

Ізай Мілан Ернестович,

*старший викладач кафедри дитячої стоматології,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0001-5636-9614
м. Ужгород, Україна*

Мочалов Юрій Олександрович,

*доктор медичних наук, професор,
професор кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0002-5654-1725
м. Ужгород, Україна*

Ступницька Олена Миколаївна,

*кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри стоматології,
Національний університет охорони здоров'я імені П.Л. Шупика
ORCID ID: 0000-0001-5461-2692
м. Київ, Україна*

Куліш Андрій Сергійович

*аспірант кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0009-0006-0045-1145
м. Ужгород, Україна*

Дослідження кислотності стоматологічних самопротруювальних самоадгезивних композитних цементів подвійного тверднення для фіксації та корових реставрацій

Вступ. Сучасні стоматологічні композитні цементи для фіксації ортопедичних конструкцій, які володіють самоадгезивними властивостями, набувають все більшої популярності. Вивчення показників кислотності (як непрямой ознаки агресивності цементу) та нейтралізації кислих компонентів в ході полімеризації є актуальним питанням у розвитку та вдосконаленні композитних цементів подвійного механізму тверднення.

Методологія та методи дослідження. Мета роботи – дослідити відносний рівень кислотності компонентів у ряду самопротруювальних самоадгезивних композитних цементів подвійного тверднення для фіксації ортопедичних конструкцій та корових реставрацій зубів. Було досліджено рівень кислотності матеріалів «Breeze», «Relyx U200», «Maxcem Elite», «Totalcem», «GC-Cem-ONE», «Nova Resin Cement» та «Prolink Cem Plus». Використовували лакмусовий папір. Результати кольорової реакції сканували, аналіз рівня кислотності порівнювали у фоторедакторі «GIMP 4.0». Результати оцінювали із застосуванням тестів порівняльної статистики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати дослідження показали, найменші значення pH (а відповідно й вища кислотність) була у матеріалів «Breeze» (pH=2,20±0,92; M=2,50), «Maxcem Elite» (pH=2,30±0,82; M=2,50) та «RelyX U200» (pH=2,50±0,53). Середній рівень кислотності був у матеріалів «G-Cem-One» та «Nova Resin Cement», значення pH у яких були однакові – 3,20±0,42 (M=3,00). Низький рівень кислотності було встановлено у матеріалів «Prolink Cem Plus» (pH=3,80±0,79; M=4,00) і «Totalcem» (pH=5,2±0,79; M=5,00). Отримані результати дозволяють прийти до висновку щодо потенційно більш ефективного протруювання твердих тканин зубів при застосуванні матеріалів «Breeze», «Maxcem Elite» та «RelyX U200». Відповідно, у таких випадках можна очікувати на відносно вищу силу адгезії до тканин зуба при остаточній полімеризації матеріалу.

Висновки. Самопротруювальні самоадгезивні стоматологічні композитні цементи подвійного тверднення для фіксації є медичними виробами, які потребують подальшого удосконалення та доопрацювання для покращення їх адгезивних властивостей, фізико-механічних характеристик та підвищення тривалості функціонування.

Ключові слова: стоматологія, композитні матеріали, фіксація, адгезія, кислотність.

Izay Milan Ernestovych, Senior Lecturer at the Department of Pediatric Dentistry, Uzhhorod National University, ORCID ID: 0000-0001-5636-9614, Uzhhorod, Ukraine

Mochalov Iurii Oleksandrovych, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor at the Department of Surgical Dentistry and Clinical Disciplines, Uzhhorod National University, ORCID ID: 0000-0002-5654-1725, Uzhhorod, Ukraine

Stupnitska Olena Mykolaivna, Candidate of Medical Sciences, Associated Professor at the Department of Dentistry, National University of Health Care named by P. L. Shupik, ORCID ID: 0000-0001-5461-2692, Kyiv, Ukraine

Kulich Andrii Serhiiiovych, PhD Student at the Department of Surgical Dentistry and Clinical Subjects, Uzhhorod National University, ORCID ID: 0009-0006-0045-1145, Uzhhorod, Ukraine

Study of the acidity of dental self-etching self-adhesive dual-cure composite cements for fixation and core restorations

Introduction. Modern composite resin cements for luting of dentures, which have self-adhesive properties, are gaining more and more popularity. The study of acidity indicators (as an indirect sign of the aggressiveness of cement) and the neutralization of acidic components during polymerization is an urgent issue in the development and improvement of dental composite cements of the dual-cure polymerization mechanism.

