

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ ПУЛЬПЫ ЗУБА

С.К. ДИК¹, Г.Г. ЧИСТЯКОВА², А.С. ТЕРЕХ¹, А.В. СМИРНОВ¹,
М.Е. ГАВРИЛОВА¹, Д.А. ЗАВАЦКИЙ¹

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
sdick@bsuir.by, terehaleks@gmail.com, swordman85@yandex.ru, fu-sin@tut.by

²Белорусский государственный медицинский университет
пр-т Дзержинского, 83, г. Минск, 220116, Республика Беларусь
npolon@tut.by

Использование лазерной спекл-оптической системы контроля микроциркуляции крови «Speckle-SCAN» позволяет в клинических условиях получить объективную информацию о состоянии кровотока в пульпе зуба в режиме реального времени и обеспечить неинвазивный контроль при различных терапевтических воздействиях. Для оценки параметров микроциркуляции были использованы изменения интегральных параметров спекл-картины.

Ключевые слова: лазерный спекл, гемодинамика, пульпа зуба, неинвазивная диагностика.

Гемодинамика пульпы зуба была изучена экспериментально с помощью лазерной спекл-оптической системы «Speckle-SCAN» [1]. Измерительный датчик устанавливался у основания зуба, и регистрировалось спекл-поле, образованное излучением, рассеянным многослойной тканью зуба. Исследования проводились до и после анестезии и на различных стадиях лечения кариеса: до препарирования, после препарирования, после протравки, после установки пломбы, после засвечивания и после полировки.

При оценке изменения параметров микроциркуляции крови анализировались следующие параметры спектра флуктуаций интенсивности спекл-поля: мощность спектра, полосовой коэффициент и средняя частота:

$$S = \int_0^{f_{\max}} W(f)df, \quad (1)$$

где f_{\max} – максимальная частота спектра;

$W(f)$ – спектральные амплитуды;

f – спектральная частота.

$$\mu = \frac{\int_{f_{low} - \Delta f}^{f_{low} + \Delta f} W(f)df}{\int_{f_{high} - \Delta f}^{f_{high} + \Delta f} W(f)df}, \quad (2)$$

где f_{low} и f_{high} – частоты, выбираемые в низко- и высокочастотной областях спектра;

Δf – фиксированное приращение.

$$\langle f \rangle = \frac{\int W(f)df}{S}. \quad (3)$$

Приведенные параметры являются наиболее информативными. Для мощности было выбрано три частотных диапазона: 10–600 Гц, 10–700 Гц и 10–500 Гц; для полосового коэффициента: 50–100 и 900–1000 Гц, 50–150 и 900–1000 Гц, для коэффициента μ : 50–900 Гц и 100–900 Гц, для средней частоты: 10–800 Гц.

Рис. 1 иллюстрирует изменения одного из рассматриваемых интегральных параметров спекл-картины.

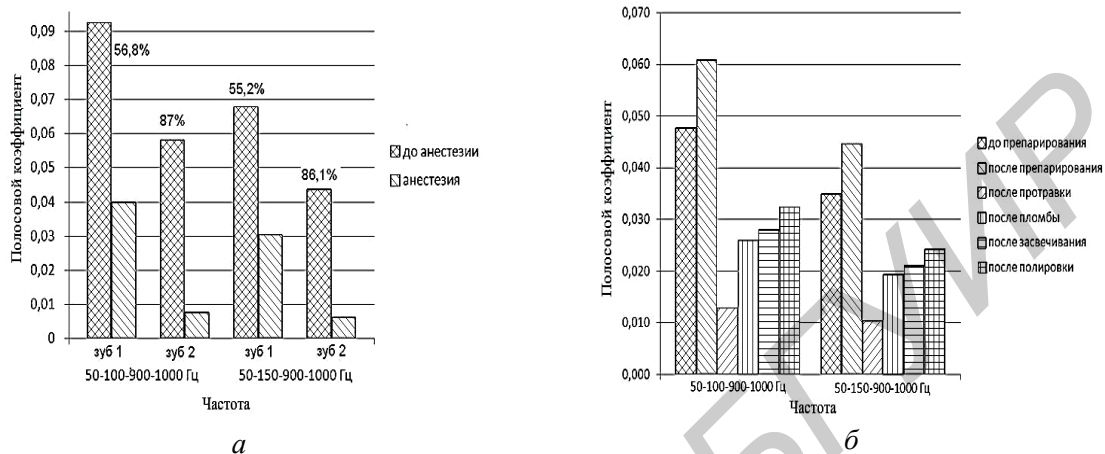


Рис. 1. Изменение полосового коэффициента:
 а – до и после анестезии; б – на различных стадиях лечения кариеса

Следует отметить, что при анестезии кровотока в пульпе замедляется, а после нее должен восстанавливаться. Таким образом, при уменьшении кровотока наблюдается рост мощности и коэффициента μ , а показатели Kb и $\langle f \rangle$ снижаются.

На всех стадиях лечения изменение кровотока в пульпе зуба можно представить следующим образом:

- после препарирования наблюдается увеличение кровотока, что является ответной реакцией на механические воздействия;
- после протравки кровотока резко падает, так как химическое воздействие кислот сильно угнетает гемодинамику;
- после установки пломбы, засвечивания и полировки гемодинамика увеличивается, кровотока постепенно растет, но не достигает первоначального уровня. В результате проведенных экспериментов можно сделать вывод, что для восстановления кровотока требуется определенное время и в ходе лечения необходимо контролировать кровотока некоторое время после процедуры [2].

Результаты, полученные с помощью спекл-оптической системы «Speckle-SCAN», хорошо коррелируются с результатами измерения кровотока доплеровским методом.

Список литературы

1. Дик С.К., Терех А.С., Король М.М., Хлудеев И.И., Смирнов А.В., Лихачев С.А. Спекл-оптическое устройство для оценки поверхностного состояния кровотока и биомеханических параметров мышц / Патент ВУ 14011 С1 2010.10.27.
2. Дик С.К., Чистякова Г.Г., Терех А.С. и др. // Сб. науч. статей 7-й междунар. науч.-техн. конф. «Медэлектроника 2012 : средства медицинской электроники и новые медицинские технологии». Минск, БГУИР, 13–14 декабря 2012 г. С. 271–274.