

А.А. Копытов¹,
к.м.н, к.с.н., доцент кафедры
ортопедической стоматологии
медицинского института НИУ

Н.С. Тыщенко¹,
врач-ординатор НИУ

С.В. Поклад²,
химик-технолог

¹ БелГУ

² ООО «ТехноДент»

Оценка некоторых гидродинамических характеристик отечественного стеклоиономерного цемента «Полиакрилин» в сравнении с импортными аналогами

Резюме. Повышение эксплуатационно-технических характеристик стеклоиономерных цемента для фиксации несъемных конструкций играет важную роль в повышении надежности ортопедического лечения. Цель исследования заключалась в сравнительной оценке текучести популярных импортных стеклоиономерных цемента «Fuji I», «Meron» и отечественного цемента «Полиакрилин». Проведенное исследование выявило динамику изменения текучести цемента с отсроченным нагружением через 60, 90, 120, 150, 180 и 210 секунд после начала замешивания при соотношении порошка и жидкости, рекомендованном производителями. Также определено изменение текучести цемента при смешивании стандартной массы жидкости, рекомендуемой производителями, с количеством порошка, взятым с 10% превышением и 10% снижением рекомендуемого соотношения.

Ключевые слова: стеклоиономерный цемент, расцементировка, несъемные конструкции, гидродинамика, текучесть, ТехноДент

Summary. The improvement in the performance and operational characteristic of glass-ionomer cement to bonding of the fixed restorations plays an important role in improving the reliability of orthopedic treatment. The purpose of the study was to compare the flowability of popular import “Fuji I”, “Meron” glass-ionomer cements and the domestic “Polyacrylin” cement. The study assessed a change in the flowability of cements with a delayed loading in 60, 90, 120, 150, 180 and 210 seconds after the start of the mixing with the powder/liquid ratios recommended by manufacturers. The flowability changes of cement were also assessed upon mixing the standard weight of liquid recommended by manufacturers with the 10 per cent increased amount of powder and 10 per cent decreased recommended ratio.

Key words: glass-ionomer cement, decementation, fixed restorations, hydrodynamics, flowability, TehnoDent

Одним из наиболее востребованных подходов к реабилитации больных с вторичной частичной адентией является восстановление окклюзионных соотношений несъемными конструкциями, для изготовления которых могут применяться различные материалы [3, 4]. Накопленный клинический опыт показывает, что этот подход к лечению частичной вторичной адентии весьма далек от совершенства, и при наличии хорошего прогноза возможны осложнения, в большей степени определяемые окклюзионной нагрузкой [1].

Воздействию окклюзионного нагружения и развитию связанных с ним осложнений посвящено достаточно много работ, в которых рассматриваются перегрузка тканей опорных зубов [2, 11], откол облицовочного покрытия [5].

Кроме того, к часто встречающимся осложнениям причисляют расцементировку несъемных конструкций [8]. Уменьшение количества расцементировок возможно за счет повышения эксплуатационно-технических характеристик цемента для фиксации [6]. Демонстрация производителями соответствующих и превышающих требования ГОСТ характеристик цемента, применяемых для постоянной фиксации несъемных

конструкций, приветствуется потребителями. При этом количество расцементировок остается достаточно распространенным осложнением.

Поскольку основная функция стоматологических цемента — создание в области края коронки надежного герметизма, длительно противостоящего воздействию ротовой жидкости, то среди эксплуатационно-технических характеристик цемента считаем необходимым выделить группу гидродинамических параметров. К этим параметрам целесообразно отнести: толщину пленки, текучесть, растворимость. Выделение гидродинамических параметров стеклоиономерных цемента, на наш взгляд, позволяет разработчикам стоматологической продукции обсуждать проблему расцементировок несъемных конструкций, стремясь от комплексного подхода к системному. Кроме того, выделение этих параметров в отдельную группу имеет большое практическое значение, ибо оно мотивирует сотрудников стоматологических учреждений к корректному приготовлению цемента.

