

Трансмісійний електронно-мікроскопічний аналіз мікромеханічної ретенції самопротравлювального адгезиву Futurabond M

Transmission Electron-Microscopic Analysis of Micromechanical Retention of Self-Etching Adhesive Futurabond M

Симоненко Р.В.

Національний медичний університет

ім. О.О. Богомольця, м. Київ

каф. ортопедичної стоматології

(зав. – проф. В. П. Неспрядько)

R.V. Symonenko

Резюме У дослідженні підтверджено високі показники мікромеханічної ретенції самопротравлювальної адгезивної системи Futurabond M («VOCO») з твердими тканинами зубів на основі проведення рентгенівського трансмісійного аналізу поперечних та повздожних шліфів зубів.

Summary The high efficiency of use the self-treated adhesive system Futurabond M («VOCO») is proved on practice and approved by corresponding medical tests as a result of carrying out the roentgen -transmission analysis of micromechanical retention with solid tissues of tooth.

Ключові слова самопротравлювальні адгезивні системи, рентгенівський трансмісійний аналіз, растрова електронна мікроскопія

Key words self-etching adhesive system, roentgen transmission analysis, electronic-microscope investigation

Доцільність використання однокрокових самопротравлювальних адгезивних систем обговорюється з часу їх появи на ринку. Прихильники традиційних багатокрокових адгезивних систем, які потребують тотального протравлювання, вважають, що адгезія самопротравлювальних адгезивів до емалі та дентину недостатня. Натомість ті, хто попрацював «спрощеними» адгезивами, змогли забути про проблеми, пов'язані з нанесенням ортофосфорної кислоти та постпломбувальною чутливістю, і стверджують, що тільки самопротравлювальні адгезиви здатні забезпечити високий результат з урахуванням концепції мінімальної інвазії зубів.

У пошуках істини ми провели дослідження адгезивних властивостей, застосовуючи скануючий і трансмісійний електронно-мікроскопічний аналіз мікромеханічного зчеплення однокрокової самопротравлювальної адгезивної системи фірми «VOCO» Futurabond M з твердими тканинами зуба.

Застосування однокрокових самопротравлювальних бондингових систем дає можливість розв'язати низку проблем, пов'язаних із застосуванням трикрокових і двокрокових адгезивних систем, які потребують тотального протравлювання. Основними проблемами є: колапс колагенових волокон при пересушуванні дентину, що значно зменшує міцність адгезиву та

призводить до виникнення гіперестезії; недостатній бондинг і утворення блістерів води в гібридному шарі при перезволоженні дентину [1]; невідповідність ступеня протравлювання та інфільтрації праймера з утворенням порожніх просторів (пухирців) у гібридному шарі й подальшим гідролізом колагенових волокон; багатетапність процедури, відповідно – підвищений ризик контамінації адгезивної поверхні.

Застосування самопротравлювальних адгезивів скорочує і спрощує кількість маніпуляцій. Не потрібно наносити і змивати протравлювальний гель, спрощується процедура висушування порожнини, зменшується ризик контамі-



нації слиною адгезивної поверхні. При використанні самопротравлювальних адгезивних систем одночасно відбувається демінералізація та інфільтрація смоли адгезиву в дентин, тому немає потреби у змиванні кондиціонера водою, а дифузія адгезиву в тканини зуба настільки глибока, наскільки глибоко відбувається їх демінералізація, тобто більшою мірою залежить від технологічних характеристик адгезивної системи [2, 3]. Ці переваги дають можливість з успіхом застосовувати такі адгезивні системи з усіма композитами, особливо у важкодоступних місцях, з підвищеною вологістю, у дитячій практиці.

Однак, варто відзначити, що «спрощені» адгезиви останніх поколінь, створені за концепцією «усе в одному», потребують точного дотримання технології їх використання. Порушення технологічних вимог щодо застосування матеріалу може зумовити незадовільний результат. Основним недоліком самопротравлювальних адгезивів є недостатньо тривалі клінічні спостереження. Деякі автори вказують на те, що сила зчеплення їх з емаллю і дентином менша, ніж в адгезивних систем 4–5 поколінь (особливо з емаллю). Так, за даними літератури, сила адгезії адгезивів 4-го покоління (трикрокових) становила 17–30 МПа [4], 5-го покоління (двокрокових) – 20–30 МПа [5], а різних систем 6-го покоління коливається у межах 0–35 МПа для емалі й 0–75 МПа для дентину [6]. За даними літера-

тури, змазаний шар має підвищену буферну ємність, його товщина становить від 5 до 50 мкм, що залежить від техніки препарування, виду і якості застосованого інструмента [7]. А тому важливо, щоби глибина інфільтрації адгезиву була достатньою для формування гібридного шару, тобто не менша ніж 30 мкм, щоб забезпечити високий рівень адгезії й при цьому не усувати весь змазаний шар з дентинних канальців для зменшення постпломбувальної чутливості.

