

# Сравнительная оценка текучести эндодонтических материалов на основе эпоксидных смол

А.В. ЦИМБАЛИСТОВ, д.м.н., проф., зав. кафедрой  
А.А. КОПЫТОВ, к.м.н., доц.  
Т.В. СОРОКИНА, асс.  
Кафедра детской и ортопедической стоматологии  
НИУ «Белгородский государственный университет»

## Comparative evaluation of strength of endodontic materials based on epoxy resins

A.V. TSCYMBALYSTOV, A.A. KOPYTOV, T.V. SOROKINA

**Резюме:** Разработка и применение новых эндодонтических материалов позволяют повысить эффективность лечения осложненного кариеса. При неизменном давлении, которое генерируется в основном канале каналонаполнителем или иным инструментом, увеличение текучести эндодонтического пломбирочного материала позволяет заполнять более узкие латеральные каналы и анастомозы. В настоящем исследовании проведена сравнительная оценка гидродинамических характеристик эндодонтических пломбирочных материалов, применяемых для герметизации системы корневых каналов.

**Ключевые слова:** устье, корневой канал, давление, текучесть, рабочее время.

**Abstract:** Development and application of new endodontic materials allows to increase the effectiveness of treatment of complicated caries. At constant pressure generated in the main channel of kanalokopatel, or other instrument, increasing the fluidity of endodontic filling material, allows you to fill in a narrower lateral channels and anastomose. In the present study, a comparative evaluation of the hydrodynamic characteristics of root siler used to seal the root canal system.

**Key words:** estuary, root canal, pressure, flow, working time.

Несмотря на совместные усилия фармацевтов и стоматологов, разрабатывающих и внедряющих эндодонтические материалы, снизить процент осложнений после проведенного эндодонтического лечения не удается [6]. Количество пациентов, страдающих заболеваниями периапикальных тканей, составляет от 20% до 40% от общего количества лиц, обратившихся за стоматологической помощью [2]. Кроме того, воспаление в периапикальных тканях в 98-99% случаев является причиной развития различных форм одонтогенной инфекции, представляющих потенциальную опасность для организма [11].

Установлено, что в результате механической обработки стружка дентина, коагулят, содержащий частицы пульпы и микроорганизмов, образуют различного размера гранулы, адсорбирующиеся на поверхности стенок корневого канала, формируют смазанный слой [9]. В литературе широко представлены работы, описывающие роль коагулята в развитии патологических процессов. Не составляет труда найти публикации, в которых обсуждаются физико-химические характеристики растворов, влияющих на объем и качество коагулята и возможности его адгезии к стенкам корневого канала [7, 8]. При этом практически отсутствуют работы, рассматривающие проблему санации и качественного заполнения системы корневых каналов с точки зрения поромеханики [1, 3-5, 10]. Под термином «поромеханика» понимают изучение пористых материалов, на функциональность которых значительное влияние оказывает поровая жидкость. В настоящем случае под «поровой жидкостью» мы понимаем пребывающие после приготовления в текучем состоянии эндодонтические пломбирочные материалы.

**Формализация задачи.** Предположим, что после механической и химической обработки основной корневой канал зуба находится в идеальном состоянии, то есть в его просвете отсутствуют фрагменты смазанного слоя. В основной канал открываются устья латеральных каналов и анастомозов меньших диаметров,  $dS_1, dS_2, \dots, dS_n$ . Кроме того, просветы устьев латеральных каналов могут быть сужены за счет наличия в них гранул коагулята.

В начальный момент работы каналонаполнителя в просвете системы корневых каналов генерируется минимальное давление, что приведет к заполнению пломбирочным материалом основного канала. Возрастание давления за счет внесения дополнительных порций пломбирочного материала сопровождается заполнением более узких каналов.

