

Н. А. Кронивец

КОМПЛЕКС МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФИКСИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОРТОПЕДИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ НЕСЪЁМНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Одним из приоритетных направлений современной стоматологии для восстановления утраченной функции и анатомической формы зубов является создание целостности разрушенных зубов и зубных рядов с использованием не прямых реставраций. На сегодняшний день не создан еще универсальный фиксирующий материал, который смог бы применяться для фиксации различных видов несъемных конструкций в различных клинических случаях (твердые ткани зубов, культи из металла или композита).

Для принятия оптимального решения в конкретной клинической ситуации следует применять методики многокритериальной оптимизации в том числе, например – метод парных сравнений.

Впервые предложен комплекс методов, включающих исследование адгезии на сдвиг, толщину пленки, время твердения, тиксотропность, прочность на сжатие, позволяющий получить исчерпывающий перечень физико-механических свойств материалов для рекомендаций практикующим врачам.

Предложен оригинальный, адаптированный универсальный метод оценки адгезии, как наиболее значимого варианта, измерений на сдвиг, различных групп фиксирующих материалов (СИЦ, композит, цинк-фосфатный цемент) и различных видов тканей протезного ложа и конструкционных материалов (дентин зуба, металл, композит, оксид циркония).

В работе проиллюстрировано получение физико-механических характеристик фиксирующих материалов с использованием предложенного комплекса методов в том числе оригинального метода оценки адгезии для трех групп материалов (композит, СИЦ, цинк-фосфатный цемент). Даны практические рекомендации для различных клинических ситуаций для достижения приемлемого риска.

Ключевые слова: фиксирующий материал, тиксотропность, адгезия, несъемные ортопедические конструкции.

N. A. Kranivets

COMPLEX OF METHODS FOR EVALUATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF FIXING MATERIALS FOR ORTHOPEDIC TREATMENT OF PATIENTS WITH NON-REMOVABLE CONSTRUCTIONS

One of the priority directions in modern dentistry to restore lost function and anatomic form of the teeth is the establishment of the integrity of damaged teeth and the dentition with the use of indirect restorations. To date, a universal fixing material has not been created, which could be used to fix various types of fixed structures in various clinical cases (hard tooth tissues, stump made of metal or composite).

To make an optimal decision in a particular clinical situation, it is necessary to apply methods of multicriteria optimization, including, for example, the method of paired comparisons.

For the first time the complex of methods including research of adhesion on shift, thickness of a pellicle, time of hardening, thixotropy, compressive strength is offered, allowing to receive the exhaustive list of physical and mechanical properties of materials for recommendations to practitioners.

The original, adapted universal method of assessment of adhesion as the most significant variant, measurements on shift, various groups of fixing materials (GIC, composite, zinc-phosphate cement) and different types of tissues of prosthetic bed and construction materials (dentin of tooth, metal, composite, zirconium oxide) is offered.

The paper illustrates the obtaining of physical and mechanical characteristics of fixing materials using the proposed set of methods, including the original method of assessing adhesion for three groups of materials (composite, GIC, zinc-phosphate cement). Practical recommendations are given for various clinical situations to achieve acceptable risk.

Key words: fixing material, thixotropy, adhesion, non-removable prosthetic constructions.

Одним из приоритетных направлений современной стоматологии для восстановления утраченной функции и анатомической формы зубов является создание целостности разрушенных зубов и зубных рядов с использованием не прямых реставраций [5, 6]. Несмотря на то, что в настоящее время в ортопедической стоматологии активно совершенствуются методы лечения с применением несъемных ортопедических конструкций – процент осложнений остается достаточно высоким и связаны они с нарушением фиксации. На сегодняшний день не создан еще универсальный фиксирующий материал, который смог бы применяться для фиксации различных видов несъемных конструкций в различных клинических случаях (твердые ткани зубов, культя из металла или композита) [4].

Стоматологу, прежде чем выбрать какой-либо фиксирующий материал, необходимо, во-первых, знать, какие существуют группы фиксирующих материалов и какими свойствами они обладают. Во-вторых, соотнести конкретную клиническую ситуацию с применяемыми методами для достижения приемлемых рисков, выбрать тот или иной материал. Свойства фиксирующих материалов в зависимости от производителя имеют вариации, которые в конкретной ситуации необходимо учитывать [3].

