

ФГБОУ ВО СГМУ «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава РФ

Кафедра стоматологии факультета ДПО с курсом организации медицинской помощи



**Экспериментальное исследование
адгезивного соединения непрямой
реставрации с тканями зуба**

Киселев В. М. – аспирант кафедры стоматологии
факультета ДПО с курсом организации
медицинской помощи

Научный руководитель

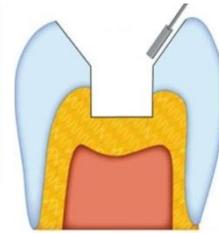
Шашмурина В.Р. – д.м.н., профессор,
зав.кафедрой стоматологии факультета ДПО с
курсом организации медицинской помощи

Проблема выбора пломбировочных материалов и техники прямой реставрации зуба при дефектах твердых тканей различной локализации является актуальной



Прочность соединения твёрдых тканей зуба с реставрацией обеспечивается

формой и размером
сформированной в зубе
полости
(механическая ретенция)



силой адгезии - выбор
адгезионной системы и
методика применения
(химическая составляющая)



физико-химическими
свойствами
реставрационного
материала
(химическая,
биомеханическая
составляющая)



формой реставрации и
обеспечением адекватной нагрузки
на нее при жевании
(биомеханическая
составляющая)

**Цель исследования: определение прогнозируемой
прочности соединения реставрационного
(пломбировочного) материала с твердыми тканями
зуба**

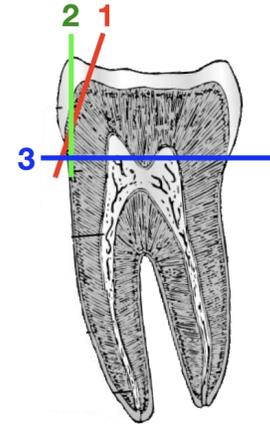
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изготовление образцов проводили в соответствии со стандартами ISO 29022:2013 Dentistry – Adhesion – Notched edge shear bond strength test и ГОСТ Р 59423-2021 (ISO 29022:2013) «Стоматология. Материалы реставрационные. Методы испытаний на сдвиг для определения прочности адгезионных соединений»



Для изготовления образцов и проведения лабораторных испытаний силы адгезии применяли:

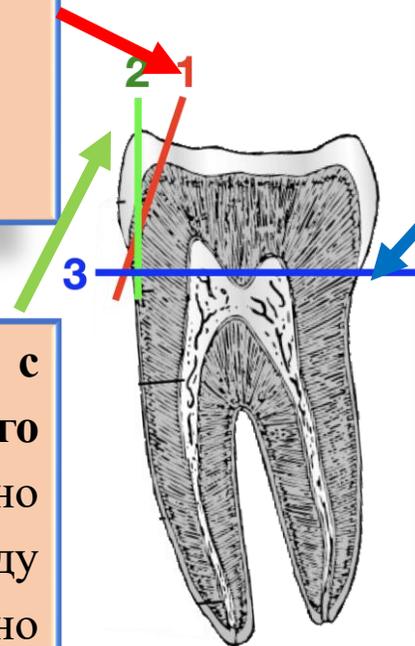
- ❖ шлифы зубов человека, удаленные по медицинским показаниям, не пораженные кариесом, не пломбированные, не подвергавшиеся эндодонтическому лечению;
- ❖ быстротвердеющую пластмассу (в качестве фиксирующего материала для изготовления блоков для проведения испытаний);
- ❖ светоотверждаемый композитный материал для прямых реставраций;
- ❖ стоматологическую светодиодную фотополимеризационную лампу с мощностью светового потока 1000 мВт/см^2



Изготавливали последовательные шлифы каждого из исследуемых зубов в соответствии с п. 4.1 стандарта ISO 29022:2013 и п. 4.1 стандарта ГОСТ Р 59423-2021

1. Шлиф в области коронкового плащевого дентина на вестибулярной поверхности зуба между экватором и жевательной поверхностью при локализации дна полости 20 - 40° относительно оси зуба