Обратимся к понятию «текучесть». В лексикографической литературе можно найти следующую дефиницию термина: текучесть – это свойство пластичных материалов, при постепенном увеличении давления, уступать действию сдвигающих сил и течь подобно вязким жидкостям. В свою очередь, давление – это физическая величина, численно равная силе  $F$ , действующей на единицу площади поверхности  $S$  (площади устья поры  $dS_n$ ) перпендикулярно к ней. В данной точке давление определяется как отношение нормальной составляющей силы,  $F_n$ , действующей на малый элемент поверхности, к его площади.

$$p = \frac{dF_n}{dS}$$

Постепенное увеличение давления в объеме системы корневых каналов приводит к тому, что весь доступный объем, лимитируемый переменной  $dS_1$ ,

будет заполнен нагнетаемым материалом. Увеличение значений сдвигающих сил, то есть повышение давления в незамкнутой системе, обуславливающего проникновение материала в корневые каналы, устья которых меньше  $dS_1$ , невозможно, поскольку  $dS$  устья основного канала превосходит значение  $dS_1$ .

Для дальнейшего заполнения системы корневых каналов, устья которых меньше  $dS_1$ , необходимо наращивать вращающий момент инструмента или увеличивать текучесть пломбировочного материала. Решение поставленной задачи приведет к заполнению части системы корневых каналов с сечением устьев  $dS_2$ , удовлетворяющих условию:  $dS_1 > dS_2 > dS_3$ . Чтобы заполнить часть системы корневых каналов с сечением устьев менее  $dS_3$ , необходимо решать задачу на новом уровне, увеличивая скорость вращения каналаполнителя или текучесть материала.

Фирма «Технодент», приняв приведенные рассуждения как техническое задание, разработала материал «Эпоксидин» для пломбирования корневых каналов на основе эпоксидных смол.

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Сравнительная оценка гидродинамических характеристик эндодонтических пломбировочных материалов на основе эпоксидных смол: Acroseal (Septodont, Франция), AH Plus (Dentsply, США), Adseal (Meta Biomed Co. Ltd., Корея), «Эпоксидин» («Технодент», Россия).

В соответствии с целью поставлены **задачи исследования:**

1. Определить текучесть свежеприготовленных материалов.
2. Установить интервал рабочего времени.
3. Определить текучесть в конце рабочего времени.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Тесты текучести и рабочего времени проведены в соответствии с ГОСТ 31071-2012 (ISO 6876: 1986). Согласно ГОСТу проверку гидродинамических характеристик требуется проводить трижды для каждого из образцов, при температуре  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $50 \pm 5\%$ .

Таблица 1. Значения текучести (мм) свежеприготовленных эндодонтических пломбировочных материалов

№	Acroseal		AH Plus		Adseal		Эпоксидин	
		Среднее		Среднее		Среднее		Среднее
1	45	$41,60 \pm 0,75^*$	35	$33,40 \pm 0,68^*$	30	$30,20 \pm 0,58^*$	35	$35,80 \pm 0,58^*$
2	40		34		32		34	
3	43		33		29		36	
4	42		31		29		37	
5	38		34		31		37	
<b>Индекс**</b>	<b>4</b>		<b>2</b>		<b>1</b>		<b>3</b>	

\*различия показателей текучести в группах достоверны ( $P < 0,05$ );

\*\*ранжирование свежеприготовленных материалов по показателю текучести

Таблица 2. Рабочее время (мин.) эндодонтических пломбировочных материалов

№	Acroseal		AH Plus		Adseal		Эпоксидин	
		Среднее		Среднее		Среднее		Среднее
1	131	$155,00 \pm 0,07^*$	265	$290,00 \pm 10,90^*$	76	$60,00 \pm 7,06^*$	311	$300,00 \pm 14,99^*$
2	154		322		61		339	
3	182		304		75		273	
4	135		292		45		319	
5	173		267		43		258	
<b>Индекс**</b>	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>1</b>		<b>4</b>	

\*различия показателей рабочего времени в группах достоверны ( $P < 0,05$ )

\*\*ранжирование материалов по показателю рабочего времени

Таблица 3. Значения текучести (мм) эндодонтических пломбировочных материалов в конце рабочего времени

