

INFLUENCIA DEL COLOR DE LA CERÁMICA Y DEL MODO DE ACTIVACIÓN, EN LA RESISTENCIA ADHESIVA DE UN AGENTE CEMENTANTE DE RESINA DUAL



COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO

Borbón, O*, Nicolichia, K*, Pinzón, C*, Rodríguez, P*
Sanjuan, C**
Hurtado, C***
Otálora J****

Línea de investigación: Técnicas y biomateriales en Odontología.
Área: Protopodencia
Modalidad: Oral
Categoría: postgrado

RESUMEN

Objetivo: Determinar la influencia del color de la cerámica y del modo de activación, en la resistencia adhesiva tangencial y el modo de falla de un agente cementante de resina dual, cuando es activado a través de un sistema cerámico a base de disilicato de litio. **Materiales y Métodos:** Estudio experimental *in vitro* donde se tomaron 60 terceros molares humanos sanos, con formación radicular completa, extraídos por indicación ortodóntica o quirúrgica y sin fracturas coronales, a los cuales se les cementaron discos de cerámica a base de disilicato de litio, color A2 (n=30) y color A3.5 (n=30). Los 60 especímenes fueron divididos aleatoriamente en 6 grupos (n=10), dependiendo del modo de activación del agente cementante de resina dual y del color de la cerámica: activación lumínica/A2, activación química/A2, activación dual/A2, activación lumínica/A3.5, activación química/A3.5 y activación dual/A3.5. Después de realizar 1500 ciclos de termociclaje entre 5°C y 55°C, se llevaron a una máquina de prueba universal (Instron), aplicando una fuerza tangencial a 0.5 mm/min, calculando la resistencia adhesiva como el resultado del cociente entre el esfuerzo crítico en Newtons y un área circular de 4 mm de diámetro. El modo de falla fue determinado a través de un estereomicroscopio. Los datos fueron procesados en S.P.S.S versión 12 y se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) a una vía. Las variables dependientes fueron resistencia adhesiva tangencial y modo de falla. **Resultados:** Se encontró que los grupos en los cuales el agente cementante fue activado de manera dual, presentaron los valores de resistencia adhesiva tangencial promedio más altos, 8,87 +/- 2,05 MPa y 7,41 +/- 1,64 MPa. Los especímenes de los grupos en los cuales el agente cementante fue fotoactivado únicamente exhibieron los valores de resistencia adhesiva tangencial más bajos, 3,56 +/- 0,63 MPa y 4,16 +/- 0,83 MPa. Los grupos en los cuales se recurrió únicamente a la activación provista por la amina terciaria, exhibieron los valores intermedios de resistencia adhesiva tangencial, 6,94 +/- 0,91 MPa y 4,94 +/- 1,10 MPa. **Conclusiones:** La resistencia adhesiva tangencial del cemento de resina dual resultó fuertemente dependiente de la fotoactivación y la activación química únicamente no alcanzó valores semejantes a los de la activación dual, exhibiendo todos modos de falla predominantemente cohesivos. El modo de activación presentó influencia sobre la resistencia adhesiva y el modo de falla, pero no se encontró la misma relación con el color de la cerámica.

ABSTRACT

Objective: To determine the influence of the ceramic shade and the activation mode of a dual resin luting cement, in the shear bond strength and failure mode of a lithium disilicate ceramic system. **Materials and Methods:** This experimental *in vitro* study consisted of 60 sound human third molars without crown fracture and complete radicular formation, extracted due to orthodontic or surgical indications, to which were cemented lithium disilicate ceramic discs divided in 6 groups of 10 discs each (n=30) shade A2 and (n=30) shade A3.5. The discs were activated by light, chemically only and chemically and by light. The luting agent used was a dual resin cement (Variolink), the samples were tested in a universal testing machine (Instron), applying a shear force of 0.5mm/min to all the samples. The data were processed using the software SPSS version 12 and a one way analysis of variance ANOVA. The dependent variables were the shear bond strength and failure mode. **Results:** The groups activated by a dual agent showed the highest shear bond strength values; 8,87 +/- 2,05 MPa and 7,41 +/- 1,64 MPa (groups 3A and 3B) respectively. The samples that were activated by light only presented the lower values; 3,56 +/- 0,63 MPa and 4,16 +/- 0,83 MPa (groups 1A and 1B) respectively. The chemically activated samples presented intermediate values 6,94 +/- 0,91 MPa and 4,94 +/- 1,10 MPa (groups 2A and 2B) respectively. **Conclusions:** the shades of the pressed lithium disilicate and the sinterized fluorapatite ceramic systems did not influence the shear bond strength and the failure mode of a dual resin luting cement activated by light only, chemically or both.