В современной литературе, посвященной ортопедической стоматологии, гидродинамическим аспектам внимания практически не уделяется. Факт

расцементировок несъемных конструкций воспринимается как часто встречающееся осложнение, при этом большинство специалистов причиной расцементировок считают окклюзионную нагрузку. Следует отметить, что, независимо от характера и силы окклюзионного взаимодействия, демпфирование окклюзионного нагружения протекает однотипно. При нагружении бугра искусственной коронки зуба, в первую очередь сила, генерируемая жевательной мускулатурой, будет затрачиваться для:

- разрушения пищевого комка (в случае если прочностные характеристики комка ниже прочностных характеристик тканей пародонта);
- деформации волокон периодонта зубов, непосредственно и опосредованно контактирующих с нагружаемым зубом;
- преодоления сопротивления биологических жидкостей в объеме периодонтального пространства и порового пространства костной ткани;
- деформации собственной поверхности коронки.



Рис. 1. Фото материалов стеклоиономерных цемента

Если сила, развиваемая жевательной мускулатурой, перевела упругие деформации перечисленных объектов в пластические деформации и по номиналу или по времени продолжает обладать разрушающим потенциалом, то следует говорить о деформации и разрушении цемента. Т.е. в первую очередь разрушаются менее прочные или непосредственно воспринимающие нагрузку составляющие жевательного аппарата. С этих позиций мысль о том, что разрушение цемента, приготовленного в строгом соответствии с рекомендациями производителя, приводит к расцементировке несъемных конструкций, представляется не очень корректной. Однако нарушение технологии клинического приготовления цементной смеси влияет на способность цемента противостоять различным видам воздействия.

Цель исследования: сравнительная оценка текучести стоматологических стеклоиономерных цемента для фиксации несъемных

конструкций «Fuji I» (GC, Япония), «Meron» (VOCO, Германия) и «Полиакрилин» («ТехноДент», Россия; рис. 1).

Задачи исследования:

1. Оценить текучесть цемента при клиническом смешивании компонентов, взятых в пропорциях, рекомендуемых производителями.
2. Установить текучесть цемента при клиническом смешивании компонентов, взятых с нарушением пропорций, рекомендуемых производителями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Определение текучести проводили согласно ГОСТ 31071-2012 (ISO 6876) при температуре $23 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности $50 \pm 5\%$ (рис. 2).

При помощи дозатора 0,075 мл материала, приготовленного согласно инструкции изготовителя, помещали на стеклянную пластинку. Через 60, 90, 120, 150, 180 и 210 секунд от начала смешивания материал накрывали второй стеклянной пластинкой и при помощи нагрузочного устройства прикладывали нагрузку 2,5 кг. Через 10 минут от начала смешивания снимали нагрузку. Отпечаток материала, как правило, имел форму окружности или 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. В рамках исследования каждого материала процедура проводилась пятикратно при каждой экспозиции. Полученные данные суммировались, вычислялись средние значения, что считалось показателем текучести (рис. 3).

Методика использовалась для получения сравни-

тельных данных по текучести, но обязательным условием являлось получение отпечатка с ровным краем.

Так как время смешивания порошка с жидкостью,



Рис. 2. Нагрузочное устройство ГОСТ 31071-2012 (ISO 6876) для определения текучести фиксирующего материала



Рис. 3. Измерение диаметра диска фиксирующего материала

внесения цемента в коронку и фиксация ее ограничено рабочим временем материала (чаще всего составляет 60 секунд), первое измерение проводилось через 60 секунд от начала смешивания и через равные интервалы в 30 секунд.

Дополнительно определяли текучесть согласно алгоритму, приведенному выше. Материал покрывали второй стеклянной пластинкой через 120±5 секунд от начала смешивания. При этом моделировалась ситуация, в которой в первом случае к стандартной массе жидкости в процессе замешивания добавляли порошка на 10% меньше, чем указывали производители, а во втором случае — на 10% больше. В рамках исследования каждого материала для каждой ситуации оценка текучести проводилась 5 раз.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При соблюдении рекомендаций производителей через 60 секунд от начала смешивания наилучшую текучесть — 36,74 мм — продемонстрировал стеклоиономерный цемент «Fuji I». В случае совмещения пластин и приложения нагрузки через 90 секунд от начала смешивания текучесть цемента «Fuji I» и «Merlon» уменьшилась незначительно, а текучесть цемента «Полиакрилин» не изменилась. После экспозиции в 120 секунд и последующего нагружения текучесть материала «Fuji I» уменьшилась на 6,37%. Наибольшее снижение