Futurabond M – однокомпонентний самопротравлювальний, посилений наночастинами діоксиду кремнію бонд світлового твердіння для одержання стійкого зчеплення між твердими тканинами зуба з усіма композитами світлового твердіння, компомерами й ормокерами. До складу Futurabond M входять: органічні кислоти, UDMA, HEMA, наночастини діоксиду кремнію (SiO_2), камферхінон, аміни, ВНТ (розчинник: етанол/вода). Діоксид кремнію (нанопоповнювач) може дифундувати в міжколагеновий простір, підсилюючи структури гібридного шару, з одного боку, і імітуючи при цьому кристали гідроксиапатиту – з іншого. Ефективність цієї бонд-системи ми перевірили *in vivo* та *in vitro*. Клінічні спостереження продемонстрували 100% ретенцію реставрацій через рік і 98,5% через 2 роки, навіть в умовах підвищеної вологості. Відзначено також зменшення підвищеної чутливості зубів.

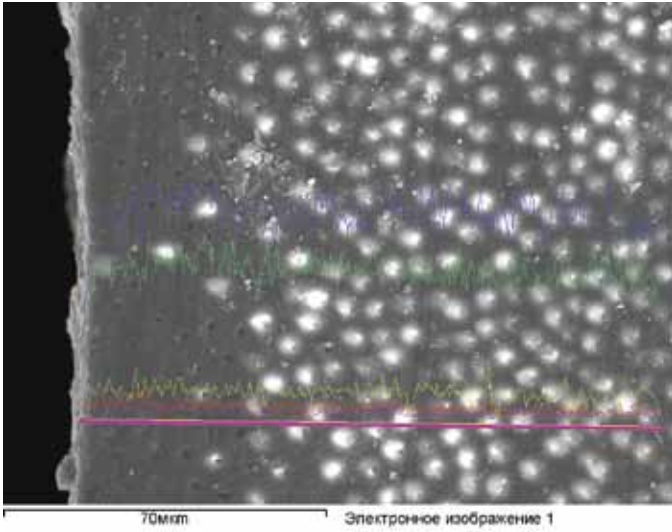
Матеріали та методи дослідження

Адгезивні властивості вивчали на матеріалі 14 зубів, видалених в осіб віком від 18 до 36 років (6 молярів, 4 премоляри, 2 ікла і 2 різці).

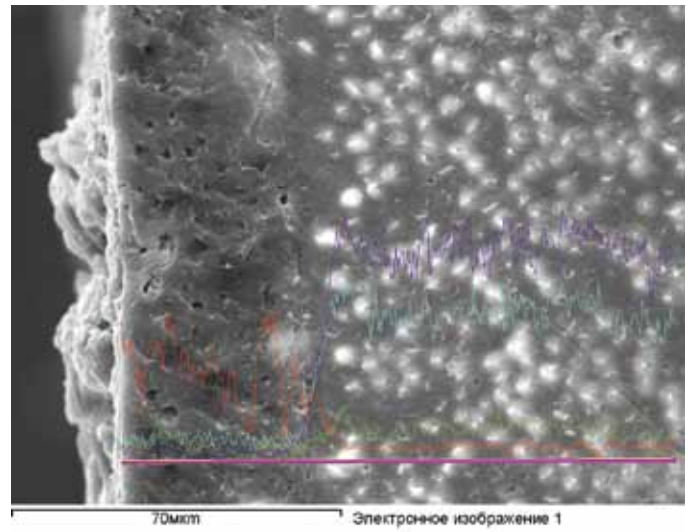
Після видалення зуби ретельно обробляли 3% розчином перекису водню, висушували повітрям. Порожнини препарували відповідно до принципів адгезивної техніки пломбування, після чого їх промивали дистильованою водою. Надлишкову вологу усували слабким струменем повітря, уникаючи пересушування дентину. Потім спеціальним аплікатором наносили Futurabond M не занадто тонким шаром на дентин і емаль, уникаючи будь-якого забруднення поверхні. Адгезив залишали на 20 секунд та підсушували дуже обережно слабким струменем повітря упродовж 5 секунд. Після цього полімеризували синім світлом протягом 10 секунд. Пломбували порожнини з урахуванням усіх технологічних вимог щодо використання композитних матеріалів фірми «VOCO»: Grandio, Amaris, Admira.