Investigadores

*Residentes de protodoncia.

**Asesor científico. Especialista en Protopodencia

***Asesor Metodológico. Odontóloga Magister en Administración en Salud.

****Asesor Estadístico: Jose Otálora

INTRODUCCION

En un intento por obtener el mejor resultado estético con una resistencia a la fractura óptima han sido desarrollados los sistemas cerámicos. La adición de contenidos cristalinos de diferente naturaleza ha contribuido en la adquisición de una mayor resistencia a la fractura a pesar del detrimento de las características ópticas. El sistema Empress 2 adquiere su resistencia a la fractura a partir de un relleno cristalino de disilicato de litio que al ser cubierto con una cerámica de fluorapatita conserva una relativa alta translucidez que satisface la necesidad estética de la restauración de dientes naturales translúcidos (1).

La fractura y la descementación, son las dos complicaciones principales de las restauraciones totalmente cerámicas. La cementación adhesiva incrementa la resistencia a la fractura de los sistemas cerámicos inhibiendo la propagación de grietas inherentes a la superficie interna de las restauraciones (1).

La preparación del sustrato, el uso de un agente acoplante o silano y el modo de activación del agente cementante resinoso han demostrado relevancia en la magnitud y longevidad de la resistencia adhesiva. Cementos de resina de fotoactivación, de activación dual y de activación química han sido utilizados para este fin.

Los agentes cementantes de fotoactivación han demostrado polimerización incompleta debido a la atenuación de la energía lumínica a través del material restaurativo. En un esfuerzo por superar las limitaciones de los primeros, los cementos de activación dual incluyen un

componente de reacción química para asegurar la polimerización posterior a la exposición a la luz, en especial en áreas del cemento que reciben una intensidad lumínica insuficiente para iniciar la reacción. Sin embargo, se ha demostrado que la mayoría de los agentes de activación dual son extremadamente dependientes de la fotoactivación, y que la activación química por sí sola no asegura un alto grado de conversión.

Surge entonces la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la influencia del color de la cerámica y del modo de activación, en la resistencia adhesiva tangencial y el modo de falla de un agente cementante de resina dual, cuando es activado a través de un sistema cerámico a base de disilicato de litio?.

MATERIALES Y METODOS

Estudio experimental *in vitro*, en donde se utilizaron 60 terceros molares humanos teniendo en cuenta los criterios de inclusión; dientes sanos, con formación radicular completa, extraídos por indicación ortodóntica o quirúrgica. La presencia de fracturas coronales fue tomada como criterio de exclusión.

Las variables dependientes fueron resistencia adhesiva y modo de falla; y las variables independientes fueron color de la cerámica y modo de activación.

Los dientes fueron recolectados y almacenados en formalina al 10% una semana antes de la prueba. Cada diente fue embebido en un cubo de resina epóxica de

20mm x 20mm. El esmalte oclusal fue removido seccionando los especímenes de manera perpendicular al eje longitudinal del diente usando una recortadora refrigerada con agua. Se realizó un segundo corte y pulido con fresas de diamante de grano fino a través de la dentina.



Las superficies de dentina preparadas fueron examinadas al estereomicroscopio a una magnificación de 10X para asegurar que estuviesen libres de esmalte. Los especímenes fueron almacenados en formalina al 10% a temperatura ambiente.

Patrones de cera fueron hechos usando un molde rectangular de acero inoxidable con diez perforaciones redondas de 6mm de diámetro y 2mm de altura.



Fig 2. Confección de patrones de cera.

Se colocaron bebederos a los patrones de cera y fueron revestidos con el material indicado. El encerado fue eliminado en un horno de acuerdo a las instrucciones del fabricante; 30 especímenes fueron inyectados usando lingotes de cerámica a base de disilicato de litio color A2 y 30 fueron inyectados usando

lingotes color A3.5 en un horno automático de presión. Los parámetros de inyección están en la tabla 1.