Важнейшими свойствами фиксирующих материалов являются: тиксотропность, толщина пленки, чистое время твердения, прочность при сжатии и адгезия. Тиксотропность позволяет легко и точно установить реставрацию без отскакивания и соскальзывания, которые, часто бывают до отверждения цемента, а также легко удалить излишек цемента по краям реставрации без размазывания и образования нитей. Данное свойство необходимо учитывать, в первую очередь, при фиксации не прямых реставраций на верхней челюсти.

Толщина пленки фиксирующего материала, должна плотно заполнить пространство между не прямой реставрацией и зубом и, в тоже время обеспечить правильное положение при посадке реставрации на место [1, 9]. Толстая пленка фиксирующего материала может оказаться неприемлемой, так как реставрация может быть «завышена», выступая за первоначальные пределы восстановления зубного ряда, вызывая тем самым проблемы окклюзии и необходимость дополнительного шлифования реставрации. Кроме этого, толстая пленка вызовет плохое краевое прилегание реставрации, и большее количество фиксирующего материала окажется открытым. А так как некоторые фиксирующие материалы склонны к растворению и эрозии в среде полости рта, то открытые участки по краям реставрации будут растворяться, что может привести к накоплению в этих местах зубных отложений, окрашиванию краев реставрации и вторичному кариесу. Таким образом, толщина пленки – одна из важнейших характеристик [3].

Необходимо, чтобы фиксирующий материал затвердел именно в то время, которое удобно для стоматолога, позволяя ему быть уверенным в том, что отверждение

началось сразу же после размещения не прямой реставрации [1]. Чистое время твердения необходимо учитывать, в первую очередь, при одновременной фиксации не прямых реставраций, протяженностью более трех единиц.

Материал может бесконечно долго выдерживать статическую нагрузку, если он создает напряжения меньшие по величине, чем временное сопротивление. Таким образом, прочность при сжатии фиксирующего материала, входит в перечень его важнейших характеристик.

Адгезия материала обусловлена межмолекулярным взаимодействием в поверхностном слое и характеризуется удельной работой, необходимой для разделения поверхностей. В случае использования фиксирующего материала, данное свойство фактически характеризует ретенцию ортопедической конструкции [3]. Таким образом, перечень требуемых свойств фиксирующих материалов, которыми может варьировать стоматолог для достижения требуемого качества в различных клинических ситуациях, включает в себя: тиксотропность, толщину пленки, чистое время твердения, прочность при сжатии и адгезия. Поскольку производители имеют собственные методики оценки свойств фиксирующих материалов, которые могут не соответствовать нормируемым, например в государственных и межгосударственных стандартах, достоверность получения средних значений и вариации указанных свойств может вызывать сомнения. Важнейшим для принятия решений в клинических ситуациях является знание комплекса оценки физико-механических свойств [6].

Цели работы:

1. Обоснование требуемого комплекса методов для оценки физико-механических свойств материалов применяемых для фиксации зубных протезов.

2. Адаптация методов, используемых фирмами производителями материалов для проведения сравнительных испытаний производимых материалов.

3. Иллюстрация адекватного применения предложенного комплекса методов определения физико-механических свойств для обоснования выбора и применения в различных клинических ситуациях.

Для обоснования требуемого комплекса методов, для оценки физико-механических свойств материалов, для фиксации зубных протезов- идентифицируем исчерпывающий перечень свойств материалов:

- толщина пленки;
- прочность на сжатие;
- время твердения;
- тиксотропность;
- адгезия.

Поскольку в настоящее время существует множество методов определения вышеуказанных свойств, а результаты, полученные с использованием различных методов с одной стороны не всегда можно сопоставить, с другой – оценить достоверность для практического применения фиксирующих материалов, с третьей стороны, методы оценки требуют значительных затрат при проведении измерений требуемых свойств и достаточно длительных

испытаний. Предлагается комплекс методов позволяющий с приемлемым риском получать требуемые данные.

Предлагается, для оценки физико-механических свойств материалов для фиксации зубных протезов, включить следующий набор методов:

- толщина пленки [1, 10];
- прочность на сжатие [1, 10];
- время твердения [1, 10];
- тиксотропность [3];
- адгезия [4].

Материал и методы исследования предложенного комплекса методов:

В процессе экспериментальных исследований тиксотропности, толщины пленки, чистого времени твердения, прочности при сжатии, силы адгезии методом микроиспытаний на сдвиг, использовались известные [8] и адаптированные автором методы оценки физико-механических свойств [4] фиксирующих материалов трех групп композиционный материал (КМ), стеклоиономерный цемент (СИЦ) и цинк-фосфатный цемент (ЦФЦ).

