

Н.Ю. Дмитриенко,  
ассистент кафедры стоматологии детского  
возраста

Л.Р. Сарап,  
д.м.н., доцент, зав. кафедрой стоматологии  
детского возраста

Е.А. Подзорова,  
к.м.н., доцент кафедры стоматологии  
детского возраста

О.Г. Жиленко,  
к.м.н., доцент кафедры стоматологии  
детского возраста

И.Н. Чечина,  
к.м.н., доцент кафедры стоматологии  
детского возраста

Алтайский государственный медицинский  
университет

## Использование ультразвуковой доплерографии в оценке особенностей микроциркуляции в пульпе постоянных зубов со сформированными корнями

**Резюме.** Изучали особенности гемодинамики в пульпе постоянных зубов со сформированными корнями после лечения методом прямого покрытия с использованием биоактивных материалов. Детей в возрасте 11–15 лет (24 ребенка) разделили на две группы: в I группе 26 зубов пролечили прямым покрытием пульпы материалом Biodentine на основе трикальций-силиката, во II группе 23 зуба лечили Триоксидентом на основе оксидов кальция, кремния и алюминия. Ультразвуковую доплерографию для определения состояния пульпы проводили до лечения и через 6, 12, 18 и 24 месяца. Измеряли линейную и объемную скорости кровотока и индекс пульсации Гослинга. При сравнении показателей гемодинамики в интактных и исследуемых зубах до лечения выявлено их статистически значимое увеличение в обеих группах. Наиболее выраженные изменения наблюдали в I группе: показатели скоростей кровотока и индекса пульсации восстанавливались к 12-му месяцу после лечения, а во II группе – только к 24-му месяцу.

**Ключевые слова:** пульпа, постоянные зубы, прямое покрытие пульпы, биоактивные материалы, ультразвуковая доплерография

В клинической практике врачей-стоматологов растет заинтересованность в сохранении витальности пульпы с применением консервативных методик лечения [1]. Это связано прежде всего с тем, что традиционные методы лечения пульпита часто дают осложнения в виде погрешностей пломбирования корневых каналов, хронизации воспалительного процесса и развития верхушечного периодонтита [2]. Кроме того, даже у эндодонтически правильно пролеченного зуба снижается физическая прочность, что создает предпосылки к переломам и преждевременной потере зуба [12].

Несмотря на целесообразность проведения биологического метода лечения пульпита, особенно на начальных этапах патологического процесса или при

**Summary.** Summary. Hemodynamic features were studied in the pulp of permanent teeth with formed roots after treatment by direct pulp capping using bioactive materials. Children aged 11–15 years (24 children) were divided into two groups: in group I 26 teeth were treated with direct pulp capping of Biodentine based on tricalcium silicate, in group II, 23 teeth were treated with Trioxident based on oxides of calcium, silicon and aluminum. Doppler ultrasound was performed to determine the state of the pulp before treatment and after 6, 12, 18 and 24 months. The linear and volumetric blood flow rates and the Gosling pulsation index were measured. When comparing hemodynamic parameters in intact and test teeth before treatment, their statistically significant increase was detected in both groups. The most pronounced changes were observed in group I: parameters of blood flow rates and the pulsation index were restored by the 12th month after treatment, and in group II – only by the 24th month.

**Key words:** pulp, permanent teeth, direct pulp capping, bioactive materials, ultrasound doppler

случайном вскрытии полости зуба у пациентов без отягощающей соматической патологии, этот метод не занял доминирующей позиции среди других видов лечения пульпита [3–6]. Зубы, пролеченные по консервативным методикам, требуют длительного диспансерного наблюдения с регистрацией состояния пульпы. Оценка жизнеспособности зуба проводится, как правило, по косвенным признакам, таким как болевая реакция, реакция на температурный раздражитель и данные рентгенологического исследования. Однако все они недостаточно точно отражают состояние пульпы.