Research methodology and methods. The purpose of the work is to investigate the relative level of acidity of the components in a series of self-etching self-adhesive dual-cure composite cements for luting of orthopedic structures and core teeth restorations. The acidity level of the materials «Breeze», «Relyx U200», «Maxcem Elite», «Totalcem», «GC-Cem-ONE», «Nova Resin Cement» and «Prolink Cem Plus» was investigated. The universal indicator paper was used. The results of the color reaction were scanned; the analysis of the acidity level was compared in the GIMP 4.0 photo editor. The results were evaluated using comparative statistics tests.

Presentation of the main research material. The results of the study showed that the lowest pH values (and, accordingly, the highest acidity) were found in the materials «Breeze» ($\text{pH}=2.20\pm 0.92$; $M=2.50$), «Maxcem Elite» ($\text{pH}=2.30\pm 0.82$; $M=2.50$) and «RelyX U200» ($\text{pH}=2.50\pm 0.53$). The average level of acidity was in the materials «G-Cem-One» and «Nova Resin Cement», the pH values of which were the same – 3.20 ± 0.42 ($M=3.00$). A low level of acidity was found in the materials «Prolink Cem Plus» ($\text{pH}=3.80\pm 0.79$; $M=4.00$) and «Totalcem» ($\text{pH}=5.2\pm 0.79$; $M=5.00$). The obtained results allow us to come to a conclusion about potentially more effective etching of hard tooth tissues when using the materials «Breeze», «Maxcem Elite» and «RelyX U200». Accordingly, in such cases, one can expect a relatively higher strength of adhesion to tooth tissues during the final polymerization of the material.

Conclusions. Self-etching self-adhesive dual-cure dental composite cements for luting are medical products that require further improvement and refinement to improve their adhesive properties, physical and mechanical characteristics, and increase the duration of survive.

Key words: dentistry, composite materials, fixation, adhesion, acidity.

Вступ. Сучасні композитні цементи для фіксації ортопедичних конструкцій, які володіють самоадгезивними властивостями, набувають все більшої популярності серед стоматологів-практиків. Причиною цього визнають спрощення процедури фіксації ортопедичних конструкцій або внутрішньоканальних штифтів та зниження післяопераційної чутливості вітальних зубів. Такі композитні цементи не потребують додаткової обробки та кондиціонування поверхні опорного зуба перед процедурою цементування, що скорочує кількість операційних етапів. Сьогодні така категорія поліметакрилатних цементів, особливо з подвійним механізмом тверднення, стала доступна на стоматологічному ринку від багатьох виробників і є матеріалом вибору для багатьох клініцистів [1, 2].

Самоадгезивні цементи для фіксації ортопедичних конструкцій та корових реставрацій у своєму складі містять метакрилатні мономерні з модифікованим кислотними функціональними групами, які викликають демінералізацію та інфільтрацію твердих тканин зуба, що призводить до розвитку мікромеханічного зв'язку (зчеплення) між цементом та зубом після полімеризації *in situ*. При такому процесі кислотні групи модифікованого мономера взаємодіють з кристалами кальцій-гідроксиапатиту, що призводить до виникнення хімічних зв'язків композитного цементу із зубом. За наявності таких переваг та подвійного механізму тверднення, процеси полімеризації таких матеріалів та розвиток їх адгезії до тканин передбачають наявність складних динамічних механізмів. Але при цьому основні неорганічні наповнювачі, які представлені частинками фторо-алюмініє-силікатного скла, в самоадгезивних композитних цементах самі реагують з функціональними кислотними групами мономерів, що призводить до нейтралізації [3, 4].