Адаптации в данном исследовании подвергался метод оценки адгезии. Основными значимыми отличиями адаптированного метода от метода компании «Ультрадент» является:

1. Метод формирования образца для подготовки к испытанию, отличающийся тем, что для внесения материала на испытательный блок использовался каналонаполнитель, что позволяет упростить изготовление образца и обеспечить равномерное заполнение формы стабилизируя получение результата.

2. Применение не специализированного, а универсального испытательного оборудования, что позволяет снизить затраты и уменьшить время для проведения исследования.

3. Проведение одновременно серии исследований в единых условиях оценки свойств одного материала при его применении на различных поверхностях (сплавы металла, композит, оксид циркония, дентин).

Таким образом адаптация существующих методов позволяет получить существенно значимое количество характеристик, требуемых для дальнейшего использования, снизить вариацию свойств исследуемых объектов при подготовке к измерениям и существенно снизить затраты на получение данных.

Для дальнейшего планирования клинических ситуаций выбраны наиболее применяемые в настоящее время группы фиксирующих материалов и по одному, самому популярному среди стоматологов, представителю из каждой группы материалов:

- 1) образец № 1 – композиционный цемент (КЦ) «Relyx U100» (3M ESPE, Германия);
- 2) образец № 2 – стеклоиономерный цемент (СИЦ) «Fuji I» (GC, Япония);
- 3) образец № 3 – цинк-фосфатный цемент (ЦФЦ) «Унифас».

Для оптимизации затрат на исследования для каждого испытания использовалось по 20 образцов каждого фиксирующего материала.

Определение тиксотропности материалов

На концы стеклянных пластинок, ориентированных горизонтально, были помещены порции цементов, затем они были придавлены дополнительным стеклом по типу «сэндвича» в форме буквы «Т».

«Стеклянные сэндвичи» были установлены вертикально и сразу же сфотографированы с использованием вспышки. Через минуту съемку произвели еще раз, экспонируя тот же кадр. Оценку тиксотропности проводили по смещению покровного стекла по сравнению с первоначальным его положением.

Определение толщины пленки материалов

Первым этапом были проведены измерения суммарной толщины двух сложенных вместе оптически плоских квадратных стеклянных пластин площадью поверхности $(200 \pm 25) \text{ мм}^2$ и толщиной 5 мм при помощи микрометра с точностью измерения $\pm 0,01$ мм. Затем $0,5 \text{ см}^3$ смешанного цемента были расположены между двумя пластинами и помещены под нагружающее устройство, позволяющее прикладывать усилие 150 Н строго вертикально к образцу цемента через верхнюю стеклянную пластинку.

После окончательного твердения и после начала приложения нагрузки пластины с цементом были удалены из-под нагружающего устройства и после повторного измерения, разницу между толщиной пластин с пленкой цемента и без нее считали толщиной пленки.

Определение чистого времени твердения материалов

Металлическая форма, термостатированная при $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$, была помещена на алюминиевую фольгу и заполнена смешанным цементом вровень с верхней поверхностью формы, а затем была помещена в термостат при $(37 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

Каждые 30 секунд повторяли погружение иглы индентора до тех пор, пока полностью не исчез отпечаток в виде круга от плоского конца иглы при рассматривании через лупу при двукратном увеличении.

Определение прочности при сжатии материала

Для проведения исследования была изготовлена разъемная форма с пластинами и зажим с винтом для получения образцов фиксирующего материала в виде цилиндра, диаметром 4 мм и высотой 6 мм.

Образцы материала после отверждения были шлифованы до получения требуемой поверхности. Диаметр образца рассчитывают, как среднеарифметическое двух измерений, проведенных перпендикулярно к оси образца, с точностью $\pm 0,01$ мм. Прочность при сжатии измеряли при помощи универсальной тестирующей машины «Инстрон». Образец помещали на столик испытательной машины, и к нему была приложена сжимающая нагрузка в направлении продольной оси образца.

Определение силы адгезии материалов методом микроиспытаний на сдвиг

Для проведения испытаний были использованы удаленные зубы.

Из коронковой их части, при помощи алмазного сепарационного диска делали продольные спилы толщиной 1–2 мм. Полученные спилы зубов фиксировали в образцах из пластмассы холодной полимеризации «Протакрил-М», которые заливались в специально изготовленную разборную форму в виде цилиндра.