Tabla 1. Protocolo de sinterización

PROTOCOLO SINTERIZACION				
parámetros de presión				
T° de inicio	700° C	T° de sinterizado	800° C	800° C
T° de prensado	920° C	rata de ascenso	60° C/min.	60° C/ min
rata de ascenso	60° c/min	T° de sostenimiento	403° c	403° C
vacio 1	500° c	Tiempo de entrada tiempo y mantenimiento en T°	6 min.	6 min
vacio 2 mantenimiento antes de prensar	920° c		1 min.	2 min
presión de prensado	20 min.	Vacio	55 hpa	55 hPa
	5-bar	inicio de vacio	450° c	450° C
		Terminación del vacio	799° C	799° C

Después del enfriamiento, el revestimiento fue removido del espécimen con una unidad de arenado utilizando perlas de vidrio de 50 μm a 4 bar de presión. Los especímenes fueron puestos en una solución de ácido fluorhídrico al 1% en un baño ultrasónico por 10 minutos y lavados con agua destilada por 2 minutos. La capa de reacción formada fue removida con óxido de aluminio de 50 μm a 1 bar de presión.

Un disco de diamante y un disco sinterizado fueron utilizados para remover los bebederos. Se realizó un desgaste de 1 mm a los discos de cerámica con una fresa de diamante de grano mediano.

Cerámica de fluorapatita del color correspondiente fue sinterizada sobre cada uno de los discos utilizando un molde de acero inoxidable que asegurara un espesor final de 2 mm. Una sinterización adicional de

dentina fue realizada para compensar la contracción periférica.

Se realizó un procedimiento de acabado con un disco sinterizado, debido a que las superficies adhesivas planas fueron esenciales para la prueba de adhesión tangencial. Los discos cerámicos fueron limpiados en ultrasonido con una solución multipropósito por 10 minutos y luego fueron inmersos en agua destilada por otros 10 minutos.

Las superficies adhesivas de los discos cerámicos fueron grabadas con ácido fluorhídrico al 10% por 60 segundos, lavadas por 60 segundos, y secadas con aire. Una capa delgada de agente silano fue aplicada en la superficie acondicionada por 60 segundos y secada con aire.

Las superficies de dentina fueron grabadas con ácido fosfórico al 37% por 15 segundos y luego lavadas con agua destilada por 5 segundos. Los excesos de agua fueron removidos mediante papel absorbente, dejando la superficie visiblemente húmeda. Un adhesivo de un solo paso y activación dual fue aplicado en dos capas consecutivas, secadas con aire comprimido libre de aceite de una jeringa de aire a 2 cm. de la superficie, para evaporar el solvente de etanol, y luego se fotoactivó con luz LED a 600 mW/cm² de intensidad por 20 segundos.

Un papel adhesivo redondo de 5 mm de diámetro con una perforación de 4mm de diámetro fue posicionado en la superficie de dentina de cada espécimen para definir el área

de adhesión y controlar el espesor de la capa de cemento de aproximadamente 50 micras.

Los discos de cerámica fueron divididos en 6 grupos, de 10 especímenes.



Fig 3. Cementación de los discos de cerámica sobre los especímenes de dentina.

En los grupos 1A y 1B, los discos de cerámica color A2 y A3.5 respectivamente, fueron cementados utilizando únicamente la base del agente cementante activada mediante fuente de luz LED durante 60 segundos. En los grupos 2A y 2B los discos de cerámica color A2 y A3.5 respectivamente, fueron cementados utilizando la base y el catalizador del agente cementante sin activación lumínica. En los grupos control 3A y 3B, los discos de cerámica color A2 y A3.5 respectivamente, fueron cementados utilizando la base y el catalizador del agente cementante activados mediante fuente de luz LED durante 60 segundos.

El agente cementante de resina fue aplicado en la superficie acondicionada de los discos de cerámica, los cuales fueron posicionados en el área de adhesión usando presión digital. Los excesos de cemento fueron removidos con un aplicador inmediatamente.

La punta de la unidad de polimerización fue centrada en los discos de cerámica. La fotoactivación fue hecha usando una unidad de luz LED de una intensidad de 600-mW/cm² por 60 seg a través de una perforación de 6 mm de diámetro para controlar la dispersión del haz de luz.

Los especímenes se conservaron a temperatura ambiente por 4 minutos y subsecuentemente fueron almacenados en agua destilada por 10 horas antes y 2 horas después del termociclaje. Se realizaron 1500 ciclos entre 5°C y 55°C a un intervalo de tiempo de 30 seg.

