
REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL EFECTO DEL ÁCIDO FOSFÓRICO USADO EN RESINAS COMPUESTAS SOBRE LA DESMINERALIZACIÓN DENTINAL*

HÉCTOR IVÁN GARCÍA**, MARÍA ELENA CUARTAS***, ANA CATALINA CASTAÑO****, ELIZABETH LLANO*****

RESUMEN. En esta revisión sistemática, tipo metanálisis, se estudió el efecto del ácido fosfórico sobre la profundidad de la estructura dentinal, según el tiempo de aplicación, la concentración, el pH y el tipo de aglutinante, en cuatro artículos seleccionados de 1.731 revisados, publicados entre 1990 y 2003. La medida global del resultado utilizada fue la diferencia estándar de medias de la profundidad de desmineralización dentinal obtenida por el ácido. Se encontró que la profundidad de ésta es directamente proporcional al tiempo de aplicación del ácido fosfórico. Para las demás variables (concentración, pH y aglutinante) no se pudieron extraer conclusiones significativas debido a los pocos datos obtenidos, por lo que se sugiere que no existen las pruebas científicas suficientes para respaldar este tipo de procedimientos.

Palabras clave: ácido fosfórico, dentina, desmineralización, metanálisis.

ABSTRACT. In this systematic review, a meta-analysis type, the effect of phosphoric acid was evaluated on the demineralization depth of the dentinal structure, according to the application time, the concentration, the pH and the agglutinant type in four selected articles from 1.731 that were reviewed and that were published between 1990 and 2003. The global measurement of the result used, was the standard difference of average depth of dentinal demineralization produced by the acid. It was found that this depth is directly proportional to the application time of phosphoric acid. For the other variables (concentration, pH and type of agglutinant) significant conclusions could not be reached due to the few data obtained, which suggests that there is not enough scientific evidence to support this kind of procedure.

Key words: phosphoric acid, dentin, demineralization, meta-analysis.

INTRODUCCIÓN

Desde que Buonocore¹ introdujo el ácido fosfórico para el grabado de la superficie dentaria se logró mayor receptividad para la adhesión y que la odontología hubiera progresado y mejorado en las técnicas restaurativas.

Es ampliamente reconocido que la adhesión al esmalte grabado es confiable, predecible y duradera.

Esto motivó a trabajar de la misma forma en la superficie dentinal, con la limitación de que ésta es mucho más compleja por la composición mineral y orgánica, por su estructura tubular, por la presencia del proceso odontoblástico y por el fluido dentro de los túbulos.²⁻⁵ Se ha demostrado que al emplear el ácido fosfórico, la adhesión a la dentina mejora debido a que se remueve la capa de barro

* Artículo derivado de una investigación realizada como requisito parcial para optar al título de especialistas de las dos últimas coautoras.

** Médico y cirujano, Magíster en Salud Pública, Magíster en Epidemiología con énfasis en Epidemiología Clínica, Profesor Asociado. Escuela de Investigaciones Médicas Aplicadas. Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Dirección electrónica: higarca@quimbaya.udea.edu.co.

*** Odontóloga, Especialista en Odontología Integral del Adulto, Profesora Jubilada. Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Dirección electrónica: mecuartas@eom.net.co.

**** Odontóloga, estudiante de Odontología Integral del Adulto con énfasis en Prosthodontia. Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Dirección electrónica: anacata8@yahoo.com.

***** Odontóloga, estudiante de Odontología Integral del Niño y Ortopedia Maxilar. Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Dirección electrónica: ellano67@hotmail.com.