Для фиксации материала к тканям зуба использовали специальные прессы с отверстием в силиконовой матрице. Диаметр отверстия специально подобран разра-

ботчиками для того, чтобы приравнять кг/силу к МПа и он составляет 1,77 мм.

Для оценки силы адгезии проводили испытания образцов при помощи универсальной тестирующей машины «Инстрон». Методика включала следующие последовательные действия: сверху на цилиндр материала давит поршень диаметром 2 мм, нагрузка в момент отрыва материала фиксируется автоматически.

Статистическая обработка результатов исследования выполнялась с использованием пакета StatSoft Statistica 10.0. Оценивалась нормальность распределения вариант в выборках с использованием стандартных описательных статистик, гистограмм распределения, коэффициента асимметрии (As), критерия Шапиро–Уилка (Shapiro-Wilk W) [2, 7, 8]. По результатам проведенной оценки установлено, что распределение исследуемых количественных переменных в сравниваемых группах отличалось от нормального. Описание количественных переменных представлялось в виде медианы и нижнего и верхнего квантиля Me [Q1; Q3]. Для проверки гипотезы о различиях количественных признаков в двух независимых группах применялся критерий Манна–Уитни (Mann-Whitney test, U). Сравнение трех и более независимых групп количественных данных проводилось с помощью критерия Краскела–Уоллиса (Kruskal-Wallis test, H), при обнаружении статистически значимых различий между группами далее проводили апостериорные (парные) сравнения с изменением критического уровня значимости в соответствии с числом проводимых сравнений (поправка Bonferroni).

Результаты и обсуждение

Полученные в ходе проведенных исследований результаты по определению тиксотропности, толщины пленки, чистого времени твердения, прочности при сжатии, силы адгезии фиксирующих материалов, представлены в таблицах 1 и 2.

Сравнение трех исследуемых групп фиксирующих материалов по свойству «тиксотропность» позволило уста-

Таблица 1. Количественная характеристика свойств фиксирующих материалов

Исследуемые свойства	Группы фиксирующих материалов		
	ЦФЦ (n = 20)	СИЦ (n = 20)	КЦ (n = 20)
	Me [Q1; Q3]	Me [Q1; Q3]	Me [Q1; Q3]
Время твердения, сек	433 [427;439]	411 [408;414]	307 [303;310]
Толщина пленки, мкм	24 [22;25]	22 [21;24]	15 [13,5;17]
Прочность при сжатии, МПа	147 [145;148]	102 [100;102]	212 [209;214]
Тиксотропность, мм	3,2 [3,1;3,3]	2,4 [2,4;2,5]	1,5 [1,4;1,6]

Таблица 2. Результаты исследования силы адгезии фиксирующих материалов

Характеристика	КЦ (n = 20)	СИЦ (n = 20)	ЦФЦ (n = 20)
	Me [Q1; Q3]	Me [Q1; Q3]	Me [Q1; Q3]
Сила адгезии к дентину, Мпа	3,25[3,10;3,45]	2,60[2,50; 2,70]	0,40[0,30;0,45]
Сила адгезии к металлу, Мпа	8,96[8,70;9,02]	2,88[2,79; 2,92]	1,32[1,25; 1,36]
Сила адгезии к композиту, Мпа	11,06[11,03; 11,10]	1,60 [1,50; 1,70]	0,80[0,70; 0,90]
Сила адгезии к оксиду циркония, Мпа	9,11[9,00; 9,16]	4,01[3,89; 4;12]	0,76[0,75; 0,79]

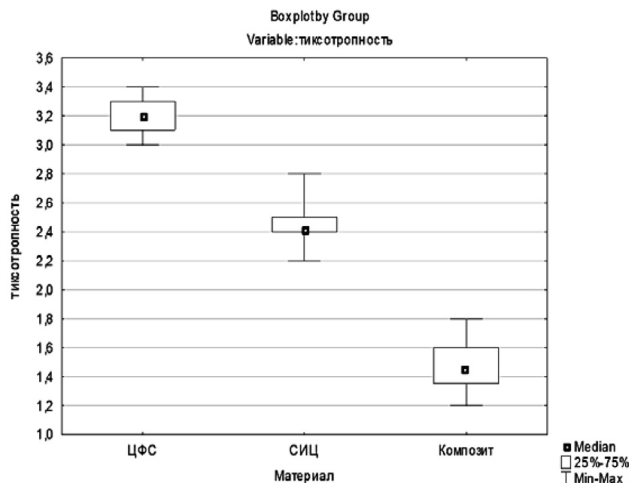


Рис. 1. Тиксотропность фиксирующих материалов

новить статистически значимые различия между ними (по критерию Краскела–Уоллиса $H = 52,78$, $df = 2$, $p < 0,001$). Наибольшие значения по этому свойству отмечались у материала ЦФЦ – 3,2 [3,1; 3,3] мм, наименьшие – у материала КЦ – 1,5 [1,4;1,6] мм (рис. 1).