Основна реакція тверднення у таких матеріалів перебігає шляхом вільнорадикальної полімеризації, яка ініціюється видимим світлом відповідної довжини хвилі (синій спектр) та окислювально-відновною сис-

темою, що надає матеріалу можливість затверднути в кислому середовищі. Наявність такої динамічної реакційної системи у складі, переважання способу полімеризації, реакції нейтралізації pH матеріалу – все це може істотно впливати на властивості самоадгезивних композитних цементів. Загалом, рівень конверсії композиту при подвійному способі полімеризації є вищим, ніж при чисто хімічному способі, і рівень різниці за даними різних дослідників становить від 11,0 до 79,0%. Хімічний механізм тверднення виступає «рятівником» при полімеризації матеріалу в зонах, куди не може проникнути світло від фотополімеризатора. Але хімічний механізм ініціації тверднення є реактивно активнішим і може взаємно впливати на реакції демінералізації гідроксиапатиту зуба та нейтралізації кислотних активних реакційних груп органічного компоненту матеріалу [5, 6].

На сьогодні встановлено, що рівень кислотності та швидкість її нейтралізації у самоадгезивних композитних цементів відіграє важливу роль в розвитку ранньої та віддаленої механічної стабільності матеріалу. Встановлено, якщо у самоадгезивного композитного цементу нейтралізація кислотності у суміші настає швидше, то такі матеріали є більш стабільними при дослідженні міцності на вигин (після стандартної процедури термоцикування). Окрім використання спеціальних змішувальних насадок для фіксаційних композитних цементів подвійного механізму тверднення, у яких дві пасти матеріалу змішуються безпосередньо в носіку перед потраплянням на поверхню зуба чи фіксованої ортопедичної конструкції, для прискорення нейтралізації кислотних функціональних груп матеріалу та розвитку адгезії, важливим є швидкий контакт замішаного матеріалу із гідроксиапатитом твердих тканин зуба. Тому можна припустити, що в клінічних умовах, якщо на фіксованих поверхнях немає гідроксиапатиту, процеси полімеризації цементу, нейтралізації кислотних активних груп та розвиток адгезії до поверхонь – перебігають дещо іншим чином. Тобто можна твердити, що

і хімічні реакції активації матеріалу, і взаємодія з гідроксиапатитом твердих тканин зуба і процес полімеризації залежать від агресивності композитних цементів подвійного механізму тверднення, що визначається складом та концентраціями функціональних мономерів в органічному компоненті. Таким чином, функціональна й кислотна взаємодія активного мономера, неорганічного композитного матеріалу та твердих тканин зуба визначають глибину демінералізації поверхні зуба та можливість проникнення цементу в шари демінералізованого дентину [3, 7, 8].

Також відомо, що самопротруювальні самоадгезивні композитні цементі подвійного механізму тверднення з різною агресивністю можуть демонструвати різну полімеризаційну «поведінку». Сама технологія таких матеріалів є складною, оскільки необхідно забезпечити реакцію полімеризації компонентів у кислому середовищі без втручання в кінцеве перетворення компонентів. Тому вивчення показників кислотності (як непрямой ознаки агресивності цементу) та нейтралізації кислотних компонентів в ході полімеризації є актуальним питанням у розвитку та удосконаленні стоматологічних композитних цементів подвійного механізму тверднення, які застосовують для фіксації стоматологічних ортопедичних конструкцій, внутрішньоканального армування зубів та їх корових реставрацій [9-12].

Методологія та методи дослідження. *Мета роботи* – дослідити відносний рівень кислотності компонентів у ряду стоматологічних самопротруювальних самоадгезивних композитних цементів подвійного тверднення для фіксації та корових реставрацій зубів.

Матеріали та методи дослідження. Було використано наступні композитні самопротруювальні самоадгезивні цементі подвійного тверднення: «Breeze» («Pentron», USA), «Relyx U200» («3M ESPE», USA-Germany), «Maxcem Elite» («Kerr Dental», USA), «Totalcem» («Itena», France), «GC-Cem-ONE» («GC», USA), «Nova Resin Cement» («Imicryl Dental», Turkey) та «Prolink Cem Plus» («Silmet», Israel). На початку

