

F. Pey¹
T.J. Escuin²

¹ Médico, Odontólogo.
² Profesor Titular,
Director Diploma de
Post-grado en Rehabilitación
y Prótesis Maxilofacial.
Oclusión y Prostodoncia
Facultad de Odontología
Universidad de Barcelona.

La unión metal-resina en prostodoncia. Una revisión bibliográfica. Parte II: la retención química

INTRODUCCIÓN

La retención del material de resina a una estructura metálica puede obtenerse gracias a un diseño de la forma de la misma, el cual puede ser apreciable a simple vista y capaz de atrapar a aquél; es decir, constituyendo un patrón retentivo mecánico o macromecánico. La resistencia al desalojo del elemento de resina de la estructura metálica dependerá de dicho patrón⁽¹⁾.

Sin embargo, se han descrito otros métodos o sistemas para conseguir la unión de la estructura metálica con el material de resina.

Estos métodos hacen referencia a la consecución de uniones físicas o mecánicas, químicas o combinadas.

Su utilización y diseño dependerá de distintos factores que tienen su origen en la necesidad de conseguir una máxima estética, o una máxima retención, en el menor espacio posible, y que deberán tener en cuenta desde la composición de los materiales que debemos unir, ya sean aleaciones metálicas o resinas, hasta las condiciones bajo las que deberán resistir las fuerzas de desalojo, es decir, el medio bucal.

En los años 80, se describen técnicas basadas en la retención química de la resina en el metal. En la actualidad, la investigación se dirige hacia el perfeccionamiento de éstas últimas, que se acompaña

de una creciente complicación técnica, y de la asociación a técnicas de eficacia ya probada.

Por tanto nuestro objetivo, al igual que expusimos en la Parte I, será revisar y evaluar, mediante el análisis de las referencias obtenidas, aquellos métodos de retención o de unión que son utilizados actualmente, ya sea para conseguir la unión, ya sea para conseguir la estética de la restauración prostodóncica.

RETENCIÓN QUÍMICA

La técnica «Silicoater» Kulzer, GmbH. Alemania

Fue descrita en 1984 por Musil y Tiller para fijar la resina de coronas veneers al metal⁽¹⁻³⁾. No requiere ningún tipo de retención mecánica y elimina las microfugas entre la resina y el metal. Se puede aplicar también a prótesis cementadas con resina⁽²⁾.

El proceso es el siguiente^(1,2): la superficie metálica que se ha de unir a la resina se somete primero a un chorreado con partículas de óxido de aluminio (carborundum)^(1,2,4), ofreciendo los mejores resultados las de 250 µ de diámetro. Para aleaciones de oro, el tamaño del grano recomendado es de 250 µ, la presión del chorro de 4 bar y el tiempo de abrasión de 10 a 15

548 segundos. Los metales no preciosos son chorreados durante 30 segundos con una partícula de 250 a 320 μ de diámetro a 5 bar de presión. Algún autor recomienda el arenado de aleaciones preciosas con grano de 50 micras y de no preciosas de 250⁽⁴⁾. Con este procedimiento se obtiene una preparación de la superficie químicamente activada y ampliada.

La superficie pulida se limpia de partículas abrasivas lavándola con «Siliclean» (Kulzer), y la pieza metálica se coloca en el «Silicoater», un aparato de pirólisis por flameado. En su parte anterior hay una ampolla que contiene un silano, el tetraoxisilano.

Así se forma la capa SiO(x)-C, de entre 100 y 1000 nm de grosor. Se cree que la retención es básicamente mecánica a las irregularidades de la superficie chorreada (Hero y col. 1987). La estructura básica de esta capa es vítrea. Sin embargo, debido a la adición de carbono o de grupos hidroxilo, se reduce el número de enlaces Si-estructura, y esta última se vuelve menos rígida y más elástica. Esta elasticidad permite que las fuerzas de cizallamiento y las producidas por los cambios de temperatura se distribuyan sobre un área mayor, lo que evita la pérdida de adhesión entre la resina y el metal.

Dado que el composite no se puede unir directamente a la capa de Si(x)-C, la superficie es recubierta de silano como agente intermedio de unión. Esta capa, «Silicoup», se pincela y deja secar durante 2-5 minutos. Proporciona la unión química entre el composite y la capa vítrea mencionada.