Растрові мікроскопічні дослідження проводили на трьох етапах: 1 – після препарування порожнини; 2 – після полімеризації адгезивної системи; 3 – після пломбування композитними матеріалами.

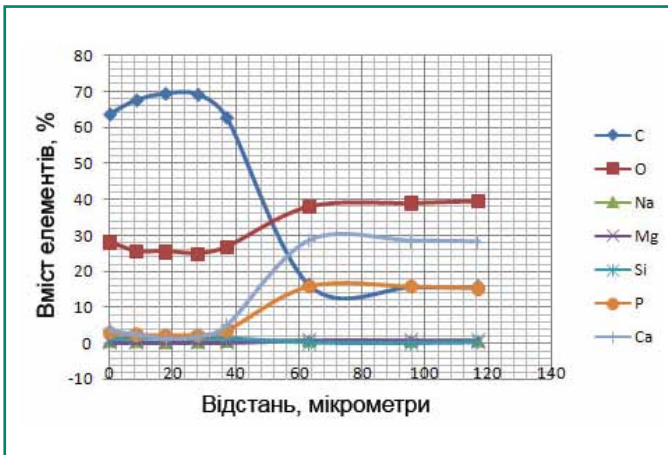
Зуб розрізали на поперечні та повздовжні пластини на верстаті для різання напівпровідникових матеріалів (модель 2405) алмазним кругом АКВР 206-



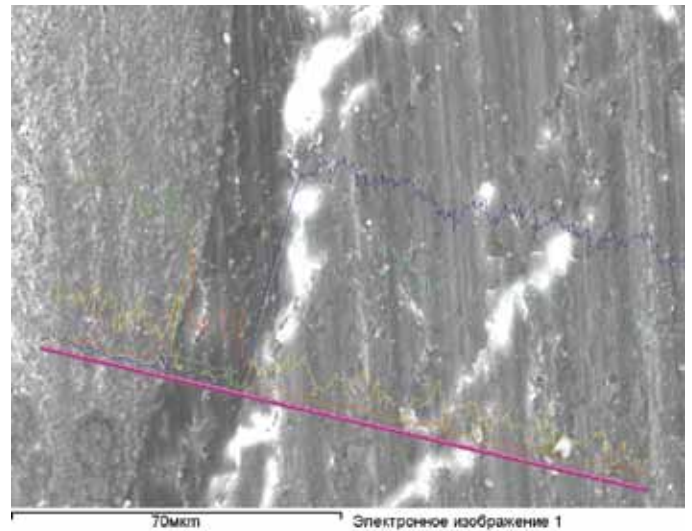
Мал. 1. Препарована каріозна порожнина. РЕМ (1000) поперечного шліфа зуба 36



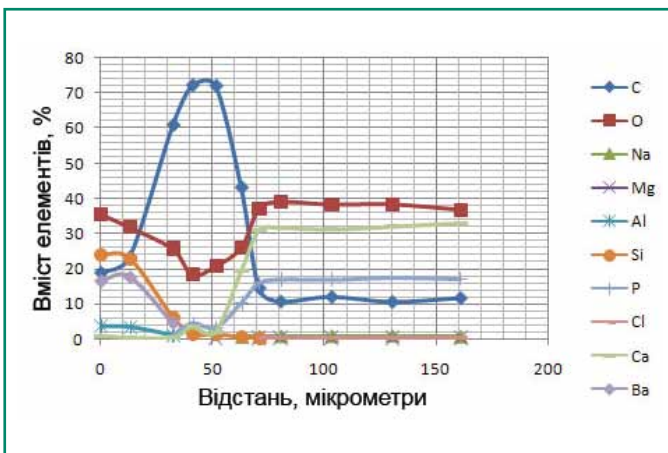
Мал. 2. Препарована каріозна порожнина після нанесення Futurabond M. РЕМ (1000) поперечного шліфа зуба 36



Мал. 3. Зміна елементного вмісту від внутрішньої поверхні зуба з нанесеним адгезивом Futurabond M



Мал. 4. Поперечний шліф зуба 46, запломбованого з використанням Futurabond M і композиту Amaris («VOCO»). РЕМ (1000)



Мал. 5. Зміна елементного вмісту від внутрішньої поверхні зуба з адгезивом Futurabond M і пломбою

83-02, швидкість обертання 3000 об./хв. При різанні використовували алмазний порошок АСК125/100 і АСК50/40, АСН 60/40. Товщина шліфів зубів становила 0,4–0,6 мм. Адгезивно-дифузійні властивості бонд-систем і локальний хімічний склад поверхонь вивчали за допомогою растрового електронного мікроскопа (РЕМ; «ZEISS EVO 50», Німеччина) з енергодисперсним аналізатором для хімічного аналізу Oxford INKA-450 (Англія). Зображення одержували у форматі 1024*768 пікселів.

