляющие физиологических колебаний тканевого кровотока.

Исследование микроциркуляции в тканях десны проводили в сидячем положении (угол наклона спины 95-100°) в стоматологическом кресле. Голова фиксирована на подголовнике при горизонтальном расположении трагоорбитальной линии. Запись исходной доплерограммы проводили на вестибулярной поверхности десны и в области неба.

При проведении исследований вычисляли следующие статистические характеристики показателя микроциркуляции (ПМ): среднее арифметическое значение – M , среднее квадратическое отклонение среднего арифметического – σ , коэффициент вариаций – K_v .

Для характеристики гемодинамических процессов определяли соотношение сопротивления на путях притока и оттока крови. По результатам анализа ритмических составляющих колебаний кровотока внутрисосудистое сопротивление (R) характеризовали соотношением:

$$R = A_{CF}/M \times 100\% \quad (1),$$

где: A_{CF} – амплитуда кардиоритма (пульсовых колебаний), M – среднее значение параметра микроциркуляции за время измерения.

Соотношение пассивных и активных процессов в системе микроциркуляции обозначали как индекс, характеризующий эффективность микроциркуляции (ИЭМ), который определяли из соотношения ритмов колебаний тканевого кровотока:

$$ИЭМ = A_{LF}/A_{CF} + A_{HF} \quad (2),$$

где: A_{LF} – амплитуда вазомоторных колебаний, A_{CF} – амплитуда пульсовых колебаний, A_{HF} – амплитуда высокочастотных колебаний.

Проведено нормирование показателя амплитуды соответствующих ритмов к величине максимального разброса среднего значения параметра микроциркуляции за время измерения (3σ):

$$A_F / 3\sigma \times 100\% \quad (3)$$

Состояние активных и пассивных механизмов микроциркуляции характеризовали по нормированным показателям ритмических составляющих флаксмоций. Расчет по формуле (3) для вазомоторных колебаний в большей мере характеризует состояние активного механизма вазомоций и их вклад в продвижение крови по микрососудам. Для высокочастотных (дыхательных) колебаний – пассивную акти-

вацию микроциркуляции за счет усиления перепадов давления в венозном русле в результате дыхательных экскурсий; для пульсовых колебаний – вклад сердечных сокращений в микроциркуляторную гемодинамику.

Обработка доплерограмм проводилась с помощью специализированного программного обеспечения к аппарату "ЛАКК-02" (НПП "ЛАЗМА") – пакета прикладных программ "LDF 2.20.0.507WL" на персональном компьютере. Статистическая обработка результатов исследований проводилась с использованием программы "Microsoft Excel XP", "Statistica 6.0" и включала описательную статистику, оценку достоверности различий по Стьюденту и корреляционный анализ с оценкой достоверности коэффициентов корреляции. При оценке достоверности отличий использовалось значение $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Показатели капиллярного кровотока слизистой оболочки десны на уровне резцов нижней челюсти и неба у детей со скученностью зубов представлены в таблице 1.

Сравнительный анализ полученных результатов позволяет утверждать, что показатель микроциркуляции (M), характеризующий средний поток эритроцитов в единице объема ткани в зондируемом участке в интервале времени регистрации, несколько ниже в слизистой оболочке неба ($7,37 \pm 0,35$ пф.ед. – десна, $5,83 \pm 0,28$ пф.ед. – небо).

Однако, по данным отечественных исследователей, этот показатель недостаточно информативен в силу его высокой вариабельности и значительной изменчивости в пределах одной топографической зоны и может быть объективно использован только для предварительной характеристики состояния микроциркуляторного русла. Среднее квадратическое отклонение амплитуды колебаний кровотока от среднего показателя микроциркуляции (СКО), характеризующее временную изменчивость микроциркуляции или колеблемость потока эритроцитов (флаккс), не имело существенных отличий в десне и небе ($0,83 \pm 0,04$ пф.ед. и $0,81 \pm 0,03$ пф.ед.) соответственно. Это позволяет утверждать о сходстве механизмов (миогенного, нейрогенного, дыхательного)

модуляции тканевого кровотока в этих областях. Коэффициент вариаций также не имеет существенных различий ($12,81 \pm 0,61$ – десна и $15,38 \pm 0,72$ – небо), что свидетельствует об одинаково равном вкладе вазомоторного компонента в модуляцию тканевого кровотока данных регионов.

Системный гармонический анализ ритмических составляющих флуксуаций доплерограмм позволяет утверждать, что частота колебаний в вазомоторном спектре (F_{\max} LF) ниже в небе, чем в десне ($3,81 \pm 0,17$ Hz и $6,61 \pm 0,31$ Hz соответственно), однако в дыхательном (F_{\max} HF) и кардиоритме (F_{\max} CF) статистически достоверных различий не установлено.

При сравнительной оценке амплитуд колебаний вазомоторного (A_{\max} LF), дыхательного (A_{\max} HF) и кардиоритмов (A_{\max} CF) в десне и небе также статистически значимых различий не обнаружено. При расчете нормированных значений максимумов амплитуд различного частотного спектра к утроенному значению среднего квадратического отклонения (A_{\max} LF/3 100%, A_{\max} HF/3 100%, A_{\max} CF/3 100%) были получены данные, которые отличались меньшей вариативностью, чем средние значения M в пределах индивидуальных измерений. Сравнение этих показателей в десне и небе выявило практически полное отсутствие статистически значимых различий.