Для определения, между какими группами материалов имелись различия, проведены апостериорные (парные) сравнения переменных с использованием критерия Манна–Уитни с поправкой Бонферрони ($p_{\text{кри}} = 0,0167$). Установлены статистически значимые различия между ЦФЦ и СИЦ (U-test, $p < 0,001$), между ЦФЦ и КЦ (U-test, $p < 0,001$), между ЦФЦ и «композит» (U-test, $p < 0,001$). Таким образом, по свойству «тиксотропность» наилучшие данные получены у композиционного материала.

Сравнение трех исследуемых групп фиксирующих материалов по свойству «толщина пленки» позволило установить статистически значимые различия между ними (по критерию Краскела–Уоллиса $H = 38,62$, $df = 2$, $p < 0,001$). Наибольшие значения по этому свойству отмечались у материала ЦФЦ – 24 [22;25] мкм, наименьшие – у материала композитный цемент – 15 [13,5;17] мкм (рис. 2).

По переменной «толщина пленки» между материалами ЦФЦ и СИЦ различия статистически не доказаны (U-test, $p = 0,026$, поправка Бонферрони $p_{\text{крит}} = 0,0167$). При сравнениях материалов ЦФЦ и КМ, СИЦ и КМ с применением критерия Манна–Уитни с поправкой Бонферрони ($p_{\text{крит}} = 0,0167$) выявлены статистически значимые различия по переменной (U-test, $p < 0,001$). Таким образом лучшие данные по критерию «толщина пленки» получены у композиционного цемента.

Сравнение трех исследуемых групп фиксирующих материалов по свойству «прочность при сжатии» позволило установить статистически значимые различия между ними (по критерию Краскела–Уоллиса $H = 52,68$, $df = 2$, $p < 0,001$).

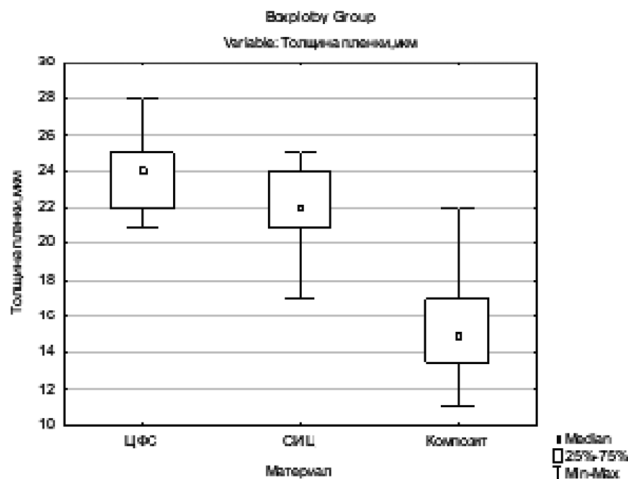


Рисунок 2. Толщина пленки фиксирующих материалов

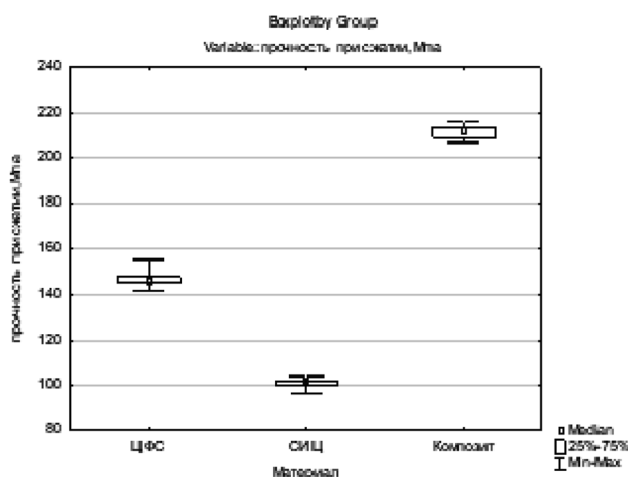


Рисунок 3. Прочность при сжатии фиксирующих материалов

Наибольшие значения по этому свойству отмечались у материала КЦ - 212 [209;214] МПа, наименьшие – у материала СИЦ – 102 [100;102] МПа (рис. 3).