Неинвазивная и безболезненная ультразвуковая доплерография дает наиболее полную информацию о процессах микроциркуляции в пульпе [13, 14]. Хорошо

известно, что зуб является уникальным органом, кровоснабжение которого осуществляется в условиях замкнутой полости и жестко ограниченных каналов поступления и оттока крови, что неблагоприятно сказывается на гемодинамических процессах в пульпе при ее воспалении [7]. Микроциркуляторное русло является наиболее чувствительным индикатором, реагирующим на повреждающие факторы еще до появления клинических симптомов воспаления, и такие методы исследования при оценке результатов диагностики, лечения и наблюдении последующей динамики состояния пульпы наиболее прогрессивны [8–11].

Цель исследования — изучить особенности гемодинамики в пульпе постоянных зубов со сформированными корнями после лечения методом прямого покрытия с использованием биоактивных материалов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании участвовало 24 ребенка в возрасте от 11 до 15 лет, которые нуждались в лечении пульпита постоянных зубов со сформированными корнями методом прямого покрытия пульпы. Из них сформировали две группы: в I группе пролечили 26 зубов с материалом Biodentine на основе трикальцийсиликата, во II — 23 зуба с материалом Триоксидент на основе оксидов кальция, кремния и алюминия.

Исследование проводили методом ультразвуковой доплерографии на приборе «Минимакс-Допплер-К» с датчиком 20 МГц (ООО «СП-Минимакс», Санкт-Петербург) до лечения и через 6, 12, 18 и 24 месяца после лечения. Измеряли:

- максимальную систолическую скорость по кривой средней скорости кровотока —  $V_{as}$ ;
- среднюю линейную скорость по кривой средней скорости —  $V_{am}$ ;
- систолическую объемную скорость по кривой средней скорости —  $Q_{as}$ ;

- среднюю объемную скорость по кривой средней скорости —  $Q_{am}$ ;
- индекс пульсации Гослинга (PI), отражающий упруго-эластические свойства сосудов и наиболее чувствительный к изменению периферического сопротивления сосудов.

Для контроля измеряли показатели микроциркуляции интактных зубов соответствующей групповой принадлежности.

При статистической обработке результатов использовали непараметрический  $U$ -критерий Манна—Уитни, поскольку распределение величин не соответствовало нормальному. Уровень статистической значимости при проверке нулевой гипотезы принимали соответствующий  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Значения показателей ультразвуковой доплерографии представлены в таблице.

При сравнении показателей гемодинамики в интактных и исследуемых зубах до лечения выявили их статистически значимое увеличение в обеих группах. По сравнению с интактными зубами  $V_{as}$  в I группе была повышена на 49%,  $V_{am}$  — на 29%,  $Q_{as}$  — на 48%,  $Q_{am}$  — на 31%, а PI был выше на 65%. Во II группе  $V_{as}$  увеличилась на 50%,  $V_{am}$  — на 24%,  $Q_{as}$  — на 52%,  $Q_{am}$  — на 25%, а PI был выше значений в интактных зубах на 69%. Такое увеличение скоростей кровотока можно объяснить наличием явлений гиперемии и высокой интенсивностью микроциркуляции в пульпе зуба, рост PI показывает снижение эластичности сосудистой стенки.

Через 6 месяцев в I группе наблюдали статистически значимое снижение  $Q_{as}$  на 48% и PI на 51%.  $V_{as}$  также показывала тенденцию к снижению, уменьшившись на 18%, при этом  $V_{am}$  и  $Q_{am}$  возрастали, превышая значения до лечения на 13 и 10% соответственно. Во II группе снизились все показатели скоростей кровотока:

### Средние значения показателей микроциркуляции в пульпе зубов со сформированными корнями в группах исследования

Показатель	Срок наблюдения					
	до лечения	через 6 месяцев	через 12 месяцев	через 18 месяцев	через 24 месяца	интактные зубы
I группа						
$V_{as}$ см/с	0,376±0,048	0,309±0,048	0,247±0,026**	0,242±0,035*	0,231±0,035*	0,193±0,010*
$V_{am}$ см/с	0,140±0,014	0,158±0,027	0,121±0,014**	0,113±0,011*	0,112±0,011*	0,100±0,004*
$Q_{as}$ мл/мин	0,290±0,037	0,218±0,037**	0,179±0,020**	0,188±0,027*	0,182±0,026*	0,152±0,008*
$Q_{am}$ мл/мин	0,114±0,011	0,125±0,021	0,092±0,011*	0,090±0,007*	0,091±0,008*	0,079±0,003*
PI	8,813±1,584	4,290±0,397*	4,865±0,393*	4,427±0,379*	4,222±0,292*	3,075±0,116*
II группа						
$V_{as}$ см/с	0,408±0,106	0,253±0,022	0,222±0,013**	0,215±0,016*	0,211±0,020*	0,203±0,011*
$V_{am}$ см/с	0,134±0,012	0,128±0,010	0,119±0,007	0,112±0,005	0,108±0,006*	0,102±0,003*
$Q_{as}$ мл/мин	0,330±0,110	0,185±0,013	0,169±0,008**	0,163±0,010**	0,164±0,014*	0,160±0,008*
$Q_{am}$ мл/мин	0,107±0,009	0,100±0,006	0,094±0,003	0,090±0,004	0,083±0,004*	0,080±0,002*
PI	9,972±1,494	5,762±0,429*	5,154±0,273*	4,750±0,280*	4,192±0,549*	3,056±0,109*

Примечание. По сравнению с данными до лечения: \*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,05$ .

$V_{as}$  — на 38%,  $V_{am}$  — на 4%,  $Q_{as}$  — на 44% и  $Q_{am}$  — на 7%, а  $PI$  был статистически значимо на 42% ниже исходного значения. Полученные данные свидетельствуют, что через 6 месяцев, несмотря на сохранение затрудненности кровотока в пульпе и понижение эластических свойств сосудистой стенки, формируется тенденция к уменьшению явлений гиперемии и восстановлению скоростей кровотока.

Через 12 месяцев в I группе статистически значимо относительно исходных значений снизились:  $V_{as}$  — на 34%,  $V_{am}$  — на 14%,  $Q_{as}$  — на 38%,  $Q_{am}$  — на 19%,  $PI$  — на 45%. Во II группе  $V_{as}$ ,  $Q_{as}$ ,  $PI$  статистически значимо снизились на 46, 49 и 48% соответственно. Таким образом, процессы микроциркуляции в пульпе и эластичность стенки микрососудов продолжали стабилизироваться.

Через 18 месяцев в I группе показатели статистически значимо различались от измеренных до лечения.  $V_{as}$  оставалась на 36% ниже исходных значений и была на 6% выше показателей интактных зубов.  $V_{am}$  также снижалась и была на 19% ниже исходных значений, при этом на 9% выше, чем в интактных зубах.  $Q_{as}$  несколько возросла, но оставалась на 35% ниже исходных значений и на 2% выше, чем в интактных зубах.  $Q_{am}$  была на 21% ниже исходных значений и на 11% выше значений интактных зубов.  $PI$  снизился на 50% от исходного уровня, но оставался на 36% выше, чем в интактных зубах. Во II группе также наблюдали тенденцию к замедлению гемодинамики в пульпе. Статистически значимо снизились от исходных значений:  $V_{as}$  — на 47%,  $Q_{as}$  — на 51%,  $PI$  — на 52%. Анализ показателей в срок через 18 месяцев после лечения выявил значимые отличия от исходных значений показателей скоростей кровотока и индекса пульсации в обеих группах, что

свидетельствует о нормализации кровотока в пульпе зуба.