№	Acroseal		AH Plus		Adseal		Эпоксидин	
		Среднее		Среднее		Среднее		Среднее
1	39	$37,60 \pm 0,51^*$	30	$29,20 \pm 0,37^*$	27	$27,40 \pm 0,24^*$	32	$32,40 \pm 0,51^*$
2	37		30		28		33	
3	38		28		27		31	
4	38		29		27		32	
5	36		29		28		34	
<b>Индекс**</b>	<b>4</b>		<b>2</b>		<b>1</b>		<b>3</b>	

\*различия показателей текучести в группах достоверны ( $P < 0,05$ );

\*\*ранжирование материалов в конце рабочего времени по показателю текучести

Таблица 4. Расчет интегрального показателя гидродинамических характеристик эндодонтических пломбировочных материалов

	Индекс текучести свежеприготовленных эндодонтических материалов	Индекс интервала рабочего времени	Индекс текучести эндодонтических материалов в конце рабочего времени	Интегральный показатель
Acroseal	4	2	4	10
AH Plus	2	3	2	7
Adseal	1	1	1	3
Эпоксидин	3	4	3	10

**Решение первой задачи.** При помощи дозатора, 0,075 мл материала, приготовленного согласно инструкции изготовителя, помещали на стеклянную пластинку. Через  $180 \pm 5$  секунд от начала смешивания материал накрывали второй стеклянной пластинкой и при помощи нагрузочного устройства прикладывали нагрузку 2,5 кг. Через 10 мин. от начала смешивания снимали нагрузку. Отпечаток материала, как правило, имел форму эллипса. Измеряли наибольший и наименьший диаметры эллипса, определяли их среднее значение. Если разница между большим и меньшим диаметром превышала 1 мм, попытка считалась некорректной и в статистических расчетах не учитывалась. Для каждого пломбировочного материала процедура проводилась пятикратно. Полученные данные суммировались, вычислялись средние значения, что считалось показателем текучести (табл. 1). Согласно условиям ГОСТа текучесть материала должна быть не менее 20 мм, что является нижним пределом. В противном случае вязкость материала препятствует его проникновению в систему корневых каналов. Верхним пределом, ограничивающим уровень текучести, является обязательное получение отпечатка с ровным краем. Наличие рваного края демонстрирует повышенную текучесть, что чревато непредсказуемой вероятностью выхода материала за апикальное отверстие.

**Решение второй задачи.** При помощи дозатора 0,075 мл материала помещали на стеклянную пластинку. Через  $250 \pm 5$  секунд от начала смешивания материал накрывали второй стеклянной пластинкой и при помощи нагрузочного устройства прикладывали нагрузку 2,5 кг. Нагрузку удерживали в течение 7 минут, затем пластинку снимали, измеряли наибольший и наименьший диаметры эллипса и определяли их среднее значение. Повторяли проверку текучести, прикладывая нагрузку к новой порции ранее приготовленного материала через увеличивающиеся интервалы времени от начала смешивания до тех пор, пока диаметр эллипса не уменьшался на 10% по отношению к значению текучести. Для каждого пломбировочного материала процедура проводилась пятикратно. Полученные данные суммировались, вычислялись средние значения, что считалось рабочим временем (табл. 2).

**Решение третьей задачи.** При помощи дозатора, 0,075 мл материала приготовленного согласно инструкции изготовителя, помещали на стеклянную пластинку. Выдержав экспозицию ( $180 \pm 5$  секунд плюс вычисленное рабочее время) от начала смешивания, материал накрывали второй стеклянной пластинкой и при помощи нагрузочного устройства прикладывали нагрузку 2,5 кг. Через 10 минут снимали нагрузку. Измеряли наибольший и наименьший диаметры эллипса, и определяли их среднее значение. Если разница между большим и меньшим диаметром превышала 1 мм, попытка не засчитывалась и повторялась. Для каждого пломбировочного материала процедура проводилась

пятикратно. Полученные данные суммировались, вычислялись средние значения, что считалось показателем текучести в конце рабочего времени (табл. 3).