El grosor total es inferior a 1 μ : no interfiere en el asentamiento del metal colado, de cara a la aplicación clínica.

En este momento, la superficie metálica ya está preparada para recibir la resina a la que se debe unir.

Esta técnica se puede utilizar con cualquier aleación metálica, sea noble o no^(1,2). De hecho, se han divulgado buenos resultados experimentales sea cuál sea el metal base de ésta: -de níquel-cromo-berilio⁽⁵⁻¹¹⁾; -de níquel-cromo⁽¹²⁾; -de cromo-cobalto⁽⁵⁾; -de oro^(7,9,11-13); -de cobre-aluminio^(7,12); -de titanio⁽¹⁴⁾; -de paladio^(4,15).

Se han obtenido mejores resultados con aleaciones de cobre-aluminio y níquel-cromo que de plata-paladio u oro⁽¹²⁾.

La estratificación obtenida sobre la superficie tratada con el sistema «Silicoater» es químicamente muy inestable; sobre todo la unión del silano^(1,2). Si no se va a unir a la

resina en menos de 24 horas, se ha de proteger durante el transporte y almacenamiento. Esto se consigue mediante Bis-GMA sin relleno inorgánico, adhesivos de PMMA (polimetilmetacrilato) o una resina opáquer fotopolimerizable cuyo monómero sea polimetilmetacrilato⁽¹⁶⁾. En el caso de emplear pasta base opaca de composite, se aplicará en forma de una gruesa capa, sin el catalizador, y se eliminará con líquido de base de resina poco antes de aplicar la resina a la que se debe unir el metal tratado⁽²⁾.

Recubrimiento de estaño electroplacado

Los pioneros de esta técnica fueron van der Veen y sus colaboradores de la Universidad de Groningen en 1986⁽¹⁾. Consiste en el revestimiento de la superficie metálica que se ha de unir al elemento de resina con una capa de estructura cristalina de estaño de unas dos micras de grosor, mediante métodos electroquímicos^(1,4,15).

Los mejores resultados se consiguen con aleaciones de oro o de oro-plata-paladio, y no con no preciosas^(1,17,18). Experimentalmente se han alcanzado fuerzas de unión más altas con este método que con el chorreado con partículas de 50 micras de diámetro, tratando aleaciones de oro tipo IV⁽¹⁹⁾.

Existen referencias experimentales favorables con aleaciones de paladio^(4,15,17) y de titanio⁽¹⁴⁾, y no con las de alto contenido de paladio⁽¹⁸⁾.

Precisamente debido a la textura cristalina de esta capa de estaño, es positiva la asociación con un sistema de retención micromecánica, especialmente el chorreado, por incrementarse la superficie útil disponible. Por ello se considera este método como «micro-químico»^(1,4,19).

Acondicionadores de metal -> metal primers-

Se conocen así determinados sistemas con base de resina que actúan como intermediarios entre una resina de dimetacrilato y una aleación metálica, preciosa o no. Existen dos:

- Lee Metal Primer (Lee Pharmaceuticals, South El Monte, California, USA): es una epoxiresina y agente termocurable que contiene dióxido de titanio blanco como elemento opacificador^(1,5,12,13).

- Gold Link (Dent-Mat Corp Santa Maria, California, USA): este sistema utiliza una resina de dimetacrilato fotopolimerizable que contiene un pigmento opacificador^(1,5,12,13).

Las fuerzas de unión obtenidas experimentalmente son superables por otros sistemas. No se consideran altas, ni duraderas^(1,5,12,13).

Resinas químicamente activas

Se trata de resinas composite que contienen algún componente activo que reacciona con el metal. También lo hace con el diente y con otra resina que contenga grupos metacrilato^(1,20).

Los radicales que se unen al metal contienen derivados del ácido fosfórico, ésteres de fosfato modificados, ácido trimetílico o su anhídrido, el 4-META. Los radicales con afinidad a la resina convencional contienen uniones dobles de vinilo⁽¹⁾.

Estos sistemas presentan una mayor eficacia retentiva con aleaciones no nobles de níquel-cromo^(21,22), lo que se corrobora experimentalmente⁽²³⁻²⁵⁾.