текучести на 13,94% выявлено у цемента «Merlon». Текучесть цемента «Полиакрилин» снизилась на 5,43% и достоверно не отличалась от текучести «Fuji I». Наложение пластин и нагружение через 150 секунд выявило лучшую текучесть цемента «Fuji I» среди сравниваемых цемента — снижение текучести на 10,32%. Текучесть цемента «Merlon» уменьшилась на 20,64%, а цемента «Полиакрилин» — на 13,04%. Через 180 секунд текучесть цемента «Fuji I» снизилась на 18%. Цемент «Merlon», имея наибольшее рабочее время, продемонстрировал уменьшение текучести на 26,4%, а цемент «Полиакрилин» — на 19,09%. После нагружения пластин через 210 секунд от начала смешивания показатель текучести цемента «Fuji I» снизился на 24,8%. Наименьшая текучесть при ее уменьшении на 40,77% выявлена у цемента «Merlon». У цемента «Полиакрилин» текучесть уменьшилась на 31,55%. Текучесть стеклоиономерных цемента в зависимости от времени экспозиции, прошедшей с момента начала смешивания компонентов до приложения нагрузки, приведена в табл. 1 и на диаграмме (рис. 4).

Моделируя ситуацию, в которой нарушалось соответствие весовых частей порошка и жидкости, стеклянные пластинки совмещали через 120 секунд после начала замешивания, поскольку двум минутам соответствовало рабочее время цемента «Fuji I» и «Полиакрилин». Нарушение пропорций привело к тому, что при десятипроцентном уменьшении массы порошка текучесть цемента «Fuji I» увеличилась на 11,83%, у цемента «Merlon» — на 12,84%. Наименьшее изменение текучести при уменьшении массы порошка наблюдается у цемента «Полиакрилин» при приросте 3,06%.

При десятипроцентном увеличении массы порошка текучесть цемента «Fuji I» уменьшилась на 18,05%, наименьшее изменение текучести — 10,75% — выявлено у цемента «Merlon», а у цемента «Полиакрилин» текучесть уменьшилась на 24,5%. Изменение текучести цемента при нарушении соотношения массы порошка и жидкости приведено в табл. 2.

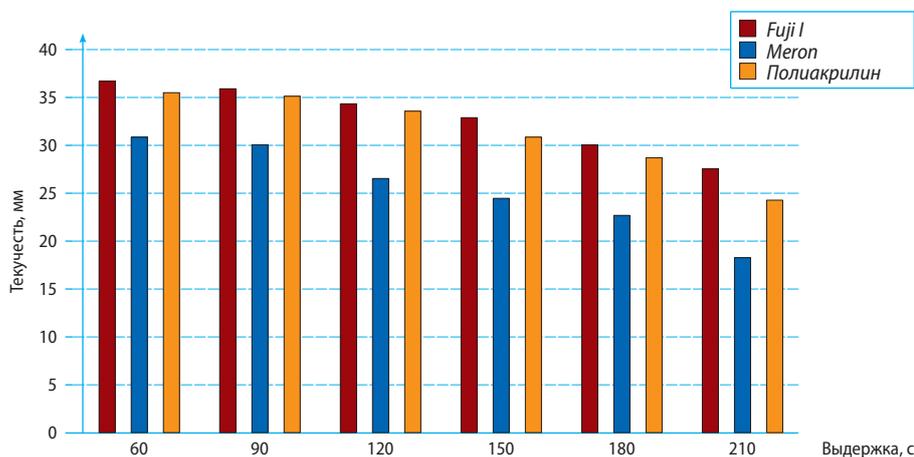


Рис. 4. Текучесть стеклоиономерных цемента в различных интервалах времени (от начала замешивания)

Таблица 1. Текучесть стеклоиономерных цемента

Наименование	Параметры по инструкции		Время от начала смешивания до позиционирования в нагрузочном устройстве, с											
	Рабочее время, с	Время твердения, с	60		90		120		150		180		210	
			Текучесть											
			мм	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	
Fuji I	120	270–300	36,74±3,53	35,97±3,71	2,10	34,4±2,34	6,37*	32,95±2,87	10,32*	30,11±2,5	18,05*	27,63±2,19	24,80*	
Merlon	180	300–420	30,91±3,87	30,12±2,14	2,56*	26,6±2,63	13,94*	24,53±2,75	20,64*	22,75±2,72	26,40*	18,33±4,46	40,70*	
Полиакрилин	120–150	360–420	35,56±3,81	35,19±3,57	1,04	33,63±2,32	5,43*	30,92±2,61	13,04*	28,77±2,04	19,09*	24,34±2,75	31,55*	

*Снижение текучести по сравнению с первичными данными достоверно при p<0,05.