La prueba de resistencia adhesiva tangencial fue hecha con una máquina de pruebas universal (Instron) a una velocidad de 0.5 mm/min. El espécimen fue posicionado de manera horizontal en una base de acero para evitar su desalojo al momento de la prueba. Una barra cilíndrica fue alineada perpendicularmente al espécimen para que la fuerza aplicada fuera tangencial. Cada espécimen fue continuamente cargado hasta que la descementación ocurrió. Los valores de resistencia adhesiva en MPa fueron calculados como el resultado del cociente entre el esfuerzo crítico en Newtons y un área circunferencial de 4 mm de diámetro

$$N/(\pi/4) d^2/1.000.000$$

La superficie de dentina descementada fue examinada con un estereomicroscopio a 40X para determinar el modo de falla.

Un espécimen de cada grupo fue lavado y puesto en un limpiador ultrasónico con 1 parte de alcohol y 2 partes de agua destilada por 10

min., seguido por otros 10 min. en agua destilada al 100%. Los 6 especímenes fueron desecados por 24 horas y posteriormente metalizados con oro-paladio.

Las superficies descementadas fueron examinadas bajo un microscopio electrónico de barrido a una magnificación de 1500X para ilustrar el modo de falla.

Los datos fueron procesados en S.P.S.S versión 12 y se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) a una vía para examinar la resistencia adhesiva tangencial y el modo de falla. Todas las pruebas fueron hechas a un nivel de significancia de $\alpha \leq 0.05$.

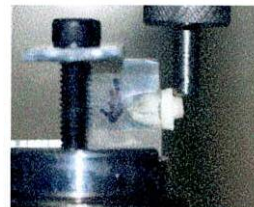


Figura 4. Máquina de prueba Universal Instron.

RESULTADOS

El esfuerzo crítico necesario para desarrollar la fractura fue tomado como indicador de la resistencia adhesiva tangencial del cemento de resina de activación dual. En la Tabla 1 y el Gráfico 1 se observan los resultados del análisis descriptivo, de acuerdo con el cual, se encontró que los grupos en los cuales el agente cementante fue activado de manera dual (grupos 3A y 3B), presentaron los valores de resistencia adhesiva promedio más altos, 8,87 +/- 2,05 MPa y 7,41 +/-1,64

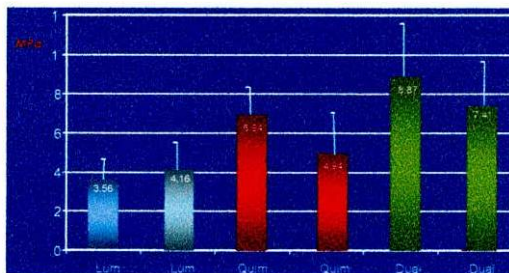
MPa, respectivamente. Los especímenes de los grupos en los cuales el agente cementante fue fotoactivado únicamente (grupos 1A y 1B) exhibieron por su parte los valores de resistencia adhesiva más bajos, 3,56 +/- 0,63 MPa y 4,16 +/-0,83 MPa respectivamente. Los grupos en los cuales se prescindió de la fotoactivación y se recurrió únicamente a la activación provista por la amina terciaria (grupos 2A y 2B), exhibieron por su parte valores intermedios de resistencia adhesiva, 6,94 +/- 0,91 y 4,94 +/- 1,10 respectivamente.

Tabla 1. Resistencia adhesiva tangencial con respecto al color y modo de activación.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	215,589	5	43,118	25,814	0
Intra-grupos	90,198	54	1,67		
Total	305,787	59			

La comparación de todos los grupos, permitió concluir que existían diferencias estadísticamente significativas en la resistencia adhesiva tangencial entre los seis grupos experimentales (P=0). (Tabla 1)

Grafico 1. Resistencia adhesiva tangencial con respecto al color y modo de activación.



El análisis descriptivo de la influencia del modo de activación del agente cementante en el

modo de falla en la interfase dentina-agente cementante-cerámica, exhibió una asociación estadísticamente significativa con un valor de P=0. **Tabla 2.**

Tabla 2. Modo de falla con respecto al color y modo de activación.

