

УДК 616.314 – 74:541.64

Удод О.А., Хачатурова К.М., Колосова О.В.

Донецький національний медичний університет ім. М. Горького,
каф. пропедевтичної стоматології (зав. – доц. О.А. Удод)

O.A. Udod, K.M. Khachaturova, O.V. Kolosova

Ступінь полімеризації відновлювальних матеріалів за результатами дослідження їх мікротвердості

The Degree of Polymerization of Renewable Materials on the Study of Microhardness

Резюме У статті наведені результати дослідження мікротвердості відновлювальних матеріалів світлового твердіння, полімеризацію яких проводили з використанням світлодіодного і галогенового фотополімеризаторів, в різні терміни після світлового впливу. Доведено, що у разі роботи з компомером доцільним є використання світлодіодного фотополімеризатора.

Summary In the article the results of the study of microhardness of restoration materials light-cured, are given. Their polymerization was carried out using the LED and halogen light curing lamps, at different times after light exposure. It is proved that during working with compomers it is advisable to use LED light curing lamp.

Ключові слова матеріали світлового твердіння, полімеризація, мікротвердість, світлодіодний та галогеновий фотополімеризатори

Key words light-curing composite materials, compomers, microhardness, LED and halogen light curing lamps

Для полімеризації відновлювальних матеріалів, що твердіють під впливом світла, у стоматологічній практиці широко застосовують два види фотополімеризаторів. У галогенових фотополімеризаторах джерело світлового потоку випромінює світло довжиною хвилі від 450 до 500 нм, у LED-фотополімеризаторів світлодіоди генерують світловий потік з дещо звуженою довжиною хвилі – від 460 до 470 нм [1, 2, 3]. Останні відрізняються вищою, порівняно з галогеновими, інтенсивністю світлового потоку і відсутністю інфрачервоного випромінювання.

Як відомо, ступінь полімеризації будь-якого відновлювального матеріалу значною мірою визначає якість реставрації зубів [4]. Одним з показників ступеня полімеризації прийнято вважати мікротвердість – здатність матеріалу протидіяти механічному проникненню в нього інших тіл. Найбільше застосування у лабораторних дослідженнях з стоматологічного матеріалознавства тепер отримав метод вдавлення [4, 5]. Метою даного дослідження було визначення мікротвердості матеріалів,

що твердіють під впливом світла, у разі використання світлодіодного і галогенового фотополімеризаторів, у різні терміни після світлового впливу.

Матеріали та методи дослідження

Під час лабораторного дослідження використовували мікротвердометр ПМТ-3, що складається з мікроскопа з збільшенням $\times 480$, алмазної піраміди з навантажувальним механізмом і предметного столика [6]. За допомогою рознімної форми готували по 20 циліндричних зразків досліджуваних матеріалів діаметром 4 мм, висотою 3 мм. Вимірювання мікротвердості матеріалу проводили у 5 ділянках поверхні зразка на глибині 0,5 мм, 1,0 мм, 1,5 мм, 2 мм, 2,5 мм. Всі зразки були розподілені на чотири групи. До I групи увійшли зразки, виготовлені з компомера Dyract Extra, «Dentsply», колір АЗ, які полімеризували світловим потоком світлодіодного фотополімеризатора Poliled, «Faro», з інтенсивністю 1580 мВт/см^2 ; у II групі зразки були виготовлені з мікрогібридного універсального фотоком-

позитного матеріалу (ФКМ) Charisma, «Heraeus Kulzer», колір АЗ, з полімеризацією світловим потоком цього ж фотополімеризатора; до III групи увійшли зразки компомера Dyract Extra, «Dentsply», на які впливали галогеновим фотополімеризатором Translux EC, «Heraeus Kulzer», з інтенсивністю світлового потоку 865 мВт/см^2 ; до IV групи увійшли зразки ФКМ Charisma, «Heraeus Kulzer», які тверділи під впливом світлового потоку того ж галогенового фотополімеризатора. Показники мікротвердості зразків кожного матеріалу визначали через 1 та 24 години після полімеризації.