GARCÍA, HÉCTOR IVÁN, MARÍA ELENA CUARTAS, ANA CATALINA CASTAÑO, ELIZABETH LLANO. Revisión sistemática del efecto del ácido fosfórico usado en resinas compuestas sobre la desmineralización dentinal. Rev Fac Odont Univ Ant, 2005; 16 (1 y 2): 60-69

RECIBIDO: SEPTIEMBRE14/2004 - ACEPTADO: ABRIL 26/2005

dentinal, se incrementa la amplitud de los túbulos dentinales y se desmineraliza en profundidad.⁶⁻⁹

El grado de desmineralización en el esmalte y en la dentina depende de varios parámetros como son el tipo de ácido (ácido fosfórico, ácido maleico o ácido cítrico), las características específicas de cada ácido (concentración, pH y aglutinante), el tiempo de grabado (desde 15 hasta 120 s), la presentación del ácido (gel, semigel o solución acuosa), el tiempo de lavado, la manera en la cual se activa el ácido (por frotación, agitación o por una aplicación repetida) y el tipo de sustrato.¹⁰⁻¹³

Una vez acondicionada la superficie dentinal se procede a aplicar el imprimador y el adhesivo los cuales van a ser los agentes de unión entre la dentina y la resina. El mecanismo de adhesión de las resinas a la dentina propuesto por Nakabayashi en 1992 fue descrito como micromecánico debido a la impregnación y polimerización in situ de los monómeros dentro del colágeno expuesto en las superficies desmineralizadas de la dentina, creando así una capa híbrida.¹⁴ Se pensaba que la mejor adhesión se atribuía a las grandes proyecciones de resina y al mayor espesor de la capa híbrida, pero esto es aún controversial, debido a que no se sabe si los sistemas adhesivos penetran totalmente en la profundidad de dentina desmineralizada dentro de la red de colágeno.^{8, 15}

Aunque la mayoría de los componentes de los ácidos, los imprimadores, los adhesivos y las resinas pueden ser semejantes,¹⁶ la variación de pequeños porcentajes de estos elementos o la incorporación de otros componentes, podrían ser determinantes para lograr un resultado diferente. Por esto se hace relevante conocer el efecto específico del ácido fosfórico, al igual que el del imprimador, el adhesivo y la resina para obtener un resultado final satisfactorio. Debido a que la utilización del ácido fosfórico es el primer paso del proceso de adhesión en una restauración con resina, esta investigación se limitó a lo que concierne a este compuesto.

Por la diferencia en profundidad de desmineralización reportada en la literatura, el objetivo de este estudio fue calcular el efecto global del ácido

fosfórico sobre la profundidad de la desmineralización, según los tiempos de aplicación, la concentración y el pH.

Con frecuencia las investigaciones clínicas tienen muestras muy pequeñas que limitan la precisión y generalización de los resultados; sin embargo, con la combinación de varias investigaciones similares en un metanálisis, se puede incrementar el poder estadístico de manera razonable que permita detectar pequeños, pero significativos, efectos de procedimientos que los estudios individuales no podrían determinar.¹⁷

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta revisión sistemática se incluyeron estudios que evaluaran el efecto del ácido fosfórico como agente desmineralizante sobre la dentina, en los cuales el material de restauración fuera resina. Además, las pruebas debían haberse realizado in vitro, en dientes permanentes de humanos, con dentina como sustrato, que se incluyeran algunas de las siguientes variables: concentración (10, 15, 35 y 37%), pH, aglutinante (sílice o polímero) y tiempo de aplicación (en segundos); que tuvieran como variable resultado la profundidad de desmineralización en micrómetros y que finalmente tuvieran definido un grupo control que no recibió tratamiento.

Se buscaron las investigaciones publicadas en revistas indexadas en las bases de datos Medline y Embase en el periodo 1990 a 2003 y en la Biblioteca Cochrane edición de diciembre de 2003. Para la búsqueda se usó el término *phosphoric acid* combinado con *pH, dentin, demineralization, concentration, acid solutions, depth, silica, acid etching, agglutinant y polymer*. Además se buscaron las referencias citadas en los artículos encontrados.

Para obtener estudios no publicados se consultaron, por medio electrónico, los autores de los artículos encontrados y se consultó a los grupos de revisiones sistemáticas de salud oral de la Colaboración Cochrane.