Estos productos son atraídos por la capa pasiva de óxido de la que existe en la superficie de las aleaciones que contienen cromo. Pero una capa excesivamente gruesa de óxido suele producir una fuerza de unión menor. Se han desarrollado técnicas para promover su unión a aleaciones nobles^(1,5,11,22).

Existen en el mercado varios productos con estas características^(1,20):

1. Superbond C&B (Sun Medical Corporation, Kyoto, Japón), descrito por Tanaka y colaboradores en 1981. Presenta una fuerte adhesión a las aleaciones de cromo-níquel⁽²⁶⁾. El constituyente activo de la resina es el 4-META o anhídrido de 4-metacriloxietil trimetilato. La base es metil-metacrilato⁽¹¹⁾.
2. Cover-up (Parkell Bio-Materials Div., Farmingdale, Nueva York, USA), con radicales 4-META⁽¹³⁾.
3. Panavia Ex (Kuraray Co., Osaka, Japón), que contiene un monómero especial con un grupo fosfato (éster fenil fosfato) en su estructura molecular, como describieran Omura y cols. en 1984. La base es Bis-GMA.

Tras la aplicación se necesita la protección del aire mediante el gel «Oxyguard» durante 6 minutos. Este último producto se debe lavar durante 2 minutos⁽¹¹⁾.

4. Cemento ABC (Vivadent, Schaan, Liechtenstein): se trata de una resina composite con base de uretano y Bis-GMA, de dos pastas, que se emplea junto con un preparador de metales de ácido fosfínico.

Se acepta que desarrolla fuerzas de unión menores que los sistemas Superbond C&B y Panavia Ex⁽²³⁾.

5. Geristore (Dent-Mat Corp.): es una resina composite (metacrilato) de partícula pequeña con base de ionómero de vidrio con capacidad de foto y autocuración química. Es un reciente material al que se le atribuye potencial de unión fuerte a diente, porcelana y metal. Posee propiedades hidrofílicas, aptitud para liberar iones de flúor, y es radiopaco. No se conocen estudios a un plazo demasiado largo. Manifiesta la intención de los fabricantes de lograr una «resina para todo»⁽¹⁾.

Numerosos investigadores apoyan la asociación del sistema Panavia Ex y el chorreado con partículas de alúmina^(1,8,19,23,27).

Estas resinas se usan para lograr unión con superficies metálicas sin irregularidades^(21,23) o chorreadas, y no para sistemas macromecánicos de retención, o grabadas electrolíticamente.

Oxidación de la superficie metálica

Las resinas químicamente activas proporcionan una unión efectiva a las aleaciones no preciosas de níquel-cromo porque al contener éste último desarrollan en su superficie una capa pasiva de óxido al que las resinas adhesivas se ven atraídas. Aunque los investigadores que presentaron estos productos encontraban necesario oxidar estas aleaciones, posteriormente se ha demostrado que no lo es, siendo un riesgo añadido de debilitar la unión metal-resina.

Para las aleaciones semi o preciosas, es necesario modificar superficialmente el metal al que se va a unir la resina activa. Esta es una de las opciones técnicas para promover la unión de estos materiales a las aleaciones metálicas^(1,20).

Revestimiento iónico superficial

Se trata de un método para lograr la oxidación superficial del metal de cara a mejorar la fuerza de unión

550 con las resinas activas dentales y la tolerancia a la humedad de los resultados. Se aplica tanto a aleaciones nobles como no nobles, de cromo-níquel o de cromo-cobalto^(18,20,28).

El procedimiento se basa en el «chisporroteo» o bombardeo iónico («ion-sputtering») de la pieza metálica, que es la emisión de átomos a partir de un electrodo diana al impactar contra él mismo partículas de alta energía en una cámara con vacío relativo («low vacuum») logrando incandescencia del foco.

Revestimiento con adhesivo de silano

Durante la década de los 70 era la única posibilidad de lograr una unión química entre resina y metal⁽²³⁾, pero tras mantenerse de 6 a 12 meses en ambiente húmedo, disminuía la mayor adhesión inicial entre un 25 y un 90%⁽²⁾.