При сравнениях материалов ЦФС и КЦ с применением критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони ($p_{\text{крит.}} = 0,0167$) выявлены статистически значимые различия по всем анализируемым переменным (U-test, $p < 0,001$) (рис. 4).

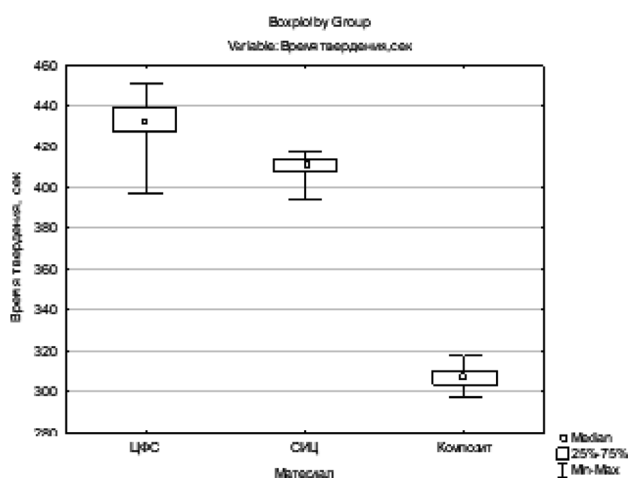


Рисунок 4. Время твердения фиксирующих материалов

При попарных сравнениях материалов ЦФЦ и КЦ, ЦФЦ и СИЦ, СИЦ и КМ с применением критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони ($p_{\text{крит.}} = 0,0167$) выявлены статистически значимые различия по анализируемой переменной «время твердения» (U-test, $p < 0,001$). Таким образом лучшие данные по свойству «время твердения» получены у композиционного цемента.

При множественном сравнении силы адгезии 3 фиксирующих материалов к дентину выявила статистически значимые различия между ними (по критерию Краскела-Уоллиса $H = 52,23690$, $df = 2$, $p < 0,001$). Максимальные значения силы адгезии установлены у материала КЦ – 3,25[3,1;3,45] МПа, минимальные – у материала ЦФЦ – 0,4[0,3;0,45] МПа (рис. 5). Попарные сравнения фиксирующих материалов по силе адгезии к дентину подтвердили статистически значимые различия между каждой парой сравнения: СИЦ и КЦ, СИЦ и ЦФЦ, КЦ и ЦФЦ (U-test, $p < 0,001$ для каждой пары сравнения). Таким образом, наилучшие значения силы адгезии к дентину отмечались у материала – КЦ, наихудшие – у ЦФЦ.

При множественном сравнении силы адгезии 3 фиксирующих материалов к культе из композита выявила статистически значимые различия между ними (по критерию Краскела-Уоллиса $H = 52,92370$, $df = 2$, $p < 0,001$). Максимальные значения силы адгезии установлены у материала КЦ – 11,06[11,03;11,10] МПа, минимальные – у материала ЦФЦ – 0,80[0,70;0,90] МПа (рис. 6).