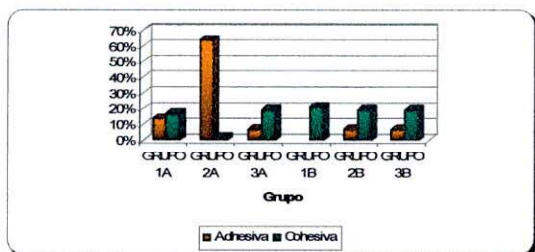
		MODO DE FALLA		Total
		Adhesiva	Cohesiva	
GRUPO 1A	Recuento	2	8	10
	% de MODO DE FALLA	14,30%	17,40%	16,70%
GRUPO 2A	Recuento	9	1	10
	% de MODO DE FALLA	64,30%	2,20%	16,70%
GRUPO 3A	Recuento	1	9	10
	% de MODO DE FALLA	7,10%	19,60%	16,70%
GRUPO 1B	Recuento		10	10
	% de MODO DE FALLA		21,70%	16,70%
GRUPO 2B	Recuento	1	9	10
	% de MODO DE FALLA	7,10%	19,60%	16,70%
GRUPO 3B	Recuento	1	9	10
	% de MODO DE FALLA	7,10%	19,60%	16,70%
Total	Recuento	14	46	60
	% de MODO DE FALLA	100,00%	100,00%	100,00%

Las observaciones estereomicroscópicas permitieron establecer que en los grupos en los cuales el agente cementante fue fotoactivado únicamente y en los grupos en los cuales el agente cementante fue activado de manera dual, se presentaron fallas predominantemente cohesivas. En el grupo en el cual el agente cementante fue activado de manera química únicamente con color de cerámica A2, se presentaron fallas predominantemente adhesivas en la interfase dentina-cemento, mientras que en el grupo en el que el material cerámico color A3.5 fue cementado, se presentaron fallas predominantemente cohesivas. Ningún

espécimen exhibió falla adhesiva en la interfase cemento-cerámica.

			Modo de Falla		Total
			Adhesiva	Cohesiva	
GRUPO 1-2-3	Grupo 1A+1B	Recuento	2	18	20
		% de GRUPO 1-2-3	10,00%	90,00%	100,00%
	Grupo 2A+2B	Recuento	10	10	20
		% de GRUPO 1-2-3	50,00%	50,00%	100,00%
	Grupo 3A+3B	Recuento	2	18	20
		% de GRUPO 1-2-3	10,00%	90,00%	100,00%
Total		Recuento	14	46	60
		% de GRUPO 1-2-3	23,30%	76,70%	100,00%

Grafico 2. Comparación del modo de falla con respecto al modo de activación y color



No se encontró asociación estadísticamente significativa entre el color del sistema cerámico y el modo de falla ($P=0,93$).

Se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P=0,013$) entre los grupos en los cuales los discos de cerámica color A2 y los discos de cerámica color A3.5 fueron cementados con el agente cementante activado únicamente de manera química. El modo de activación por su parte, demostró una influencia estadísticamente significativa en la resistencia adhesiva tangencial cuando el material cerámico color A2 fue cementado con el agente resinoso activado de manera lumínica, química y dual. }

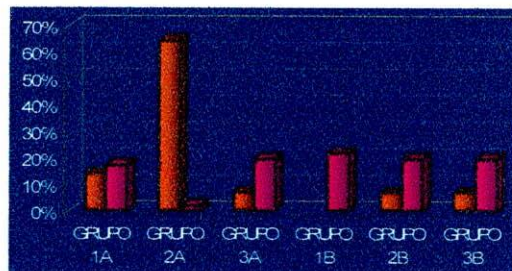


Grafico 3. Comparación del modo de falla con modo de activación.

La prueba Chi cuadrado arroja un valor P de 0,003, con lo cual se concluye que existe asociación entre el modo de activación y el modo de falla tomando como grupos 1A/1B, 2A /2B y 3A/3B.

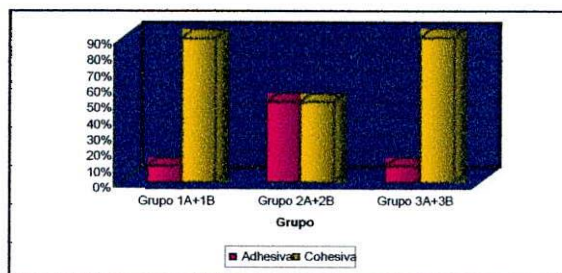


Grafico 4 Comparación del modo de falla con modo de activación.