Consiste en la unión bifuncional de metal (y cerámica) y de la resina por enlaces de óxido de silicio⁽²⁹⁾.

DISCUSIÓN

La consecución de una unión estable en el medio bucal del metal a la resina es un reto todavía no resuelto. El estudio de las características de ambos materiales ha seguido el hilo conductor de sus variadas aplicaciones protésicas^(2, 20, 23).

La investigación a cargo de numerosos grupos de protesistas se ha caracterizado por la imaginación con que han diseñado modificaciones de las características de los elementos retentivos. Se han descrito, pues, técnicas basadas tanto en rasgos de índole físico como químico^(1,4,5,15,17,20).

Estas han sido las dos líneas básicas de progreso. Cada una ha ido complicando las necesidades tecnológicas para su evolución y, en general, ha ido obviando algo tan importante en la práctica como pueda ser la obtención de magnitudes elevadas de retención: la simplicidad del procedimiento. Cuanto más sofisticado es un sistema, más obligado es el control de calidad ya que el margen de error puede ser mayor. Por el contrario, la sencillez de los procedimientos facilita la corrección de errores y asegura globalmente el éxito clínico. El equilibrio entre

ambos conceptos resulta muy difícil de conseguir^(1,6,15,17,20,30,31).

La gran frustración de la investigación en este campo es la dificultad que supone imitar las complejas condiciones físicas, químicas y biológicas del medio bucal. Procedimientos como la aplicación de fuerzas de cizallamiento, termociclado de especímenes, contaminación intencional de éstos mismos con saliva, y sometimiento a condiciones extremas de humedad, no bastan para poner a prueba los sistemas de retención.

Otro objetivo perseguido en buena parte de los casos es conseguir las mínimas alteraciones estéticas y funcionales posibles en el medio bucodental, que están relacionadas con el grosor de estructura metálica que se puede permitir.

Todas estas limitaciones aconsejan asociar, de la manera más racional posible, métodos ya reconocidos como eficaces.

Respecto a la aleación utilizada

Los sistemas de retención macromecánica pueden ser realizados con cualquier tipo de aleación, y resulta fácil su evaluación.

Con las aleaciones no preciosas resultan más eficaces el grabado electrolítico (sobre todo si contienen berilio)^(1, 5,17,19,20,32), las resinas activas⁽²¹⁻²⁵⁾, la asociación de grabado y éstas^(5,19), la combinación de resinas activas y chorreado (de 50 ó 250 μ)^(1,8,19,23,27), el revestimiento iónico superficial^(18,20,28), y, en general, los sistemas de retención macromecánica⁽¹⁷⁾. El sistema Silicoater es también recomendable^(5-12,18,20,28), e implica un chorreado previo del metal, así como el recubrimiento de material poroso^(1,17,20,33).

Con las aleaciones semi o preciosas se obtienen mejores resultados con las retenciones macromecánicas, en general⁽¹⁷⁾. Si contienen paladio con plata, o mejor con cobre, el grabado es exitoso^(17,20).

La asociación de un chorreado con partículas de 50-80 μ y resinas activas es muy recomendable^(1,8,9,17,19,23,24, 27,28,34). También lo son el recubrimiento con material poroso^(1,17,20,33), y el recubrimiento iónico superficial^(18,20,23).

El sistema Silicoater resulta más efectivo todavía si se asocia a una resina activa^(4,7,9,11-13,15). Resultan especialmente diseñados para este tipo de aleaciones el

recubrimiento con estaño electroplacado (excepto si tienen alto contenido de paladio)^(1,17-19) y la oxidación superficial^(1,5,11,22).

Respecto a la fuerza de unión

La fuerza de unión conseguida con retenciones macromecánicas es en general menor que la obtenida por otros sistemas, sobre todo ante fuerzas de cizallamiento^(15,17,35).

Pero la obtenida con el sistema de rejilla colada se considera igual o superior a la de la resina al esmalte dentario grabado con ácido ortofosfórico⁽¹⁵⁾.

Las distintas fuentes consultadas no se ponen de acuerdo respecto a la eficacia del grabado electrolítico^(1,8,17,19,20,23,30,36,37).