Todos los estudios encontrados se revisaron de forma independiente por las dos investigadoras estudiantes de posgrado, buscando en ellos el cumplimiento de los criterios de inclusión, la presencia de alguna de las variables independientes y existencia de medición de la profundidad de la desmineralización producida por el ácido fosfórico. Aunque en el protocolo se definió una evaluación de la calidad de los estudios para incluir, debido al poco número de estudios conseguidos, se decidió no hacerla y solo incluir investigaciones que cumplieran los criterios mencionados. Finalmente los datos fueron extraídos y procesados estadísticamente por otro investigador.

La medida del efecto que se usó fue la diferencia estándar de los promedios de profundidad de la desmineralización que produjo el ácido, definida como la diferencia de medias entre el grupo trata-

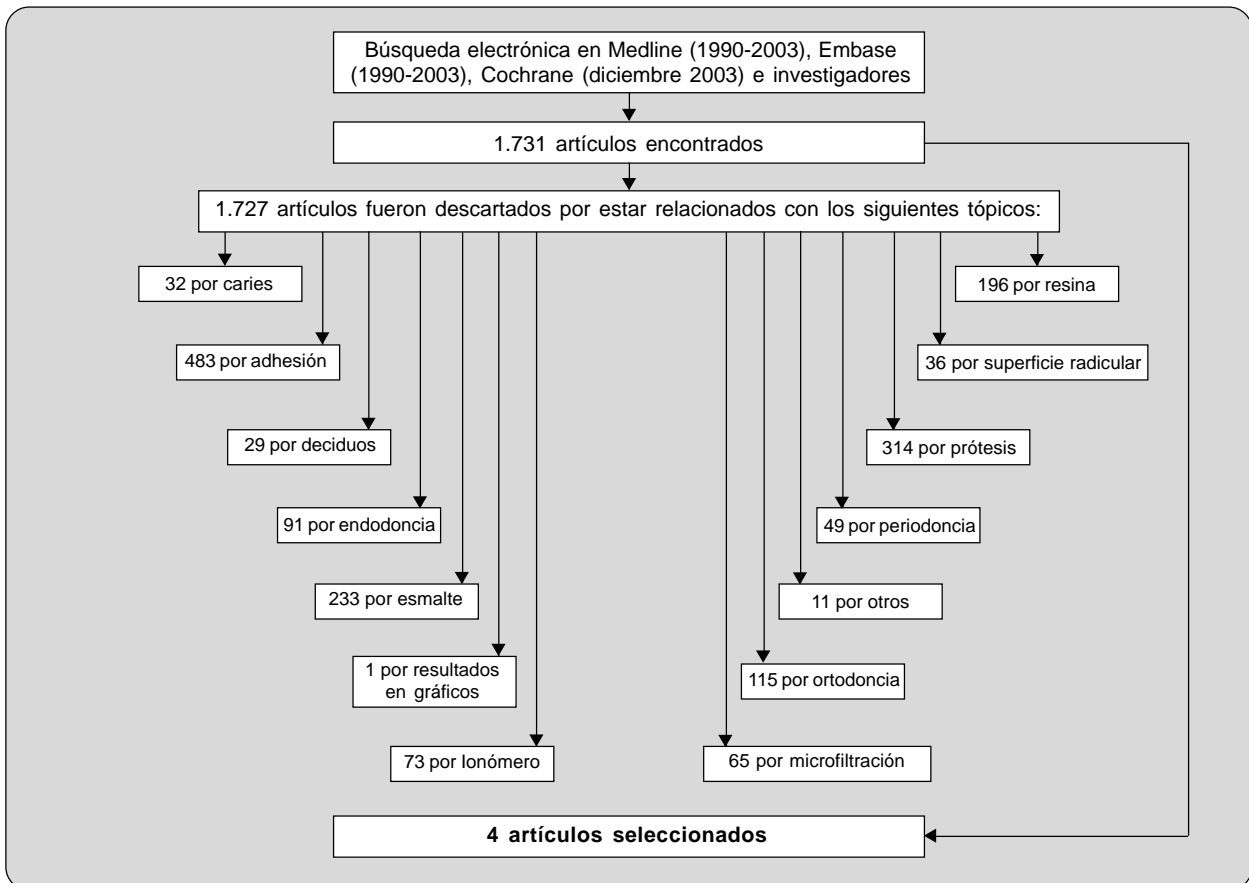
do con ácido fosfórico y el grupo control, dividida por la desviación estándar común entre los grupos. Los estudios se combinaron usando el método de efectos fijos porque la prueba de heterogeneidad de los estimadores primarios de los estudios no fue significativa (estadístico de prueba Q y un valor de $p > 0,05$). Se calcularon los estimados globales puntuales y su intervalo de confianza (95%).

