

Т.А. Бруцкий-Стемповский
ДЕГРАДАЦИЯ ГИБРИДНОГО СЛОЯ ПОСЛЕ РЕСТАВРАЦИИ ЗУБОВ
КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Научный руководитель: д-р мед. наук, доц. А.В. Бутвиловский
Кафедра эндодонтии
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

T.A. Brutski-Stempkowski
HYBRID LAYER DEGRADATION AFTER TOOTH RESTORATION
WITH COMPOSITE MATERIALS

Tutor: associate professor A.V. Butvilovski
Department of Endodontics
Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. Разрушение гибридного слоя с течением времени ассоциировано с деградацией полимеров смолы, гидролизом коллагена и действием протеолитических ферментов. Включение бифункциональных мономеров смолы в качестве сшивающих агентов существенно улучшает начальное сцепление современных адгезивов.

Ключевые слова: гибридный слой, деградация, адгезия.

Resume. Hybrid layer degradation over time is associated with resin polymer breakdown, collagen hydrolysis, and the action of proteolytic enzymes. The incorporation of bifunctional resin monomers as cross-linking agents significantly enhances the initial adhesion of modern adhesives.

Keywords: hybrid layer, degradation, adhesion.

Актуальность. Адгезия в стоматологии играет ключевую роль в обеспечении долговечности и качества стоматологических реставраций. Использование адгезивных систем позволяет надёжно фиксировать композитные материалы к твердым тканям зуба, создавая прочную связь между реставрацией и зубом. Одной из главных проблем современных реставраций является деградация адгезивных систем под воздействием физиологических факторов: слюны, воды, собственных и бактериальных ферментов. Нарушение адгезии приводит к потере функциональности реставраций.

Цель: исследовать механизмы деградации гибридного слоя после реставрации зубов композиционными материалами.

Задачи:

1. Изучить механизмы адгезии композиционных материалов к тканям зуба и образования гибридного слоя.
2. Обозначить причины и рассмотреть механизмы деградации гибридного слоя.
3. Выявить наиболее эффективные методы улучшения адгезии композиционных материалов и повышения устойчивости гибридного слоя.

Материалы и методы. В ходе исследования были проанализированы литературные источники, соответствующие теме исследования. Систематизированы современные представления о механизмах адгезии, образования и деградации гибридного слоя. Представлены наиболее эффективные методы борьбы с его деградацией.

Результаты и их обсуждение. Основные адгезивные механизмы включают в себя смачивание поверхности, микроретенцию и химическое взаимодействие. Для создания прочной связи между реставрацией и тканями зуба необходимо оптимальное соотношение вкладов каждого из этих механизмов в обеспечение адгезии.

Смазанный слой – это тонкий слой, состоящий из смеси органической и неорганической массы, который образуется на поверхности дентина после препарирования и шлифовки полости. Этот слой состоит из компонентов дентина и эмали, бактерий, остатков слюны и крови, кристаллов гидроксиапатита и коллагеновых волокон. Смазанный слой препятствует надежному сцеплению адгезивных материалов с зубом.

Во время протравливания поверхности дентина кислотой смазанный слой удаляется. Вся минеральная фаза смазанного слоя и нижележащие 5 мкм минерализованного дентина растворяются, обнажая лежащую в его основе дентинную матрицу.

Пространства между коллагеновыми фибриллами служат диффузными каналами для сольватированных адгезионных мономеров, которые проникают между коллагеновыми фибриллами по направлению к основанию деминерализованного слоя коллагеновой матрицы, образуя гибридный слой.

Хроническое разрушение гибридного слоя включает в себя гидролиз и вымывание адгезивной смолы, которая проникла в деминерализованную матрицу дентина. Коллагеновая матрица обнажается и становится уязвимой для атаки протеолитических ферментов.

Гидролиз и протеолиз считаются основной причиной деградации смолы в гибридном слое, способствуя снижению прочности сцепления со временем. Протеолиз в первую очередь обусловлен особым классом эндопептидаз - матричных металлопротеиназ, разрушающих коллагеновую матрицу. Ещё одной группой протеиназ, влияющих на деградацию коллагеновых фибрилл, являются цистеиновые катепсины, ранее считавшиеся лишь вспомогательными лизосомальными элементами клеток пульпы и одонтобластов.

Нанопроницаемость создается из-за несоответствия между деминерализацией дентина и инфильтрацией адгезива. Мелкие ионы или молекулы могут диффундировать в гибридный слой без формирования заметных межфазных зазоров, что приводит к повышенной сорбции воды полимером.

За последние десятилетия был достигнут некоторый прогресс в области сохранения гибридного слоя. Для подавления гидролитической активности ферментов в настоящее время применяется ряд денатурирующих и ингибирующих агентов, таких как хлоргексидин, галардин, некоторые антибиотики и четвертичные аммониевые соли (например, бромид 12-метакрилоилоксиодецилпиридиния и хлорид бензалкония).

Применение сшивающих агентов, примером которых является 1-этил-3-(3-диметиламинопропил) карбодиимид, представляется перспективной стратегией улучшения стабильности и устойчивости к деградации структуры коллагена в деминерализованной дентинной матрице.

При биомиметической реминерализации используются нанотехнологические принципы для имитации естественной биоминерализации тканей зуба.

Выводы:

1. Гибридный слой, связанный с дентином, может не выдерживать старение и часто демонстрирует долгосрочную деградацию.
2. Разрушение гибридного слоя с течением времени ассоциировано с деградацией полимеров смолы, гидролизом коллагена и действием протеолитических ферментов.
3. Включение бифункциональных мономеров смолы в качестве сшивающих агентов существенно улучшает начальное сцепление современных адгезивов.
4. Обосновано дальнейшее совершенствование адгезивных материалов.

Литература

1. Mechanisms of degradation of the hybrid layer in adhesive dentistry and therapeutic agents to improve bond durability - A literature review / A.Frassetto, et al. / Dent. Mater. - 2015. - P.1-13.
2. From buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives. A status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology / B.V.Meerbeeka, et al. / J. Adhes. Dent. - 2020.-№ 22.-P.7–34.
3. MMP activity in the hybrid layer detected with in situ zymography / A.Mazzoni, et al. / J. Dent. Res.- 2012.-№ 91.-P.467–472.
4. Degradation and failure phenomena at the dentin bonding interface / L.S.Mokeem, I.M.Garcia, M.A.Melo / Biomedicines.-2022.-№10. -.P. 2313.