El chorreado con partículas de alúmina se considera capaz de ofrecer regularidad ante distintas situaciones, lo que le convierte en un método de referencia para este tipo de estudios⁽³⁸⁾; a pesar de ello, en la práctica se asocia a otros sistemas macromecánicos o químicos^(1,2,4,10,17,18,23,24,27,28,34).

Los sistemas químicos ofrecen todas las fuerzas de unión más altas, en especial el Silicoater y el

551
recubrimiento con estaño electroplacado^(15,17). La excepción son los acondicionadores de metal^(1,5,12,13).

Respecto a la estética

La retenciones macromecánicas precisan de mayor grosor de metal, con lo cual la estética obtenida con la utilización de materiales de resina estéticos, puede quedar comprometida en aquellas zonas donde la preparación dentaria permita poco espacio⁽³⁶⁾. Cuando utilizamos un diseño perforado de unión, puesto que dichas perforaciones pudieran debilitar la estructura metálica, deberemos tener en cuenta su mayor grosor^(20,30,36).

Los sistemas micromecánicos suponen una notable mejora de la estética allá donde esté comprometida; no incrementan el grosor de la estructura metálica^(20,30,36), y si añaden un estrato de otro material, éste es muy delgado^(1,3,20,33,34).

Pero las máximas posibilidades estéticas las incorporan los sistemas químicos, ya que no obligan a reducir el grosor de resina^(1,2,5,12,13,15,18). Además, las resinas activas son ya opacas con un grosor de 50 m^(5,25).

BIBLIOGRAFÍA

- Ming Tay W. *Resin bonded bridges*. Martin Dunitz, London 1991.
- Hansson O. La técnica Silicoater para prótesis fijadas con resina: procedimiento clínico y de laboratorio. *Quintessence (esp.)* 1989;**2**:634-48.
- Voellm L. Rocatec. Un nuevo sistema de unión para blindajes de resina. *Sproden* 1991;**63**:185-192.
- Van der Veen JH, Jongebloed WL, Dijk F, Purdell Lewis DJ, Van der Poel ACM. SEM study of six retention systems for resin-to-metal bonding. *Dent Mater* 1988;**4**:266-271.
- Barzilay I, Myers L, Cooper LB, Graser GN. Mechanical and chemical retention of laboratory cured composite to metal surfaces. *J Prosthet Dent* 1988;**59**:131-7.
- Re GJ, Kaiser DA, Malone WFP, García-Godoy F. Shear bond strengths and scanning electron microscope evaluation of three different retentive methods for resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1988;**59**:568-573.
- Twesme DA, Laceyfield WR, O'Neal SJ. Effects of thermocycling, silicoating and etching on composite bonding to Cu, Au and Ni base alloys. *J Dent Res* 1987;**66**:206.
- Creugers NHJ, Welle PR, Vrijhoef MMA. Four bonding systems for resin-retained cast metal prostheses. *Dent Mater* 1988;**4**:85-88.
- Strygler H, Nicholls JI, Townsend JD. Microleakage at the resin-alloy interface of chemically retained composite resins for cast restorations. *J Prosthet Dent* 1991;**65**:733-9.
- Luthy H, Marinello CP, Egli E, Scharer P. Tensile loading behavior of different conditioned and bonded metal test samples. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1989;**99**:548-52.
- Tenjoma LT, Nicholls JI, Townsend JT, Harper RJ. Chemical retention of composite resin to metal. *Int J Prosthodont* 1990;**3**:78-88.
- Naegeli D, Duke ES, Schwartz R, Norling BK. Adhesive bonding of composites to a casting alloy. *J Prosthet Dent* 1988;**60**:279-83.
- Jones RM, Moore BK, Goodacre CHJ, Muñoz-Viveros C. *J Prosthet Dent* 1991;**65**:221-8.
- Peters D, Marx R. Titanium in adhesive bridge technic: adhesive-metal-bond. *ZWR* 1989;**98**:966-8, 970, 974.
- Van der Veen JH, Bronsdijk AE, Slagter AP, van der Poel ACM,