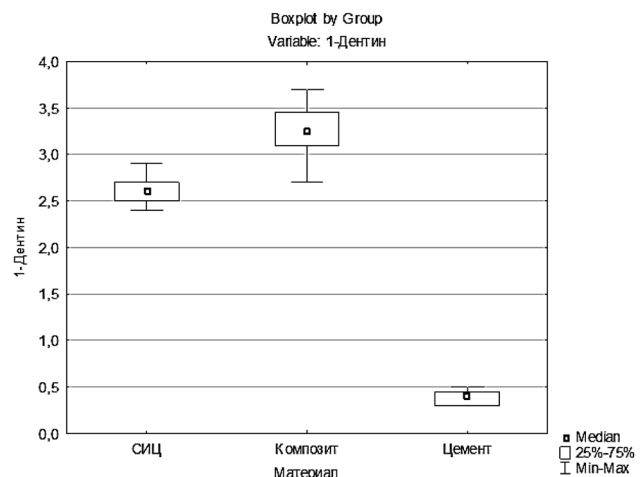


Рисунок 5. Сила адгезии фиксирующих материалов к дентину

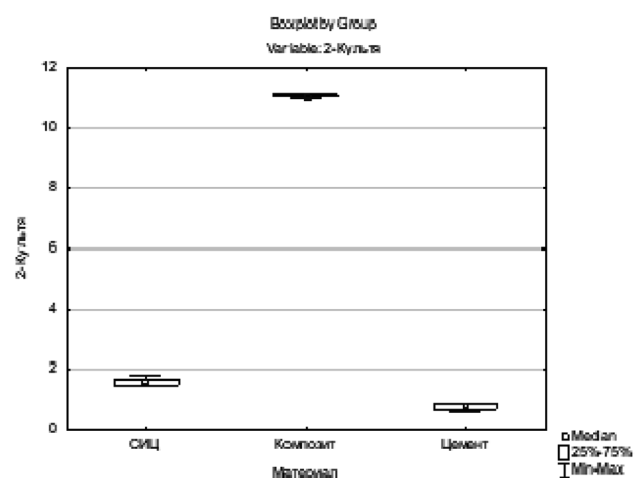


Рисунок 6. Сила адгезии фиксирующих материалов к композиту

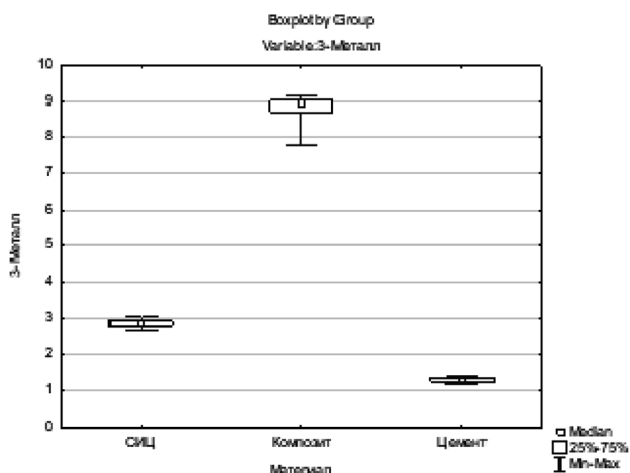


Рисунок 7. Сила адгезии фиксирующих материалов к металлу

Попарные сравнения фиксирующих материалов по силе адгезии к композиту подтвердили статистически значимые различия между каждой парой сравнения: СИЦ и КЦ, СИЦ и ЦФЦ, КЦ и ЦФЦ (U-test, $p < 0,001$ для каждой пары сравнения). Таким образом, наилучшие значения силы адгезии к композиту отмечались у материала КМ, наихудшие – у ЦФЦ. При множественном сравнении силы адгезии 3 фиксирующих материалов к металлу выявила статистически значимые различия между ними (по критерию Краскела-Уоллиса $H = 52,48235$, $df = 2$, $p < 0,001$). Максимальные значения силы адгезии установлены у материала КЦ – $8,96[8,70;9,02]$ Мпа, минимальные у материала ЦФЦ – $1,32[1,25;1,36]$ Мпа (рис. 7).

Попарные сравнения фиксирующих материалов по силе адгезии к металлу подтвердили статистически значимые различия между каждой парой сравнения: СИЦ и КЦ, СИЦ и ЦФЦ, КЦ и ЦФЦ (U-test, $p < 0,001$ для каждой пары сравнения). Таким образом, наилучшие значения силы адгезии к металлу отмечались у материала КЦ, наихудшие – у ЦФЦ.

При множественном сравнении силы адгезии 3 фиксирующих материалов к поверхности из оксида циркония выявила статистически значимые различия между ними (по критерию Краскела-Уоллиса $H = 52,49548$, $df = 2$, $p < 0,001$). Максимальные значения силы адгезии уста-

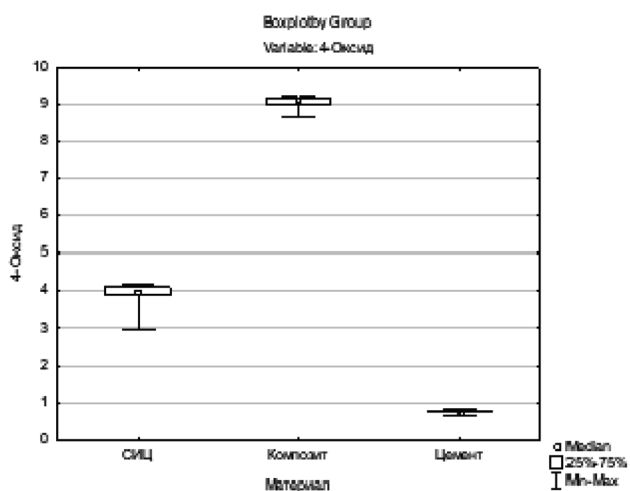


Рисунок 8. Сила адгезии фиксирующих материалов к оксиду циркония

новлены у материала КЦ – $9,11[9,00;9,16]$ МПа, минимальные у материала ЦФЦ – $0,76[0,75;0,79]$ МПа (рис. 8).