Результати дослідження та їх обговорення

У результаті дослідження встановлено, що мікротвердість зразків компомера Dyract Extra, «Dentsply», які становили I групу, на глибині 0,5 мм через 1 годину після впливу світловим потоком світлодіодного фотополімеризатора ($35,15 \pm 0,47 \text{ кг/мм}^2$) невірогідно ($p > 0,05$) відрізняється від показника на глибині 1,0 мм ($34,78 \pm 0,39 \text{ кг/мм}^2$), проте високовірогід-

но ($p < 0,05$) відрізняється від мікротвердості на глибині 1,5 мм ($32,25 \pm 0,65$ кг/мм²) (табл. 1). На глибині 2,5 мм через 1 годину після впливу світловим потоком світлодіодного фотополімеризатора зафіксована найнижча мікротвердість зразків компомера у всьому дослідженні – $28,54 \pm 0,17$ кг/мм².

Аналогічна тенденція простежується і при аналізі показників мікротвердості зразків ФКМ Charisma, «Heraeus Kulzer», що становили II групу, через 1 годину після опромінення світловим потоком того ж фотополімеризатора, з тією лише різницею, що тільки два показники різняться невірогідно: мікротвердість на глибині дослідження 1,0 мм ($37,45 \pm 0,26$ кг/мм²) невірогідно ($p > 0,05$) вище мікротвердості на глибині 1,5 мм ($36,10 \pm 0,22$ кг/мм²). Усі інші показники мікротвердості зразків цього матеріалу на різній глибині вірогідно ($p < 0,05$) відрізняються один від одного.

Також вірогідними ($p < 0,05$) є відмінності показників мікротвердості зразків III групи (зразки компомера, що тверділи під впливом світлового потоку галогенового фотополімеризатора) на різній глибині. Загалом, підтвердилася тенденція поступового зменшення мікротвердості зі збільшенням глибини її визначення, але найбільшим зниження показників було на рівні зрізу 1,0 мм ($33,15 \pm 0,21$ кг/мм²), 1,5 мм ($30,46 \pm 0,22$ кг/мм²) та 2,0 мм ($28,55 \pm 0,78$ кг/мм²).

Щодо зразків ФКМ, які увійшли до IV групи, то значним зменшення мікротвердості було від $35,47 \pm 0,49$ кг/мм² на глибині 1,5 мм до $33,90 \pm 0,57$ кг/мм² на глибині 2,0 мм та далі до $30,30 \pm 0,56$ кг/мм² на глибині дослідження 2,5 мм. Зазначимо, що і у наведених, і у всіх інших випадках порівняння показники мікротвердості зразків цієї групи вірогідно ($p < 0,05$) відрізняються один від одного.

Аналіз результатів вивчення мікротвердості зразків компомера, які полімеризували за допомогою різних джерел світлового потоку, виявив, що ці показники систематично є вірогідно ($p < 0,05$) вищими у разі викори-

стання світлодіодного фотополімеризатора, за винятком мікротвердості на глибині зрізу 0,5 мм. Стосовно мікротвердості зразків ФКМ Charisma, «Heraeus Kulzer», то за впливу на них світловим потоком світлодіодного фотополімеризатора на глибині 0,5, 1,0 і 1,5 мм вона вірогідно ($p < 0,05$) вище мікротвердості зразків, полімеризованих за допомогою галогенового джерела світлового потоку на тій самій глибині. На глибині зрізу 2,0 і 2,5 мм ці показники відрізняються один від одного невірогідно ($p > 0,05$). Через 24 години після твердіння мікротвердість зразків матеріалів кожної групи на відповідній глибині була, природно, вірогідно ($p < 0,05$) вищою, ніж через 1 годину (табл. 2).