- 552 Arends J. Tensile bond strength of Comspan resin to six differently treated metal surfaces. *Dent Mater* 1988;**4**:272-277.
- 16 Pfeiffer P. Conserving silicoater treated surfaces with primers for use in adhesive prostheses. *ZWR* 1989;**98**:665-6, 668-669.
- 17 Lawson J. Alternative alloys for resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1991;**65**:97-9.
- 18 Tanaka T, Hirano M, Kawahara M, Matsumura H, Atsuta M. A new ion-coating surface treatment of alloys for dental adhesive resins. *J Dent Res* 1988;**67**:1376-80.
- 19 Watanabe F, Powers JM, Lorey RE. *In vitro* bonding of prosthodontic adhesives to dental alloys. *J Dent Res* 1988;**67**:479-483.
- 20 Saunders WP. Revisión sobre los puentes adhesivos. *Arch Odontoestomatol* 1990;**6**:492-506.
- 21 Tanaka T, Nagata K, Takeyama M, Atsuta M, Nakabashi N, Masuhara E. 4-Meta opaque resin- a new resin strongly adhesive to nickel-chromium alloy. *J Dent Res* 1981;**60**:1697-1706.
- 22 Tanaka T, Atsuta M, Nakabayashi N, Masuhara E. Surface treatment of gold alloys for adhesion. *J Prosthet Dent* 1988;**60**:271-79.
- 23 Espías AF, Murtra J, Alonso S. Estudio de la fuerza de unión a varios metales con diversas superficies retentivas de las «resinas activas» usadas en el cementado de los puentes adhesivos. *Archivos de Odontoestomatol* 1991;**7**:378-84.
- 24 García-Godoy F, Kaiser D, Malone WFP, Hubbard G. Shear bond strength of two resin adhesives for acid-etched metal prostheses. *J Prosthet Dent* 1991;**65**:787-9.
- 25 Matsumura H, Nakabayashi N. Adhesive 4-META/MMA-TBB opaque resin with poly(methyl methacrylate)-coated titanium dioxide. *J Dent Res* 1988;**67**:29-32.
- 26 Barzilay I, O'Connell BC, Myers ML, Graser GN, Schaffer S. Bond strength of 4-META containing materials to different alloys. *J Dent Res* 1988;**67**:129.
- 27 El-Sherif MH, El-Messery A, Halhoul MN. The effects of alloy surface treatments and resins on the retention of resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1991;**66**:782-6.
- 28 Matsumura H, Kawahara M, Tanaka T, Atsuta M. Surface preparations for metal frameworks of composite resin veneered prostheses made with an adhesive opaque resin. *J Prosthet Dent* 1991;**66**:10-5.
- 29 Rada R. Intraoral repair of metal ceramic restorations. *J Prosthet Dent* 1991;**65**:348-50.
- 30 Schäffer H. Determination of the etching surface of metal frameworks in resin-bonded prostheses. *J Prosthet Dent* 1991;**65**:51-3.
- 31 Fayyad MA. Resistencia a la tensión de las aleaciones grabadas electroquímicamente y adheridas al esmalte con resina. *Quintessence (esp)* 1991;**4**:213-216.
- 32 Lin TH, Chang HJ, Chung KH. Interfacial strengths of various alloy surface treatments for resin-bonded fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1990;**64**:158-62.
- 33 Stokes AN, Tidmarsh B. Porous metal coatings for resin-bonded systems. *J Prosthet Dent* 1986;**56**:170-175.
- 34 Turner CH, Sinclair L. Spayed opaque porcelain as a retentive surface for resin-bonded restorations. *Int J Prosthodont* 1990;**3**:384-390.
- 35 Brantley CF, Kanoy BE, Sturdevant JR. Thermal effects on the retention of resin-bonded retainers. *Dent Mater* 1986;**2**:67-71.
- 36 Shue S-L, Nicholls JJ, Townsend JD. The effect of metal retentive designs on resin veneer retention. *J Prosthet Dent* 1987;**58**:297-305.
- 37 Meiers JC, Jensen ME, Mayclin T. Effect of surface treatments on the bond strength of etched-metal resin bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1985;**53**:185-190.
- 38 Mathey Y, Dubied P, Geering AH. A comparison of the adhesive strength of unaged and aged metal-resin bonding systems. An *in vitro* study. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1990;**100**:401-7.