Попарные сравнения фиксирующих материалов по силе адгезии к оксиду циркония подтвердили статистически значимые различия между каждой парой сравнения: СИЦ и КЦ, СИЦ и ЦФЦ, КЦ и ЦФЦ (U-test, $p < 0,001$ для каждой пары сравнения). Таким образом, наилучшие значения силы адгезии к оксиду циркония отмечались у материала КЦ, наихудшие – у ЦФЦ.

Для клинических ситуаций при достижении приемлемых рисков «качество-цена» следует управлять оптимальным сочетанием: физико-механические свойства, важнейшим из которых является адгезия, методика работы с фиксирующим материалом, противокариозное действие и цена. Для принятия оптимального решения в конкретной клинической ситуации следует применять методики многокритериальной оптимизации в том числе, например – метод парных сравнений [10].

Выводы

1. Впервые предложен комплекс методов, включающих исследование адгезии на сдвиг, толщину пленки, время твердения, тиксотропность, прочность на сжатие, позволяющий получать исчерпывающий перечень физико-механических свойств материалов для рекомендаций практикующим врачам.

2. Предложен оригинальный, адаптированный универсальный метод оценки адгезии, как наиболее значимого варианта, измерений на сдвиг, различных групп фиксирующих материалов (СИЦ, композит, цинк-фосфатный цемент) и различных видов тканей протезного ложа и конструкционных материалов (дентин зуба, металл, композит, оксид циркония).

3. В работе проиллюстрировано получение физико-механических характеристик фиксирующих материалов с использованием предложенного комплекса методов в том числе оригинального метода оценки адгезии для трех групп материалов (композит, СИЦ, цинк-фосфатный цемент) таких как: самое короткое время твердения, минимальная толщина пленки, лучшая тиксотропность и самая высокая прочность на сжатие и показатели адгезии у композиционного материала. Даны практические рекомендации для различных клинических ситуаций для достижения приемлемого риска.

В рассматриваемом исследовании, в качестве критериев для рекомендаций практикующим врачам, использованы: адгезионные свойства, риск развития вторичного кариеса, сложность применения и стоимость фиксирующего материала. Разработана соответствующая матрица приведения многокритериальной оценки к единому обобщающему выводу.

Таким образом, в настоящее время не существует «идеального» стоматологического материала для фиксации не прямых реставраций, который бы в полной мере отвечал всем требованиям, предъявляемым врачом-стоматологом. Поскольку всегда имеется вероятность и ущерб (стоимость конструкции, стоимость материалов, время), при выборе группы материала для фиксации следует учитывать все риски. Основными параметрами, определяющими качество фиксирующего материала, являются биосовместимость, механическая прочность, эстетические характеристики и легкость в использовании. В результате проведенных исследований физико-

❑ Оригинальные научные публикации

механических свойств фиксирующих материалов определено, что для снижения риска осложнений, пациентам с несъемными конструкциями зубных протезов, предпочтительно применять композиционный цемент, так как он в большей степени соответствует требованиям, предъявляемым к материалам для фиксации не прямых реставраций.

Литература

1. Гост Р51744-2001.
2. Гржибовский, А. М. Доверительные интервалы для частот и долей / А. М. Гржибовский // Экология человека. – 2008. – № 5. – С. 57–60.
3. Грютцнер, Андреас. Материалы «Дентсплай» // ДентАрт. – 2000. – №1. – С. 41–56.

4. Полонейчик, Н. М., Кронивец Н. А., Кирилова В. И. // Стоматолог. – 2010. – № 1. – С. 103–104.
5. Полонейчик, Н. М., Мышковец Н. А., Гетман Н. В. Фиксирующие материалы для несъемных зубных протезов. – Минск, 2002. – С. 4–32.
6. Попков, В. А. Стоматологическое материаловедение. – 2009. – С. 26–45, 105–121, 235–267.
7. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – М.: МедиаСфера, 2002. – 312 с.
8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика. – Минск: Высшейш. Школа, 1973. – 320 с.
9. Craig, R. G. Filling materials // Dental materials: Properties and manipulation. – 1979. – P. 135–149.
10. International standard 9917-1. – 2007. – P. 1–17.

Поступила 23.05.2018 г.