Результати дослідження та їх обговорення

Структуру шліфів зубів вивчали при мікроскопічному збільшенні від $\times 100$ до $\times 2000$, що дало можливість розглянути змазаний шар, ділянки контакту адгезиву з твердими тканинами зуба і композитом, формування гібридної зони, вплив усадки композиту на рівномірність адгезивної взаємодії бондинга з дентином зуба.

Вивчення шліфів зубів з відпрепарованими порожнинами показало, що товщина змазаного шару становить від 15 до 50 мкм, це залежить від техніки препарування й абразивності інструмента (мал. 1). Після полімеризації

Futurabond M утворюється гібридна зона товщиною 40 мкм, а на його поверхні – тонка плівка затверділого адгезиву (мал. 2). Дентинні каналці міцно запечатані адгезивною системою, що повністю виключає проникнення вільного мономеру з композиту в пульпу і її подразнення.

Рентгенівський трансмісійний аналіз засвідчив зміну вмісту мікроелементів (O, Ca, C, P) на глибині 40–60 мкм від поверхні нанесеного адгезиву вглиб дентину. На цій підставі можна припустити, що Futurabond M може інфільтрувати дентинні каналці на глибину до 40–60 мкм, утворюючи гібридну зону, здатну створити дуже міцне механічне зчеплення композиту з дентином (мал. 3). Дослідження поперечних шліфів зубів, запломбованих композитами, показують, що товщина гібридної зони не змінюється, характер взаємодії бондинга з дентином також практично не порушується, тобто вплив усадки композиту на рівномірність адгезивної взаємодії бондинга з дентином зуба мінімальний (мал. 4).

Отже, при використанні Futurabond M ризик виникнення мікропідтікання з подальшою мікробною інвазією в пульпу мінімальний. Результати рентгенівського трансмісійного аналізу зміни

вмісту мікроелементів (O, Ca, C, P) показали, що виникає міцне мікромеханічне зчеплення композиту з дентином завдяки глибокому проникненню Futurabond M у дентинні каналці зі збереженням колагенових волокон, які не спалися. Товщина гібридного шару становить до 55–60 мкм (мал. 5). Така якість герметизації створює нові умови для пломбування, уможливаючи безпосереднє нанесення композиту на шар адгезиву і виключаючи застосування ізолюючих прокладок.

Отже, можемо переконано стверджувати, що завдяки самопротравлювальній адгезивній системі Futurabond M можливо досягти міцного зчеплення між твердими тканинами зуба і пломбувальним матеріалом світлового твердіння, яке можна порівняти зі зчепленням в адгезивних системах, що потребують тотального протравлювання. Це дає можливість широко застосовувати адгезивну систему Futurabond M у дитячій практиці, при лікуванні зубів з підвищеною чутливістю, у важкодоступних місцях і прищипній ділянці, не боячись завдати шкоди протравлюванням, пошкодити маргінальний край ясен, слизову оболонку, переплутати пляшечки, порушити послідовність, що заощаджує час лікаря і пацієнта.

Література

1. Kanca J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin // *Am. J. Dent.* — 1994. — Vol. 7. — P. 144—148.
2. Watanabe I. Photocure bonding agents to ground dentin // *Jpn. Dent. Mater.* — 1992. — Vol. 11. — P. 955—973.
3. Tay F. R. et al. An ultrastructural study of the influence of acidity of self etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin // *J. Adhes. Dent.* — 2000. — Vol. 17. — P. 83—98.
4. Eick J.D., Scott J.R., Chappell R.P., Cobb C.M., Spencer P. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part 3 // *Quint. Int.* — 1993. — Vol. 24. — P. 571—582.
5. Таути Б., Миара П., Нэтесон Д. Эстетическая стоматология и керамические реставрации / Б. Таути, П. Миара, Д. Нэтесон // *Высшее образование и наука.* — М., 2004. — С. 20—36.
6. Robenson T.M., Heymann H.O., Swift Jr. *Stodont's Art and Science of Operative Dentistry.* — Mosby, 2006. — P. 243—279.
7. Eick J.D., Wilko R.A., Anderson C.H. et al. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe // *J. Dent. Res.* — 1970. — Vol. 49. — P. 13591368.