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Наибольшая текучесть выявлена у материала Acroseal ( $41,48 \pm 0,70$  мм). Это значение на 13,28% превосходит текучесть материала «Эпоксидин», равное  $35,97 \pm 0,54$  мм. С гидродинамической точки зрения материал Acroseal может выполнять более узкие каналы, чем материал «Эпоксидин». В ряду тестируемых материалов наибольшее рабочее время выявлено у герметика «Эпоксидин», оно составляет 300 минут. В свою очередь, рабочее время AH Plus равно  $290,00 \pm 10,90$  минут, а Acroseal –  $155 \pm 10$  минут, что менее этого показателя у материала «Эпоксидин» на 3,30% и 48,33%, соответственно. Иными словами, за счет более длительного пребывания в пластичном состоянии от момента разрыва эпоксидных циклов в смоле до образования устойчивых связей с амином-отвердителем «Эпоксидин» более удобен в работе и, при необходимости, может легко извлекаться из корневого канала.

С целью оценки технологических качеств исследуемых материалов путем интегрирования, учитывающего показатели текучести в начале и конце цикла образования устойчивых связей и рабочего времени, проведено рейтингование герметиков (табл. 4). Обращаясь к табл. 1-3, ранжировали полученные данные. В каждой из таблиц наилучший показатель получил индекс 4, наихудший – индекс 1.

Интегрально-рейтинговый подход, основанный на оценке гидродинамических характеристик, открывает возможность обсуждения клинической эффективности применения эндодонтических пломбировочных материалов. На основании вышеизложенного можно утверждать, что отечественный эндодонтический материал «Эпоксидин» не только не уступает, но и в ряде случаев превосходит зарубежные аналоги в ряду материалов для эндодонтического лечения.

**Выводы**

1. Пломбировочным материалом с данным показателем текучести возможно заполнение части системы корневых каналов с сечением устьев, превышающим  $dS_x$ . Увеличение времени механического нагнетания пломбировочного материала в основной канал не приводит к заполнению части системы корневых каналов с сечением устьев  $dS_x - 1$ .

2. При сравнении эндодонтических пломбировочных материалов на основе эпоксидных смол Acroseal, AH Plus, Adseal, отечественный материал «Эпоксидин» показал оптимальный уровень текучести при максимальном рабочем времени.

**Поступила 10.07.2015**

Координаты для связи с авторами:  
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, корп. 17

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровский Е. В., Леонтьев В. К. Биология полости рта: Монография. – М.: Медицина, 1991. – 302 с.  
Borovskij E. V., Leont'ev V. K. Biologija polosti rta: Monografija. – М.: Medicina, 1991. – 302 s.
2. Комашко К. В. Повторное эндодонтическое лечение хронического апикального периодонтита методом отсроченного пломбирования: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2010. – 24 с.  
Komashko K. V. Povtornoe jendodonticheskoe lechenie hronicheskogo apikal'nogo periodontita metodom otsrochennogo plombirovanija: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. – М., 2010. – 24 s.
3. Копытов А. А., Мейрманов А. М., Гальцев О. В. Гидропрепарирование как этиологический фактор атрофии альвеолярной кости // Пародонтология. 2010. №4 (57). С. 32-36.  
Kopytov A. A., Mejrmanov A. M., Gal'cev O. V. Hidropreparirovanie kak etiologicheskij faktor atrofii al'veoljarnoj kosti // Parodontologija. 2010. №4 (57). S. 32-36.
4. Копытов А. А., Мейрманов А. М., Любушкин Р. А., Гальцев О. В. Топография нарушения перфузии пародонта в зависимости от нагрузки на зуб // Пародонтология. 2012. №3 (64). С. 16-21.  
Kopytov A. A. Mejrmanov A. M., Ljubushkin R. A., Gal'cev O. V. Topografija narushenija perfuzii parodonta v zavisimosti ot nagruzki na zub // Parodontologija. 2012. №3 (64). S. 16-21.
5. Луцкая И. К. Физиология зуба [Электронный ресурс] // Современная стоматология. 2007. №1. – Режим доступа: <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=345>.  
Luckaja I. K. Fiziologija zuba [Elektronnyj resurs] // Sovremennaja stomatologija. 2007. №1. – Rezhim dostupa: <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=345>.
6. Митронин А. В., Герасимова М. М. Эндодонтическое лечение болезней пульпы и периодонта (Часть 2). Применение гидроксида кальция в эндодонтии // Эндодонтия today. 2012. №4. С. 3-8.  
Mitronin A. V., Gerasimova M. M. Endodonticheskoe lechenie boleznej pul'py i periodonta (Chast' 2). Primenenie gidroksida kal'cija v endodontii // Endodontija today. 2012. №4. S. 3-8.
7. Орехова Л. Ю., Крылова В. Ю., Майорова П. С., Щурева А. С. Степень механической эффективности очистки корневых каналов