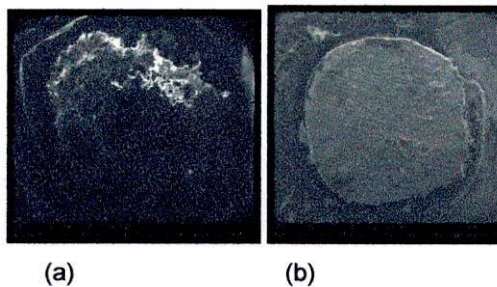


Fig.1. (a) falla cohesiva del agente cementante, (b) falla adhesiva entre el agente cementante y la cerámica.

DISCUSIÓN.

Factores como el grado de conversión, la duración de la radiación, la intensidad de la radiación, el color, el tipo de relleno, el porcentaje de carga de relleno, entre otros, han sido responsabilizados de las propiedades mecánicas que exhiben los agentes cementantes de resina compuesta (6) (10) (4).

En el presente estudio, un espesor estandarizado del material cerámico de 2mm, compuesto por un espesor de aproximadamente de 1mm de cerámica prensada de disilicato de litio y 1mm de cerámica sinterizada de fluorapatita, fue utilizado para emular las recomendaciones del fabricante contando con el aval de los resultados previos de Akgungor, Akkayan y Gaucher en el 2005 según los cuales, la resistencia adhesiva tangencial obtenida con la activación dual y con la fotoactivación de la base únicamente de un agente cementante de resina dual, no depende del espesor del material cerámico prensado de disilicato de litio y provee igual resistencia adhesiva siempre y cuando el espesor de la restauración no supere los 2mm.

La intensidad de la luz y el tiempo de exposición, son también factores importantes que determinan el grado de conversión de los agentes cementantes de resina y por ende sus propiedades mecánicas. La intensidad de las lámparas halógenas convencionales es de alrededor de 300 mW/cm^2 , y el requerimiento estándar de profundidad de fotoiniciación para las mismas, es de 1,5mm. El uso de lámparas halógenas convencionales en la cementación adhesiva de restauraciones completamente cerámicas podría resultar por lo tanto en una

conversión incompleta del agente cementante. Por este motivo, en el presente estudio se decidió utilizar una lámpara de fotocurado de alta intensidad 8 mm Mw/cm^2 durante 10 segundos, para conseguir una relación semejante a la de Akgungor, Akkayan y Gaucher en el 2005 y a la de Hung y colaboradores en el 2001, según la cual la fotoactivación con unidades de alta intensidad, puede afectar positivamente los valores de resistencia adhesiva.

Rueggeberg y colaboradores en 1994 reportaron una correlación estadísticamente significativa entre el tipo de relleno y el grado de conversión de los agentes cementantes de resina compuesta debido a las propiedades de dispersión de la luz conferidas por el tipo de relleno. Ellos sugirieron que las resinas de microrrelleno (0,02 a 0,04 micras) dispersaban más la luz y las hacían más difíciles de fotoactivar que las resinas híbridas (0,01 a 3 micras). Por este motivo, en el presente estudio fue seleccionado un único agente cementante de resina de activación dual híbrido (partículas de 0,04 a 3 micras con promedio de partícula de 0,7 micras) con un porcentaje de carga de relleno del 73,4% en peso y 46,7% en volumen, para eliminar la dependencia de las propiedades del material mencionadas previamente.

Con respecto a la relación entre las variables dependientes (resistencia adhesiva tangencial y modo de falla) y la variable independiente color del material cerámico, los resultados del presente estudio confirman la hipótesis nula, es decir, que el color del material cerámico prensado de

disilicato de litio y sinterizado de fluorapatita no afecta la resistencia adhesiva tangencial ni el modo de falla de un cemento de resina de activación dual fotoactivado únicamente, activado de manera química únicamente o activado de manera dual. El contenido cristalino y el índice de refracción más bajo de los cristales de disilicato de litio, confiere a este sistema mayor translucidez comparado con otros sistemas cerámicos. Los materiales más translúcidos transmiten mejor la luz y proporcionan un mayor grado de conversión de los agentes cementantes activados lumínicamente, por este motivo, el color del material cerámico a través del cual es fotoactivado, puede dejar de ser relevante (7).