2. Вертикальный шлиф в области шейки зуба с вестибулярной поверхности в области пришеечного / корневого плащевого дентина, параллельно вертикальной оси зуба, перпендикулярно ходу дентинных канальцев (дно полости параллельно вертикальной оси зуба);



3. Горизонтальный шлиф на уровне шейки зуба, в области пришеечного / корневого плащевого дентина, перпендикулярно вертикальной оси зуба, параллельно ходу дентинных канальцев (дно полости перпендикулярно вертикальной оси зуба)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- На всю открытую поверхность дентина образца наносили **протравочный гель на основе 35% ортофосфорной кислоты**; время экспозиции – 15 с. протравочный гель тщательно смывали струей воды в течение 15 с и поверхность образца слегка подсушивали слабой струей воздуха из «пистолета» стоматологической установки в течение 3 - 5 с.

Однокомпонентный адгезив наносили на всю поверхность дентина толстым слоем с помощью одноразового аппликатора. Экспозиция – 15 с., тщательно высушивали адгезив струей воздуха до полного испарения растворителя.



При изготовлении образцов для проведения лабораторного исследования адгезивную подготовку выполняли **согласно инструкции фирмы-производителя** по применению адгезивной системы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Блок фиксировали в специальном зажимном устройстве и, используя предусмотренную стандартами ISO форму из пластмассы с отверстием диаметром $2,38 \pm 0,03$ мм, **наносили реставрационный материал Charisma Classic** слоем толщиной 2 мм, проводили **фотополимеризацию** с использованием светодиодной полимеризационной лампы в течение 20 с при мощности светового потока 1000 мВт/см^2 и удаляли пластмассовую форму

Подготовленный образец имеет форму **отвержденной композитной «таблетки»** диаметром 2,35 мм, **зафиксированной адгезивом на поверхности шлифа дентина**, площадь адгезивного соединения составила $S = 4,45 \text{ мм}^2$.



Образцы, в соответствии с требованиями стандартов ISO 29022:2013 и ГОСТ Р 59423-2021, **хранили в воде при температуре 37 ± 2 °C в течение 24 ± 2 ч** до начала проведения испытаний

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Силу адгезии определяли методом испытания на сдвиг с применением серповидного ножа в соответствии со стандартами ISO 29022:2013 и ГОСТ Р 59423-2021 с использованием испытательного аппарата UltraTester Bond Strength Testing Machine (Ultradent)



МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сразу после извлечения из воды испытуемый образец помещали в металлический зажим, установленный на станине испытательного аппарата, и центрировали относительно края серповидного ножа вплотную к поверхности шлифа зуба

Направление движения серповидного ножа при проведении испытаний на сдвиг

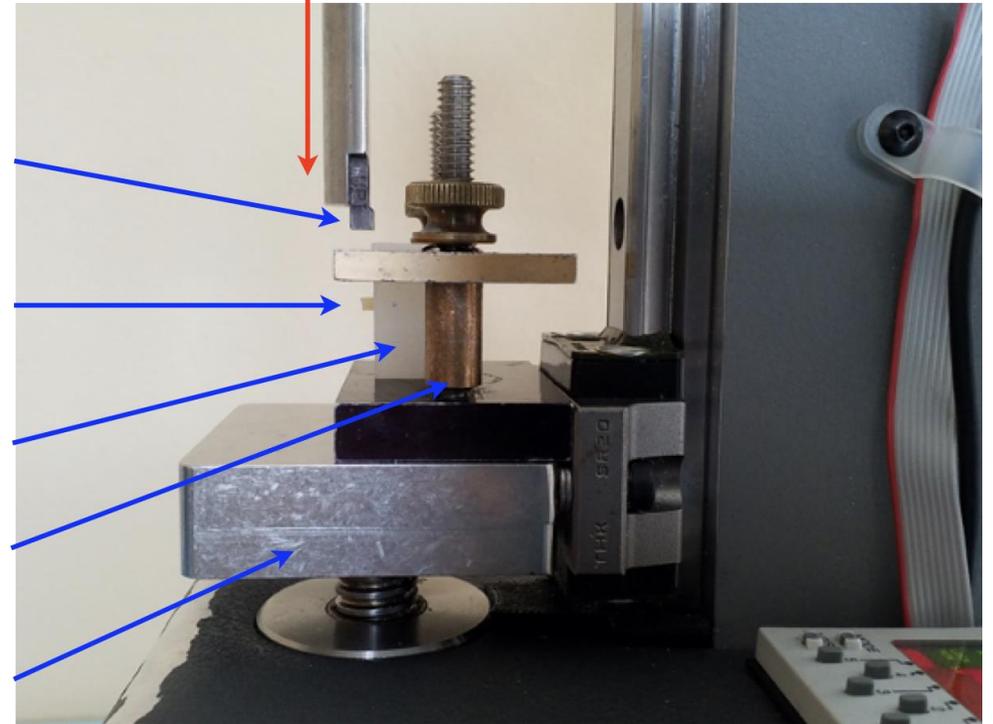
Серповидный нож на траверсе испытательного аппарата