Аналізуючи отримані результати, зазначимо, що показники мікротвердості в зразках компомера, полімеризованих за допомогою світлодіодного фотополімеризатора, на глибині 0,5 мм ($49,29 \pm 0,72$ кг/мм²) були вірогідно ($p < 0,05$) вище таких у зразках компомера, полімеризованих галогеновим джерелом світлового потоку ($47,05 \pm 0,29$ кг/мм²). Дослідження мікротвердості в зразках цього ж матеріалу на наступній глибині (1,0 мм) показало невірогідні відмінності отриманих показників від наведених вище, відповідних за джерелом світла. У той же час виявлені вірогідні ($p < 0,05$) відмінності мікротвердості зразків, які тверділи під впливом світлового потоку світлодіодного ($48,14 \pm 0,39$ кг/мм²) і галогенового ($46,15 \pm 0,48$ кг/мм²) фотополімеризаторів. На глибині 1,5 мм закономірність повторилася: показники мікротвердості зразків компомера, опромінені світловим потоком світлодіодного фотополімеризатора ($46,58 \pm 0,14$ кг/мм²), виявилися вірогідно ($p < 0,05$) вищими за показники мікротвердості цього ж матеріалу, але після впливу світлового потоку галогенового фотополімеризатора ($44,85 \pm 0,37$ кг/мм²).

У випадку дослідження зразків компомера на останній з наведених глибині вірогідно ($p < 0,05$) більшими були значення мікротвердості також у зразках, полімеризованих світлоді-

одним фотополімеризатором, порівняно з мікротвердістю цього ж матеріалу після впливу галогенового фотополімеризатора – $44,48 \pm 0,39$ кг/мм² і $41,14 \pm 0,55$ кг/мм², відповідно. Ще раз підкреслимо, що при цьому на глибині 0,5 і 1,0 мм у зразках компомера після впливу світловим потоком світлодіодного фотополімеризатора показники мікротвердості розрізняються невірогідно ($p > 0,05$). У цих же зразках на глибині 1,5 мм мікротвердість вірогідно більша, ніж на глибині 2,0 мм. Така ж тенденція простежується і в зразках компомера з галогеновим джерелом світла для полімеризації.

Оцінюючи показники мікротвердості в зразках ФКМ, відзначимо, що на глибині 0,5 мм мікротвердість за дії світлодіодного фотополімеризатора вірогідно ($p < 0,05$) вище мікротвердості цього ж матеріалу, але після впливу галогенового фотополімеризатора.

Така ж закономірність повторюється і у дослідженні на глибині 1,0 мм – $51,97 \pm 0,28$ кг/мм², та $49,51 \pm 0,49$ кг/мм², відповідно ($p < 0,05$). Але у зразках ФКМ, полімеризованих світловим потоком світлодіодного фотополімеризатора, на глибині 0,5 мм ($52,85 \pm 0,35$ кг/мм²) і 1,0 мм ($51,97 \pm 0,28$ кг/мм²) показники мікротвердості розрізняються невірогідно ($p > 0,05$).

Досліджуючи показники мікротвердості цього ж матеріалу на глибині 1,5 мм і 2,0 мм, зазначимо, що після впливу світлового потоку світлодіодного фотополімеризатора показники мікротвердості ($50,11 \pm 0,44$ кг/мм² та $48,64 \pm 0,39$ кг/мм²) вірогідно ($p < 0,05$) вище таких у разі дії на зразки галогенового світлового потоку ($48,52 \pm 0,41$ кг/мм² та $47,10 \pm 0,52$ кг/мм², відповідно). Не виявлено вірогідних відмінностей між показниками мікротвердості у зразках ФКМ з світлодіодним варіантом полімеризації на глибині 1,5 мм ($50,11 \pm 0,44$ кг/мм²) і 2,0 мм ($48,64 \pm 0,39$ кг/мм²). При порівнянні показників мікротвердості на тих самих зрізах, але після впливу галогеновим фотополімеризатором, вірогідно відмінності також були відсутні ($p > 0,05$).

Глибина зрізу, мм	Група			
	I	II	III	IV
0,5	$35,15 \pm 0,47$	$38,15 \pm 0,35$	$34,45 \pm 0,68$	$37,45 \pm 0,45$
1,0	$34,78 \pm 0,39$	$37,45 \pm 0,26$	$33,15 \pm 0,21$	$36,45 \pm 0,32$
1,5	$32,25 \pm 0,65$	$36,10 \pm 0,22$	$30,46 \pm 0,84$	$35,47 \pm 0,49$
2,0	$30,48 \pm 0,47$	$32,28 \pm 0,39$	$28,55 \pm 0,78$	$33,90 \pm 0,57$
2,5	$28,54 \pm 0,17$	$30,18 \pm 0,45$	$27,35 \pm 0,11$	$30,30 \pm 0,56$