De acuerdo con los resultados del presente estudio, si existe una correlación estadísticamente significativa entre el modo de activación y la resistencia adhesiva tangencial del agente cementante. Estos resultados coinciden con los hallazgos de espectroscopia infrarroja de Caughman, Chan y Rueggeberg en 1994, y con los de Hoffman y colaboradores en el 2001.

Por su parte Braga, Cesar y Gonzaga en el 2002 también ratificaron la dependencia del cemento de la fotoactivación para alcanzar sus valores más altos de dureza como indicador del grado de conversión adquirido, aunque no pudieron encontrar una correlación significativa con la resistencia flexural y el módulo flexural del agente. Fonseca, Santos y Adabo en el 2004 encontraron una fuerte dependencia de la fotoactivación del mismo cemento híbrido dual para alcanzar su máxima resistencia tensil diametral, pues en ausencia de luz, presentaron una resistencia tensil diametral superior a la del fosfato de zinc y equivalente a

la de un agente cementante de activación química.

Pocos estudios han evaluado la resistencia adhesiva desarrollada por los cementos de resina compuesta híbrida dual activados de diferentes modos a través de diferentes materiales cerámicos.

Braga, Ballester y Carrilho en 1999 y Kamada, Yoshida y Astuta en el 2001 confirmaron la efectividad de los cementos de activación dual en los que tanto base como catalizador fueron apropiadamente activados con unidades de fotocurado con una intensidad de 450 mW/cm^2 a través de especímenes cerámicos translúcidos de 3mm de espesor, alcanzando de esta manera valores de resistencia adhesiva tangencial superiores a los alcanzados por cementos específicamente formulados para ser activados químicamente, no sin dejar de resaltar la naturaleza altamente técnico-sensible del procedimiento adhesivo dentina/porcelana, confirmada por un alto coeficiente de variación en los resultados.

Sólo Akgungor, Akkayan y Gaucher en el 2005 realizaron un estudio semejante al presente, pero con resultados ampliamente contradictorios. Ellos encontraron que la resistencia adhesiva tangencial desarrollada por un cemento de resina híbrido de activación dual no era influenciada por el modo de activación (dual y fotoactivada), por el espesor de la cerámica prensada de disilicato de litio sinterizada con cerámica de fluorapatita (siempre y cuando no superara los 2mm) ni por el tiempo de almacenamiento (10 minutos o 24 horas), y

más aún, sugirieron que la polimerización dual del agente cementante producto de la amina terciaria no proporcionaba resistencia adhesiva adicional al cabo de 24 horas en comparación con la resistencia desarrollada por la base del mismo agente, fotoactivada en ausencia del catalizador químico; y que el termociclaje no afectaba negativamente la resistencia adhesiva.

A diferencia del presente estudio, Akgungor, Akkayan y Gaucher en el 2005 redujeron el espesor del material de cofia de los especímenes cerámicos de disilicato de litio a un nivel inferior al recomendado por el fabricante y utilizaron una fórmula comercial diferente pero con un tipo de relleno y un porcentaje de carga de relleno semejantes, lo cual no explicaría la abrupta diferencia con esta ni con las referencias discutidas previamente.

En cuanto al modo de falla, el presente estudio exhibió una correlación estadísticamente positiva entre la activación del cemento de manera dual y la fotoactivación únicamente de la base, con la presentación de fallas predominantemente cohesivas a nivel de la película de cemento. Esto podría deberse a que el material cerámico estaría evitando que la luz de la unidad de fotocurado alcance la capa de cemento, causando una insuficiente conversión del mismo y por ende, una resistencia cohesiva del cemento inferior a la resistencia adhesiva tangencial desarrollada por el adhesivo en la interfase dentina-cemento y en la interfase cemento-cerámica. Los grupos en los que el cemento fue activado de manera química únicamente, no presentaron una correlación definitiva con el modo de falla, lo

cual permitiría inferir que la naturaleza de la reacción podría ser extremadamente sensible a otros factores como la proporción base/catalizador, que en el presente estudio no fue estandarizada por peso para emular la situación clínica promedio.