различными группами антисептических средств // Эндодонтия today. 2013. №3. С. 54-56.

Orehova L. Ju., Krylova V. Ju., Majorova P. S., Shhureva A. S. Stepen' mehanicheskoy effektivnosti ochildki kornevnyh kanalov razlichnymi gruppami antisepricheskikh sredstv // Endodontija today. 2013. №3. S. 54-56.

8. Фирсова И. В., Македонова Ю. А. Клинические и морфологические особенности реакции верхушечного периодонтита при использовании различных групп эндодонтических герметиков // Эндодонтия today. 2013. №2. С. 7-11.

Firsova I. V., Makedonova Ju. A. Klinicheskie i morfologicheskie osobennosti reakcii verhushechnogo periodontita pri ispol'zovanii razlichnyh grupp endodgermetikov // Endodontija today. 2013. №2. S. 7-11.

9. Царев В. Н., Дмитриева Л. А., Ипполитов Е. В., Нисанова С. Е. Последовательное применение антибактериальных и детоксицирующих препаратов при эндодонтическом лечении хронического апикального периодонтита (клинико-экспериментальное исследование) // Эндодонтия today. 2013. №1. С. 8-14.

Carjov V. N., Dmitrieva L. A., Ippolitov E. V., Nisanova S. E. Posledovatel'noe primenenie antibakterial'nyh i detoksicirujushhix preparatov pri endodonticheskom lechenii hronicheskogo apikal'nogo periodontita (kliniko-eksperimental'noe issledovanie) // Endodontija today. 2013. №1. S. 8-14.

10. Цимбалистов А. В., Копытов А. А. Визуализация обратной фильтрации биологической жидкости в периодонтальном пространстве // Институт стоматологии. 2014. №3. С. 55-57.

Cimbalistov A. V., Kopytov A. A. Vizualizacija obratnoj fil'tracii biologicheskoy zhidkosti v periodontal'nom prostranstve // Institut stomatologii. 2014. №3. S. 55-57.

11. Ясникова Е. Я. Клинико-микробиологическая оценка лечения острого периодонтита и обострения хронического верхушечного периодонтита методом пролонгированной антисептической обработки корневых каналов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2008. – 23 с.

Jasnikova E. Ja. Kliniko-mikrobiologicheskaja ocenka lechenija ostrogo periodontita i obostrenija hronicheskogo verhushechnogo periodontita metodom prolongirovannoj antisepticheskoj obrabotki kornevnyh kanalov: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. – М., 2008. – 23 s.

**ХОТИТЕ ЧИТАТЬ ЛЮБИМЫЕ ИЗДАНИЯ НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ?**

**ПОСЕТИТЕ НАШ САЙТ [WWW.DENTODAY.RU](http://WWW.DENTODAY.RU) !!!**

**QR-коды для оформления подписки на электронные версии журналов для мобильных устройств**

**Журнал «Стоматология детского возраста и профилактика»**



**Оформляйте подписку на печатные издания!**  
Москва, 115230, Варшавское ш., 46, оф. 334  
Для писем: 115230, Москва, а/я 332  
Тел./факс: (495) 781-28-30, 956-93-70,  
969-07-25, (499) 678-26-58  
E-mail: [info@stomgazeta.ru](mailto:info@stomgazeta.ru)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Возьмите мобильный телефон с камерой.  
Запустите программу для сканирования кода.  
Наведите объектив камеры на код.  
Получите информацию!

**Журнал  
«Пародонтология»**



**Журнал  
«Эндодонтия today»**