«Таблетка» композитного материала, зафиксированная на шлифе зуба

Испытуемый образец

Металлический зажим

Станина испытательного аппарата



МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нагружали испытуемый образец при скорости движения траверсы испытательного аппарата $1,0 \pm 0,1$ мм/мин до разрушения образца, значение максимальной нагрузки (кг) перед непосредственным разрушением образца отразилось на электронном дисплее испытательного аппарата



Значение максимальной нагрузки перед непосредственным разрушением образца (кг), отраженное на электронном дисплее испытательного аппарата UltraTester Bond Strength Testing Machine (Ultradent)

Прочность адгезионного соединения (σ , МПа) вычисляли по формуле:

$$\sigma = N \times 2,2, \text{ где:}$$

- σ – прочность адгезионного соединения (МПа)
- N – значение максимальной нагрузки перед непосредственным разрушением образца (кг)
- 2,2 – коэффициент пересчета (9,80 / 4,45)



СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Проведен сравнительный анализ прочности адгезионного соединения композита и дентина зуба в зависимости от области расположения реставрации. Для сравнения использовался **Т-критерий Стюдента (T-Test, Т-критерий)**. Предварительно проведена проверка нормальности распределения сравниваемых выборок с использованием **W-критерия Шапиро-Уилка**.

Данные распределялись по закону нормального распределения, были количественными, выборки независимые. При двукратном сравнении введена поправка **Бонферрони $p < 0,025$** .



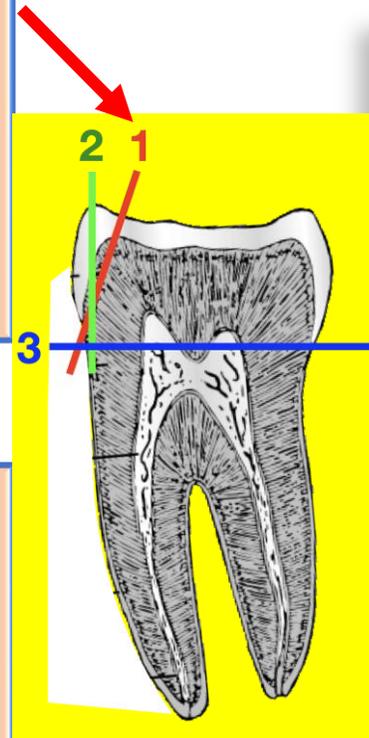
Таблица 1. Значение силы адгезии композитного материала к дентину различных участков зубов в зависимости от области расположения реставрации, полученные на последовательных шлифах зубов