Таблица 1

Показатели капиллярного кровотока слизистой оболочки десны на уровне резцов нижней челюсти и неба у детей со скученностью зубов ($M \pm m$)

Показатель	Область исследования	
	Десна	Небо
M (пф.ед)	$7,37 \pm 0,35$	$5,83 \pm 0,28$
СКО (пф.ед)	$0,83 \pm 0,04$	$0,81 \pm 0,03$
K вариации	$12,81 \pm 0,61$	$15,38 \pm 0,72$
F_{\max} LF (Hz)	$6,61 \pm 0,31$	$3,81 \pm 0,17$
F_{\max} HF (Hz)	$17,67 \pm 0,86$	$15,65 \pm 0,75$
F_{\max} CF (Hz)	$57,22 \pm 2,67$	$48,71 \pm 2,37$
A_{\max} LF (пф.ед)	$0,75 \pm 0,03$	$0,78 \pm 0,03$
A_{\max} HF (пф.ед)	$0,52 \pm 0,02$	$0,51 \pm 0,02$
A_{\max} CF (пф.ед)	$0,21 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,01$
A_{\max} LF/3 100%	$27,43 \pm 1,33$	$27,19 \pm 1,31$
A_{\max} HF/3 100%	$21,23 \pm 1,02$	$18,74 \pm 0,96$
A_{\max} CF/3 100%	$10,16 \pm 0,47$	$8,37 \pm 0,42$
A_{\max} LF/ M 100%	$12,46 \pm 0,63$	$14,91 \pm 0,72$
A_{\max} HF/ M 100%	$8,09 \pm 0,38$	$9,43 \pm 0,41$
A_{\max} CF/ M 100%	$3,28 \pm 0,16$	$3,68 \pm 0,17$
ИЭМ	0,98	0,97

Расчет показателей активных и пассивных механизмов модуляции кровотока микроциркуляции (A_{\max} LF/ M 100%, A_{\max} HF/ M 100%, A_{\max} CF/ M 100%) в исследуемых зонах не выявил

статистически достоверных различий. Соотношение активных и пассивных механизмов в системе микроциркуляции, отражающее коэффициент участия вазомоторных в обеспечении тканей кровью

(ИЭМ) в десне и небе, также не отличались друг от друга (0,98 и 0,97 пф.ед. соответственно).

Заключение

Таким образом, применение ЛДФ является достаточно информативным, неинвазивным методом регистрации капиллярного кровотока в слизистой оболочке полости рта. Она позволяет дать объективную, достоверную, научно обоснованную оценку нарушений микроциркуляторного русла, а также оценить динамику патологических процессов и эффективность лечебно-профилактических мероприятий, направленных на патогенетическую коррекцию этих нарушений.

Результаты исследования состояния капиллярного кровотока методом ЛДФ на основании среднего квадратического отклонения амплитуды колебаний, коэффициента вариации, амплитуд колебаний вазомоторного, дыхательного и кардиоритмов, а также показателей активных и пассивных механизмов модуляции кровотока в исследуемых зонах не выявили статистически достоверных различий. Это позволяет утверждать о схожести интенсивности и регуляции гемодинамики слизистой оболочки десны на уровне резцов нижней челюсти и неба у детей со скученностью зубов до проведенного ортодонтического лечения.

Список литературы

1. Доменюк, Д.А. Оценка микроциркуляции в тканях протезного ложа при использовании съемной ортодонтической аппаратуры у детей и подростков / Д.А. Доменюк, Е.Н. Иванчева, С.И. Рисованный // Кубанский научный медицинский вестник. – Краснодар, 2012. – № 3 (132). – С. 52-56.
2. Доменюк, Д.А. Исследование адаптационных реакций зубочелюстной системы у детей и подростков при использовании съемной ортодонтической аппаратуры / Д.А. Доменюк, Е.Н. Иванчева // Стomatология детского возраста и профилактика. – 2012. – Т. XI. – № 4 (43). – С. 41-46.
3. Козлов, В.И. Гистофизиология капилляров / В.И. Козлов, Е.П. Мельман, Б.В. Шутка. – СПб.: Наука, 2004. – 232 с.
4. Козлов, В.И. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния и расстройств микроциркуляции крови: Метод. рекомендации для врачей / В.И. Козлов, Г.А. Азизов, О.А. Гурова. – М.: РУДН ГНЦ лазерной медицины, 2012. – 31 с.
5. Козлов, В.И. Развитие системы микроциркуляции / В.И. Козлов. – М.: Медицина, 2012. – 328 с.
6. Кречина, Е.К. Лазерная доплеровская флоуметрия в стоматологии: Метод. рекомендации / Е.К. Кречина, В.И. Козлов, О.А. Терман. – М.: Медицина, 2007. – 18 с.
7. Логинова, Н.К. Функциональная диагностика в стоматологии / Н.К. Логинова. – М.: Партнер, 2006. – 88 с.
8. Орехова, Л.Ю. Оценка микроциркуляции пародонта методом ультразвуковой доплерографии / Л.Ю. Орехова, Е.Д. Кучумова, О.В. Прохорова, Т.Б. Ткаченко // Пародонтология. – 2010. – №3 (21). – С.21-24.
9. Hoke, J.A. Blood-flow mapping of oral tissues by laser Doppler flow metry / J.A. Hoke, E.J. Burkes, J.T. White et al. // Int. J. Oral Maxillofacial Surg. – 2004. – Vol. 23. – №5. – P. 312-317.
10. Intraculcular laser Doppler readings before and after root planning / J.E.Hinrichs, C.Jarzembinski, N.Hardie et al. // J. Clin. Periodontol. – 2005. – Vol. 22. – №11. – P. 817-823.