дослідження визначали кислотну реакцію кожної з паст вибраних матеріалів за допомогою індикаторного методу. Для цього на маленький фрагмент універсального індикаторного (лакмусового) паперу «Universal indicator paper PH test 1-14» («Kelilong Electron», China) наносили малу краплю пасти (діаметр 2,0-3,0 мм) та додатково зволожували папір з матеріалом 30 мкл бі-дистильованої води, аби реакція перебігала більш наочно. Кислу пасту визначали за зміною кольору паперу по периферії нанесеної маси в діапазоні від помаранчевого до темно-червоного, і подальші дослідження проводили вже з цією пастою. Для цього відрізали по 10 фрагментів індикаторного паперу, на які наносили по краплі кислотої пасти та зволожували бі-дистильованою водою за вищевказаною методикою. Аналіз результатів реакції виконували через 5 хв візуально, порівнюючи зі стандартним кольоровим додатком до паперу із визначеним виробником рівнем рН для кожного з кольорів. Для стандартизації аналізу результатів відпрацьовані фрагменти індикаторного паперу фіксували на лист офісного паперу та сканували (рис. 1). Надалі аналіз подібності кольору прореагованого паперу до колірної градації виробника проводили у фоторедакторі «GIMP 4.0». Результати було проаналізовано із застосуванням методів описової та порівняльної статистики. Для цієї частини роботи було використано комп'ютерні програми «Microsoft Excel 2016» та «Biostat LE». При розрахунку рівня вірогідності критеріїв порівняльної статистики було прийнято значення $p=0,05$. Було розраховано й порівняно наступні критерії порівняльної статистики: ANOVA, Scheffe, Tukey HSD, Tukey B, Neuman-Keuls, Bonferoni, Fisher LSD та тест Dunnett.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати дослідження показали, що досліджені цементі подвійного тверднення мали різний рівень кислотності активного компонента, що відповідно може впливати на процеси розвитку адгезії до твердих тканин зуба та на полімеризацію матеріалу після



Рис. 1. Визначення рН неpolімеризованого композитного цементу «Maxcem Elite» («Kerr Dental», USA) за допомогою універсального індикаторного паперу

його активації. Найменші значення рН (вища кислотність) були в матеріалів «Breeze» (рН=2,20±0,92; М=2,50), «Maxcem Elite» (рН=2,30±0,82; М=2,50) та «RelyX U200» (рН=2,50±0,53), як то можна побачити у таблиці 1. Середній рівень кислотності спостерігався

у матеріалів «G-Cem-One» та «Nova Resin Cement», значення рН у яких були однакові – 3,20±0,42 (М=3,00). Та низький рівень кислотності було встановлено у матеріалів «Prolink Cem Plus» (рН=3,80±0,79; М=4,00) та у «Totalcem» (рН=5,2±0,79; М=5,00).

Таблиця 1

Результати вимірювання відносного рівня кислотності (рН) стоматологічних самопротруювальних самоадгезивних композитних цементів подвійного тверднення для фіксації

Матеріал	LOT	M±m	Median	Min	Max
Breeze	A164650	2,2±0,92	2,50	1,00	3,00
G-Cem-One	2308181	3,2±0,42	3,00	3,00	4,00
Maxcem Elite	9931214	2,3±0,82	2,50	1,00	3,00
Nova Resin Cement	1783	3,2±0,42	3,00	3,00	4,00
Prolink Cem Plus	CP15A770083	3,8±0,79	4,00	3,00	5,00
RelyX U200	10807744	2,5±0,53	2,50	2,00	3,00
Totalcem	4304-25HQBSEA2	5,2±0,79	5,00	4,00	6,00

Таблиця 2

Значення показника p, розрахованого за різними критеріями порівняльної статистики при оцінці значення рН у різних пар матеріалів