№ образца	Шлиф № 1					Шлиф № 2					Шлиф № 3				
	значе ние максима	льн ой нагру зки перед непосред ственным разрушен ием	образца прочно сть адгезион ного соедине ния (МПа) максима												
1		17,5	38,5		2,7	5,9		2,1	4,6						
2		14,3	31,5		4,1	9,0		0,8	1,7						
3		16,9	37,2		5,6	12,3		1,1	2,4						
4		12,4	27,3		2,7	5,9		1,3	2,9						
5		20,3	44,7		2,8	6,2		0,7	1,5						
6		11,8	26,0		3,2	7,0		1,9	4,2						
7		14,9	32,8		2,4	5,3		1,5	3,3						
8		12,4	27,3		1,1	2,4		1,0	2,2						
9		15,6	34,3		3,5	7,7		0,7	1,5						
10		13,7	30,1		2,3	5,1		1,1	2,4						
11		18,8	41,4		4,1	9,0		1,1	2,4						
12		19,4	42,7		3,4	7,5		0,5	1,1						
13		10,9	24,0		2,9	6,4		0,8	1,7						
14		16,3	35,9		3,4	7,5		1,2	2,6						
15		18,8	41,4		2,1	4,6		0,6	1,3						
M±m		15,6±0,77	34,3±1,70		3,1±0,27	6,8±0,59		1,1±0,12	2,4±0,26						
95% ДИ		13,9 – 17,3	30,7 – 37,9		2,5 – 3,7	5,5 – 8,1		0,8 – 1,4	1,8 – 2,9						
Медиана		15,6 [12,4;16,9]	34,3		2,9	6,4		1,1	2,4						
Минимум		10,9	[27,3;37,2]		[2,4;3,4]	[5,3;7,5]		[0,7;1,1]	[1,5;2,4]						
Максимум		20,3	44,7		5,6	12,3		2,1	4,6						

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наиболее благоприятной с точки зрения прочности соединения прямой реставрации и дентина зуба из исследованных локализаций является **область коронкового плащевого дентина на вестибулярной поверхности зуба между экватором и жевательной поверхностью (шлиф 1)**, где средняя сила адгезии составила **$34,3 \pm 1,70$ МПа**

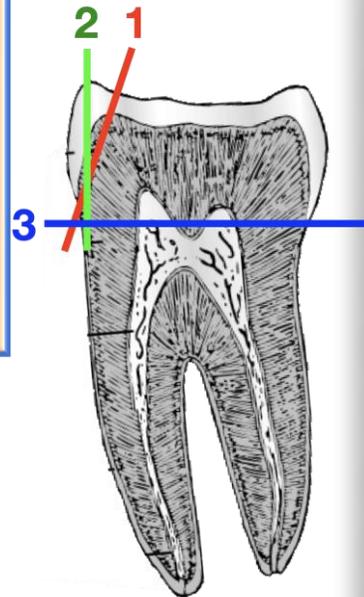
Прочность соединения прямой реставрации и дентина зуба в области шейки при локализации дна полости параллельно вертикальной оси зуба, что соответствует дну абфракционного дефекта (шлиф №2), составила **$6,8 \pm 0,59$ МПа**



На **горизонтальных шлифах** зубов на уровне анатомической шейки, в области пришеечного / корневого плащевого дентина, перпендикулярно вертикальной оси зуба и параллельно ходу дентинных канальцев (**дно полости перпендикулярно оси зуба**) сила адгезии была равна лишь **$2,4 \pm 0,26$ МПа (шлиф №3)**.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При сравнении прочности адгезионного соединения в этой области с областью шейки зуба при локализации дна полости перпендикулярно вертикальной оси зуба (шлиф №3) коэффициент Стьюдента составил $t=18,54$ ($p<0,025$). Таким образом, с высокой долей вероятности можно утверждать, что **прочность адгезионного соединения в локализации шлиф №1 выше, чем в локализации шлиф №3**



При сравнении прочности адгезионного соединения в этой области с областью шейки зуба при локализации дна полости перпендикулярно вертикальной оси зуба (шлиф №3) коэффициент Стьюдента составил $t=6,79$ ($p<0,025$). Таким образом, с высокой долей вероятности можно утверждать, что **прочность адгезионного соединения в локализации шлиф №2 выше, чем в локализации шлиф №3**

Клиническое наблюдение до и после реставрации зубов



ВЫВОД

- Прочность соединения прямой реставрации и дентина зуба зависит от локализации дефекта зуба, что является основанием для создания отдельных калькуляторов расчета прочности соединения в зависимости от локализации полости и величины нагрузки для трёх исследуемых локализаций