Таблиця 1. Мікротвердість зразків матеріалів, що твердіють під впливом світла, на різній глибині через 1 годину після світлової дії, кг/мм²

Таблиця 2. Мікротвердість зразків матеріалів, що твердіють під впливом світла, на різній глибині через 24 години після світлової дії, кг/мм²

Глибина зрізу, мм	Група			
	I	II	III	IV
0,5	49,29±0,72	52,85±0,35	47,05±0,29	50,25±0,57
1,0	48,14±0,39	51,97±0,28	46,15±0,48	49,51±0,49
1,5	46,58±0,14	50,11±0,44	44,85±0,37	48,52±0,41
2,0	45,15±0,69	48,64±0,39	42,68±0,41	47,10±0,52
2,5	44,48±0,39	46,48±0,25	41,14±0,55	46,52±0,46

На максимальній глибині дослідження зразків ФКМ з полімеризацією їх світловими потоками світлодіодного та галогенового фотополімеризаторів ситуація щодо невірогідності різниці була такою самою – 46,48 ± 0,25 кг/мм² і 46,52 ± 0,46 кг/мм², відповідно (p>0,05). Натомість показник мікротвердості у зразках ФКМ, які полімеризовані світловим потоком світлодіодного фотополімеризатора, на глибині 2,0 мм (48,64 ± 0,39 кг/мм²) на цей раз вірогідно (p<0,05) відрізнявся від показника, отриманого на глибині 2,5 мм (46,48 ± 0,25 кг/мм²). Таке порівняння показників щодо зразків з полімеризацією галогеновим джерелом світло-

вого потоку (47,10 ± 0,52 кг/мм² та 46,52 ± 0,46 кг/мм²) показало їх невірогідну (p>0,05) відмінність.

Висновки

Мікротвердість відновлювальних матеріалів світлового твердіння, а, відповідно, і ступінь полімеризації, тим більші, чим ближче джерело світлового потоку до поверхні дослідження матеріалу. Протягом доби, незалежно від джерела світлового потоку, який застосовано для ініціації полімеризації, мікротвердість досліджуваних матеріалів значно зростає. В усі терміни дослідження показники мікротвердості ФКМ вище таких ком-

померів. У той же час отримані результати свідчать про те, що мікротвердість зразків компомера, які тверділи під впливом світлового потоку світлодіодного фотополімеризатора, на різній глибині дослідження, як правило, вірогідно (p<0,05) вище мікротвердості зразків цього ж матеріалу, які полімеризували світловим потоком галогенового фотополімеризатора. Саме тому під час роботи з компомером перевагу слід віддавати світлодіодним фотополімеризаторам. У разі використання фотокомполімеризатора застосування такого фотополімеризатора є доцільним лише у випадку, якщо товщина порції матеріалу не перевищує 2,0 мм.

Література

1. Алямовский В.В. Техническая характеристика устройств для фотополимеризации пломбировочных материалов / В.В. Алямовский // Стоматолог. – 2002. – №1. – С. 13-15.
2. Грютцнер А. СмартЛайт ПС – фотополимеризационная лампа на светодиодах в стиле ручки / Андреас Грютцнер // ДентАрт. – 2005. – №1. – С. 41– 49.
3. Светодиодный фотополимеризатор второго поколения UltraLume LED II (производство компании «Ultradent», США) // Дентальные технологии. – 2002. – №4. – С. 21 – 23.
4. Борисенко А. В. Композиционные пломбировочные и облицовочные материалы в стоматологии / А. В. Борисенко, В. П. Неспрядько. – М. : Книга плюс, 2002. – 224 с
5. Опанасюк Ю.В. Зміна мікротвердості конструктивних стоматологічних матеріалів у залежності від методу виготовлення / Ю.В. Опанасюк, О.В. Шутак // Український журнал медичної техніки і технології. – 1999. – №1. – С. 47 – 48.
6. Ремизов С.М. Микромеханические характеристики реставрационных стоматологических материалов, эмали и дентина зубов человека / С.М. Ремизов, В.Н.Скворцов // Стоматология. – 2001. – №4. – С. 28–30.