	Критерії порівняльної статистики							
	ANOVA	Scheffe	Tukey HSD	Tukey B	Neuman-Keuls	Bonferoni	Fisher LSD	Dunnett's test
Breeze / G-Cem-One	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0053	0,0058
Breeze / Maxcem Elite	0,8006	0,8006	0,8005	0,8005	0,8005	0,8003	0,8006	0,8006
Breeze / Nova Resin Cement	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0058	0,0053	0,0058
Breeze / RelyX U200	0,3823	0,3823	0,3822	0,3822	0,3822	0,3823	0,3812	0,3823
Breeze / Totalcem	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
G-Cem-One / Maxcem Elite	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0059	0,0065
G-Cem-One / Nova Resin Cement	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	н/д
G-Cem-One / Prolink Cem Plus	0,0480	0,0480	0,0481	0,0481	0,0481	0,0480	0,0466	0,0480
G-Cem-One / RelyX U200	0,0042	0,0042	0,0043	0,0043	0,0043	0,0042	0,0037	0,0042
G-Cem-One / Totalcem	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Maxcem Elite / Nova Resin Cement	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0065	0,0059	0,0065
Maxcem Elite / Prolink Cem Plus	0,0006	0,0006	0,0007	0,0007	0,0007	0,0006	0,0005	0,0006
Maxcem Elite / RelyX U200	0,5258	0,5258	0,5257	0,5257	0,5257	0,5258	0,5250	0,5258
Maxcem Elite / Totalcem	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Nova Resin Cement / Prolink Cem Plus	0,0480	0,0480	0,0481	0,0481	0,0481	0,0480	0,0466	0,0480
Nova Resin Cement / RelyX U200	0,0042	0,0042	0,0043	0,0043	0,0043	0,0042	0,0037	0,0042
Nova Resin Cement / Totalcem	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Prolink Cem Plus / RelyX U200	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0003	0,0004
Prolink Cem Plus / Totalcem	0,0009	0,0009	0,0010	0,0010	0,0010	0,0009	0,0008	0,0009
RelyX U200 / Totalcem	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Отримані результати дозволяють прийти до висновку щодо потенційно більш ефективного протруювання твердих тканин зубів при застосуванні матеріалів «Breeze», «Maxcem Elite» та «RelyX U200». Відповідно, можна очікувати на вищу силу адгезії до тканин зуба при остаточній полімеризації матеріалу. Проведений статистичний аналіз визначених рівнів кислотності при попарному порівнянні у всього набору вибраних композитних цементів з розрахунком восьми критеріїв порівняльної статистики показав вірогідну подібність у пар матеріалів «Breeze»/«Maxcem Elite», «Breeze»/«RelyX U200», «Maxcem Elite»/«RelyX U200» та «G-Cem-One»/«Nova Resin Cement» (табл. 2). Також було виявлено наближену до вірогідної подібність у значеннях показника кислотності у пар матеріалів «G-Cem-One»/«Prolink Cem Plus» та «Nova Resin Cement»/«Prolink Cem Plus». Матеріал «Totalcem» демонстрував найменший рівень кислотності, що було підтверджено проведеними статистичними розрахунками.

Проведені подібні експериментальні дослідження показують, що режим полімеризації самоадгезивних стоматологічних композитних цементів для фіксації ортопедичних конструкцій та їх взаємодія із гідроксиапатитом твердих тканин зубів по-різному впливають на фізико-механічні властивості та тривалість функціонування полімеризованих цементів. Хімічні реакції в масі композитного цементу та їх взаємодія з гідроксиапатитом впливають на концентрації функціональних кислотних мономерів у масі матеріалу і це призводить до різного рівня проникнення в оброблені шари дентину зуба [3, 9]. Агресивність композитних цементів є неоднозначною характеристикою, яка з одної сторони підвищує адгезію матеріалу внаслідок більш інтенсивного протруювання твердих тканин зубів та проникнення матеріалу вглиб, а з іншої – може негативно впливати на ефективність полімеризації маси матеріалу, що погіршує його фізико-механічні властивості та скорочує тривалість його функціонування. На сьогодні всі стома-

тологічні композитні цементі подвійного тверднення для фіксації є недосконалими медичними виробами, які не досягають необхідних показників у 100,0% випадків застосування [10, 11]. Тому самопротруювальні самоадгезивні стоматологічні композитні цементі подвійного тверднення є медичними виробами, які потребують подальшого удосконалення та доопрацювання для покращення їх адгезивних властивостей, фізико-механічних характеристик та підвищення тривалості функціонування.

Висновки. Отже, самопротруювальні самоадгезивні стоматологічні композитні цементі подвійного тверднення є складними багатокомпонентними системами, які у своєму складі містять метакрилатні мономері з модифікованим кислотними функціональними групами. Останні викликають демінералізацію та інфільтрацію твердих тканин зуба, що призводить до розвитку мікромеханічного зв'язку (зчеплення) між цементом та зубом після полімеризації. При такому процесі кислі групи модифікованого мономера взаємодіють із кристалами кальцій-гідроксиапатиту, що призводить також до розвитку хімічних зв'язків композитного цементу із зубом. Досліджені цементі мали різний рівень кислотності активного компоненту, що може впливати на процеси розвитку адгезії до твердих тканин зуба та на полімеризацію матеріалу після його активації. Тому самопротруювальні самоадгезивні стоматологічні композитні цементі подвійного тверднення для фіксації є медичними виробами, які потребують подальшого удосконалення та доопрацювання для покращення їх адгезивних властивостей, фізико-механічних характеристик та підвищення тривалості функціонування.