Таблица 2. Зависимость текучести фиксирующего материала от соотношения порошок:жидкость

Наименование	Рекомендованное производителем соотношение порошок:жидкость	Текучесть					
		При уменьшении количества порошка на 10%		При рекомендованном соотношении	При увеличении количества порошка на 10%		
		диаметр, мм	%	диаметр, мм	диаметр, мм	диаметр, мм	%
Fuji I	1,8:1	38,47±3,81	11,83	34,40±2,34	28,19±3,14	18,05	
Meron	3,0:1	30,52±3,17	12,84	26,60±2,63	23,74±2,85	10,75	
Полиакрилин	2,3:1	34,66±3,72	3,06	33,63±2,32	25,39±2,67	24,50	

Примечание. Изменение текучести по сравнению с текучестью цемента, замешанного в соответствии с рекомендациями производителя, достоверно ($p \leq 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

На наш взгляд, параметр «текучесть» в группе гидродинамических показателей наиболее значимый, поскольку в некотором смысле определяет параметры «толщина пленки» и «растворимость» [9, 10]. Однако в нормативной документации для фиксирующих цементов (ГОСТ, ИСО) необходимость оценки параметра «текучесть» отсутствует. По этой причине для оценки этого параметра мы использовали методику определения текучести по ГОСТ 31071-2012 (ISO 6876) «Стоматологические материалы для пломбирования корневых каналов зубов».

Рассматривая текучесть, необходимо отметить, что увеличение текучести дает возможность полностью заполнить пространство (без пустот) между культей зуба и протезом. Текучесть зависит от вязкости исходной жидкости — полиакриловой кислоты, размера частиц стеклонаполнителя и их активности, рабочего времени материала.

Текучесть материала начинает уменьшаться после окончания смешивания достаточно быстро, поэтому рекомендуется наносить готовую смесь на внутренние стенки коронки и фиксировать ее на подготовленную культю зуба незамедлительно, поскольку для загустевшей смеси характерна более «толстая» пленка, что может привести к появлению пустот между дентином и материалом коронки. По этой причине параметр «текучесть» необходимо оценивать совместно с параметром «рабочее время», декларируемым производителем. Клинически рабочее время можно представить следующим образом: рабочее время равно сумме времени смешивания, нанесения смеси на внутренние стенки коронки и наложения коронки на культю.

Особенно важно правильно распределить время при установке несъемного протеза с большим количеством опорных зубов, в процессе чего смешиваются большие количества материала. В этом случае необходимо рассматривать два аспекта. Во-первых, затрачивая время, близкое к рабочему или несколько превышая его, врач, стремясь добиться сохранения протетической плоскости, прикладывает большое усилие, просаживая коронку на уступ. Итогом таких действий является нарушение

структурирования стеклоиономерной матрицы и снижение прочностных характеристик цемента, его адгезии со всеми вытекающими последствиями. Во-вторых, понимая возникающую проблему, стоматолог дает указание увеличить количество жидкости (уменьшить количество порошка) для приготовления смеси. Это указание не лишено бытовой логики, но может привести к грубому нарушению химизма отверждения цемента, так как во время процесса созревания цемента излишки воды частично гидратируют непрореагировавшие частицы стеклянного порошка и снижают прочность цементной матрицы [7].

Избыточное понижение соотношения порошок:жидкость помимо улучшения манипуляционных свойств и увеличения текучести может привести к повышенной растворимости материала, снижению прочности и увеличению времени твердения, что при окклюзионном нагружении может привести к смещению конструкции, расцементировки ее, микробной обсемененности, вторичному кариесу и снижению срока службы несъемного протеза.

Непрореагировавшая жидкость может раздражать ткани живой культуры. Таким образом, нарушая рекомендуемое производителем соотношение порошок:жидкость, для повышения текучести смеси, с целью гарантированно добиться восстановления протетической плоскости, стоматолог значительно ухудшает эксплуатационно-технические характеристики стеклоиономерных цементов.