Через 24 месяца в обеих группах все показатели были достоверно ниже, чем до лечения, что указывает на стабилизацию гемодинамики в пульпе зуба. В I группе  $V_{as}$ ,  $V_{am}$ ,  $Q_{as}$  и  $PI$  снизились на 39, 20, 37 и 52% соответственно, и при этом по-прежнему были выше значений в интактных зубах. Во II группе  $V_{as}$  снизилась на 48% от исходных значений и была на 4% выше, чем в интактных зубах.  $V_{am}$  снижалась на 19% относительно исходных значений и на 6% выше интактных.  $Q_{as}$  возросла всего на 0,31% по сравнению с 18 месяцами, но оставалась на 2% выше интактных,  $Q_{am}$  снижалась, отличаясь от исходных значений на 22% и превышая показатели интактных зубов на 4%.  $PI$  снижался и был на 58% ниже показателя до лечения, однако выше, чем показатель в группе интактных зубов, на 27%. Таким образом, через 24 месяца в обеих группах сохранялись явления нормализации гемодинамики в пульпе зуба вследствие снижения скоростей кровотока и улучшения эластических свойств стенки микрососудов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования показывают, что наиболее выраженные изменения гемодинамики в пульпе зуба наблюдались в I группе, где для прямого покрытия применяли Biodentine на основе трикальцийсиликата. Показатели скоростей кровотока и индекса пульсации восстанавливались к 12-му месяцу после лечения. Во II группе, где для прямого покрытия использовали Триоксидент на основе оксидов кальция, кремния и алюминия, восстановление скоростей кровотока и индекса пульсации произошло в более поздние сроки.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Нестерова М.М., Николаев А.И., Цепов Л.М., Галанова Т.А. Опыт лечения пульпита постоянных зубов биологическим методом. — *Клиническая стоматология*. — 2018; 1 (85): 16–19.
2. Григорьева Н.А., Макеева И.М., Чуев В.В. Сравнительная оценка эффективности препаратов для биологического лечения пульпита. — *Институт стоматологии*. — 2007; 3 (36): 126–9.
3. Никольская И.А. Современные принципы консервативного лечения пульпита. — *Вестник РУДН. Медицина*. — 2014; 2: 83–8.
4. Жаворонкова М.Д. Сохранить пульпу возможно и реально. — *Мастро стоматологии*. — 2000; 2: 41–2.
5. Петрикас А.Ж. Пульпэктомия. Учебное пособие для стоматологов и студентов. — 2-е изд. — М.: АльфаПресс, 2006. — С. 77–81.
6. Дмитриева Л.А., Максимовский Ю.М. (ред.) Терапевтическая стоматология: Национальное руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. — С. 409.
7. Иванов В.С., Урбанович Л.И., Бережной В.П. Воспаление пульпы зуба. — М.: Медицина, 1990. — С. 5–6.
8. Орехова Л.Ю., Прохорова О.В., Осипова М.В. и др. Применение метода ультразвуковой доплерографии для оценки эффективности новых средств гигиены. — *Региональное кровообращение и микроциркуляция*. — 2005; 1 (13): 111–3.
9. Ермак Е.Ю., Олесова В.Н., Парилов В.В., Индюков В.В., Озиева Л.М., Павлова Н.А. Изменения микроциркуляции в тканях пародонта на этапах ортопедического лечения больных с патологией пародонта. — *Российский стоматологический журнал*. — 2009; 3: 33–6.
10. Гиззатуллина Л.Л. Исследование гемодинамики пульпы зуба при заболеваниях твердых тканей с помощью ультразвуковой доплерографии. — *Региональное кровообращение и микроциркуляция*. — 2006; 2(18): 101–2.
11. Козлов В.А., Артюшенко Н.К., Шалак О.В. и др. Ультразвуковая доплерография в оценке состояния гемодинамики в тканях шеи, лица и полости рта в норме и при некоторых патологических состояниях. Руководство-атлас. — СПб.: Минимакс, 2000. — С. 21–29.
12. Caplan D.J., Cai J., Yin G., White B.A. Root canal filled versus non-root canal filled teeth: a retrospective comparison of survival times. — *J Public Health Dent*. — 2005; 65 (2): 90–6.
13. Yoon M.J., Lee S.J., Kim E., Park S.H. Doppler ultrasound to detect pulpal blood flow changes during local anaesthesia. — *Int Endod J*. — 2012; 45 (1): 83–7.
14. Cho Y.W., Park S.H. Use of ultrasound Doppler to determine tooth vitality in a discolored tooth after traumatic injury: its prospects and limitations. — *Restor Dent Endod*. — 2014; 39 (1): 68–73.