En contraste, Akgungor, Akkayan y Gaucher en el 2005 publicaron el predominio de la falla adhesiva en la interfase dentina-cemento tanto fotoactivado como activado de manera dual, pero también reportaron valores de resistencia adhesiva tangencial superiores a los encontrados en el presente estudio y a los reportados para el sistema adhesivo utilizado (13,1 MPa)

CONCLUSIONES

En conclusión, dentro de las limitaciones del presente estudio, es posible inferir:

1. Los grupos en los cuales el agente cementante fue activado de manera dual (3A y 3B), presentaron los valores de resistencia adhesiva tangencial promedio más altos (8,87 +/- 2,05 MPa y 7,41 +/- 1,64 MPa), los especímenes de los grupos en los cuales la base del agente cementante fue fotoactivada únicamente (grupos 1A y 1B) exhibieron por su parte los valores de resistencia adhesiva más bajos, 3,56 +/- 0,63 MPa y 4,16 +/- 0,83 MPa respectivamente y los grupos en los cuales se prescindió de la fotoactivación y se recurrió únicamente a la activación provista por la amina terciaria (grupos 2A y 2B), exhibieron por su parte valores intermedios de resistencia adhesiva, 6,94 +/- 0,91 y 4,94 +/- 1,10 respectivamente.

2. La resistencia adhesiva tangencial del cemento de resina de activación dual y el modo de falla no es influenciada por el color

del sistema cerámico prensado de disilicato de litio sinterizado con cerámica de fluorapatita, ya que los tres grupos en los que el sistema cerámico cementado fue de color A2 exhibieron un comportamiento semejante al de los tres grupos en los que el sistema cerámico cementado fue de color A3.5, sin diferencias estadísticamente significativas ($P=0,106$).

3. El modo de activación por su parte, demostró una influencia estadísticamente significativa en la resistencia adhesiva tangencial cuando el material cerámico color A2 fue cementado con el agente resinoso activado de manera lumínica, química y dual. ($P=0$)

RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar la influencia de diferentes tiempos de fotoactivación, fuentes de luz y proporciones de base y catalizador en la adquisición de un grado de conversión óptimo para asegurar una resistencia adhesiva adecuada del agente cementante

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores agradecen a los asesores científico, metodológico y estadístico del Colegio Odontológico Colombiano, Facultad del área de educación avanzada y continuada; Facultad de ingeniería Universidad de los Andes (Citec); Universidad Nacional, Ingeniero Fernando Cortes, Alexandra Hernández, gerente comercial Ivoclar Vivadent Colombia.

REFERENCIAS

1. Gokhan A, Akkalyan B and Gaucher BA. Influence of ceramic thickness and

polymerization mode of resin luting agent on early bond strength and durability with a lithium disilicate-based ceramic system. *J Prosthet Dent* 2005; (94)3:234-41.

2. Jung H, Friedl KH, Hiller KA, Haller A and Schmalz G. Curing efficiency of different polymerization methods through ceramic restorations. *Clin Oral Investig* 2001 Sep; 5(3): 156-61
3. Rueggeberg FA, Cughman WF, Curtis JW Jr and Davis HC *Int J Prosthodont* 1994 Mar-Apr; 7(2): 159.
4. Hofman N, Papsthart G, Hugo B and Klaiber B, Influence of activation modes on diametral tensile strength of dual-curing resin cements. *J Oral Rehabil* 2001 Nov; 28(11):1022-8.
5. Heffernan MJ, Aquilino SA, Díaz-Arnold AM, Haselton DR, Standford CM, Vargas MA. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 4-9)
6. Cardash HS, Baharav H, Pilo R and Ben Amar A. The effect of porcelain color on the hardness of luting composite resin cement. *J Prosthet Dent* 1993 Jun; 69(6): 620-3
7. Caughman WF, Chan DC, Rueggeberg FA. Curing potencial of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. *J Prosthet Dent* 2001 Jul; 86(1): 101-6
8. Braga RR, Cesar PF and Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil* 2002 Mar; 29(3): 257- 62

9. Fonseca RG, Cruz CA, Adabo GL. The influence of chemical activation on hardness of dual-curing resin cements
Pesqui Odontol Bras 2004 Jul-Sep; 18(3): 228-32
10. Braga RR, Ballester Ry and Carrilho MR. Pilot study on the early shear strength of porcelain-dentin bonding using dual-cure cements. J Prosthet Dent 1999 Mar; 81(3): 285-9
11. Kamada K, Yoshida K and Atsuta M. Early bond strength and durability of bond between a ceramic material and chemically-cured or dual-cured resin luting agent. Am J Dent 2001 Apr; 14(2): 85-88.