ВЫВОДЫ

1. Определение текучести стеклоиономерных цементов для фиксации несъемных конструкций «Fuji I», «Meron», «Полиакрилин» и других цементов для фиксации в период от 60 до 180 секунд от начала смешивания является важным показателем, и есть необходимость введения этого показателя в нормативно-техническую документацию (ГОСТ, ИСО) для цементов на водной основе, применяемых для фиксации.
2. Цемент «Meron», имея в ряду исследуемых материалов наибольшее рабочее время (180 секунд), через 210 секунд после начала замешивания демонстрирует резкое снижение текучести, что накладывает некоторое ограничение применения этого цемента при фиксации несъемных конструкций большой протяженности. Цементы «Fuji I» и «Полиакрилин» сохраняют уровень текучести без резкого снижения на протяжении всего рабочего времени цементов, указанных производителем.
3. Десятипроцентное увеличение количества порошка при клиническом приготовлении смесей стеклоиономерных цементов снижает текучесть на 10,75—24,5%.

Десятипроцентное уменьшение количества порошка повышает текучесть цементов на 3,06—21,84%.

4. Все манипуляции (смешивание порошка с жидкостью, внесение цемента в коронку, наложение коронки

на культую) должны производиться за время, указанное производителем как «рабочее время» при условии точного соблюдения соотношения порошок:жидкость.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Брагина О.М., Жулев Е.Н., Демин Д.Н. Экспертная система определения показаний для применения металлокерамических мостовидных протезов. — *Современные проблемы науки и образования*. — 2015; 1—1: 1388.

2. Копытов А.А. Динамика показателей десневой жидкости в процессе реабилитации пациентов с мостовидными протезами при различном наклоне опорных зубов: автореф. дис. ... к.м.н. — МГМСУ, 2007. — 21 с.

3. Лебедеко А.И. Применение металлокерамических зубных протезов на каркасах из золотого сплава «Супер КМ»: дис. ... к.м.н. — М., 2003. — 153 с.

4. Лебедеко И.Ю., Назарян Р.Г., Романкова Н.В., Максимов Г.В., Вураки Н.К. Сопоставительный анализ современных методов изготовления мостовидных зубных протезов на основе диоксида циркония. — *Российский стоматологический журнал*. — 2015; 2 (19): 6—9.

5. Михеева А.А., Большаков Г.В. Изучение прочности соединения реставрационных материалов для починки стоматологической керамики. — *Казанский медицинский журнал*. — 2014; 1 (95): 22—5.

6. Полянская О.Г., Климова Т.Н., Шемонаев В.И., Винцу В.А., Степанов В.А. Анализ клинической эффективности цементов для постоянной фиксации зубных

протезов. — *Волгоградский научно-медицинский журнал*. — 2015; 4 (48): 41—3.

7. Поюровская И.Я. Стоматологическое материаловедение: учебное пособие. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. — 192 с.

8. Садыков М.И., Тлустенко В.П., Эртесян А.Р. Применение новой искусственной коронки в клинике ортопедической стоматологии при низких клинических коронках. — *Современные проблемы науки и образования*. — 2015; 3: 202.

9. Цимбалистов А.В., Копытов А.А., Сорокина Т.В. Сравнительная оценка текучести эндодонтических материалов на основе эпоксидных смол. — *Эндодонтия Today*. — 2015; 3: 21—4.

10. Цимбалистов А.В., Копытов А.А., Сорокина Т.В. Сравнительная оценка технологических параметров эндодонтических материалов на основе эпоксидных смол. — *Институт стоматологии*. — 2016; 1 (70): 82—4.

11. Щербаков А.С., Рудакова Ю.А., Иванова С.Б., Некрасов А.Н. Изменения показателей кровотока пародонта при протезировании временными мостовидными протезами. — *Стоматология*. — 2015; 1 (94): 40—4.

НАДЕЖНАЯ ФИКСАЦИЯ



ПОЛИАКРИЛИН стеклоиономерный цемент для фиксации

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ

☎ 8 800 350-09-73

Представительства:
Россия russia@tehdent.org
Греция greece@tehdent.org
Германия germany@tehdent.org
Азия asia@tehdent.org



www.tehdent.org
info@tehdent.org

Производство ООО «ТехноДент»
находится по адресу:
Россия, Белгородская область,
п. Северный, ул. Березовая, д. 1/6