Перспективи подальших досліджень: самопротруювальні самоадгезивні стоматологічні композитні цементі подвійного тверднення є медичними виробами, які потребують подальшого удосконалення, доопрацювання та дослідження.

REFERENCES

1. Elnaghy AM, Elsaka SE. Effect of surface treatments on the flexural properties and adhesion of glass fiber-reinforced composite post to self-adhesive luting agent and radicular dentin. *Odontology*. 2016;104(1):60-7. doi: 10.1007/s10266-014-0184-z.
2. Attar HE, Elhiny O, Salem G, Abdelrahman A, Attia M. A Twofold Comparison between Dual Cure Resin Modified Cement and Glass Ionomer Cement for Orthodontic Band Cementation. *Open Access Maced J Med Sci*. 2016;4(4):695-699. doi: 10.3889/oamjms.2016.116.
3. Camargo FSAS, González AHM, Alonso RCB, Di Hipólito V, D'Alpino PHP. Effects of Polymerization Mode and Interaction with Hydroxyapatite on the Rate of pH Neutralization, Mechanical Properties, and Depth of Cure in Self-Adhesive Cements. *Eur J Dent*. 2019;13(2):178-186. doi: 10.1055/s-0039-1696057.
4. Terni PM, Nadgere JB, Ram SM, Shah NP, Mahadevan J. Comparative evaluation of the shear bond strength of adhesive and self-adhesive resin luting agents to three commercially available composite core build-up materials: An *in vitro* study. *J Indian Prosthodont Soc*. 2019;19(3):255-260. doi: 10.4103/jips.jips_84_19.
5. Lorenzoni E Silva F, Pamato S, Kuga MC, Só MV, Pereira JR. Bond strength of adhesive resin cement with different adhesive systems. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(1):e96-e100. doi: 10.4317/jced.53099.
6. Pilo R, Papadogiannis D, Zinelis S, Eliades G. Setting characteristics and mechanical properties of self-adhesive resin luting agents. *Dent Mater*. 2017;33(3):344-357. doi: 10.1016/j.dental.2017.01.004.
7. Amiri EM, Balouch F, Atri F. Effect of Self-Adhesive and Separate Etch Adhesive Dual Cure Resin Cements on the Bond Strength of Fiber Post to Dentin at Different Parts of the Root. *J Dent*. 2017;14(3):153-158. PMID: PMC5694848
8. Mavishna MV, Venkatesh KV, Sihivahanan D. The effect of leachable components of resin cements and its resultant bond strength with lithium disilicate ceramics. *Indian J Dent Res*. 2020;31(3):470-474. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_398_19.

-
9. Lee Y, Kim J, Shin Y. Push-Out Bond Strength Evaluation of Fiber-Reinforced Composite Resin Post Cemented with Self-Adhesive Resin Cement Using Different Adhesive Bonding Systems. *Materials (Basel)*. 2021;14(13):3639. doi: 10.3390/ma14133639.
 10. Duarte Santos Lopes L, da Silva Pedrosa M, Beatriz Melo Oliveira L, Maria da Silva Costa S, Aguiar Santos Nogueira Lima L, Lucisano Botelho do Amaral F. Push-out bond strength and failure mode of single adjustable and customized glass fiber posts. *Saudi Dent J*. 2021;33(8):917-922. doi: 10.1016/j.sdentj.2021.09.003.
 11. Ebadian B, Jowkar M, Davoudi A, Fathi A, Ziaei M, Berg E. The effect of different cleansing methods for removing temporary cement on the tensile bond force of permanently cemented implant-supported metal copings: An in vitro study. *Clin Exp Dent Res*. 2022;8(4):1002-1007. doi: 10.1002/cre2.593.
 12. Pamato S, Ricci WA, Kuga MC, de Oliveira ECG, Moraes JCS, Só MVR, Trevisan TC, Júnior NF, Pereira JR. The Influence on Fracture Resistance of Different Composite Resins and Prefabricated Posts to Restore Endodontically Treated Teeth. *Polymers (Basel)*. 2023;15(1):236. doi: 10.3390/polym15010236.