Todos los cálculos se hicieron con el *software* Comprehensive Meta-Analysis (Biostat®, New Jersey, USA).

RESULTADOS

En el periodo de búsqueda se identificaron 1.731 artículos y estudios, de los cuales cuatro cumplieron con los criterios de inclusión. Los restantes se descartaron por diversos motivos que se muestran en la figura 1.

Figura 1
Búsqueda y selección de estudios



Aunque se había planeado hacer una selección de estudios realizados con base en criterios de calidad, ello no se hizo por la poca cantidad de investigaciones encontradas.

Se encontró un artículo que cumplía con las características para ser incluido, excepto por la ausencia de los datos en la variable resultado, ya que sólo publicaron las microfotografías de la desmineralización, pero no informaban los valores de las mediciones. Se escribió a los autores solicitándoles la información estadística de las imágenes, pero no hubo ninguna respuesta y por tal motivo se descartó.

Descripción de los estudios seleccionados

En el estudio de Perdigao y colaboradores (1996)¹⁸ se utilizaron 30 dientes, no restaurados y libres de caries que se almacenaron por un mes. Se les removió la superficie del esmalte a cada uno y se hicieron cortes paralelos a la superficie oclusal en la mitad de la dentina, obteniéndose muestras de 600 μm ($\pm 100 \mu\text{m}$) de espesor. A cada porción de la parte inferior se le aplicó dos capas de barniz, se hizo un surco transversal sobre este lado para facilitar el corte. Luego se creó una capa de barro dentinal en la parte superior con papel abrasivo.

La muestra se dividió en 6 grupos de 5 especímenes cada uno. Se aplicó ácido fosfórico a concentraciones diferentes (10% acuoso, 10% con sílice, 10% con polímero, 37% acuoso, 35% con sílice y 32% con polímero) por 15 segundos, se lavó con agua por 10 s y se secó la superficie con aire por 1-2 s; los especímenes se sometieron a los procedimientos de fijación, deshidratación, inmersión y secado. Las muestras se observaron en un microscopio electrónico de barrido (SEM). Se tomó la medida más profunda de la dentina intertubular desmineralizada (μm) sobre el monitor del microscopio y se fotografió.

En el otro estudio de Perdigao y Lopes (2001)¹⁹ se extrajeron 21 dientes en los cuales se empleó la misma metodología del artículo del mismo autor del año 1996, excepto por el grosor de cada muestra que fue de 800 μm , se utilizó ácido fosfórico al 35%

(Ultra Etch, Ultradent, cuyo espesante es sílice) y las muestras fueron distribuidas al azar en igual cantidad en 7 grupos con diferentes tiempos de grabado así: 5, 15, 30, 45, 60, y 60 s más 60 s (120 s en total). La profundidad de desmineralización intertubular fue medida en 5 áreas de cada superficie dentinal, y tuvieron un total de 15 medidas por cada tiempo de grabado: en el área central del disco de dentina, a 200 y a 400 μm del área central de cada lado.

En el artículo de Matos y colaboradores (1997)²⁰ se obtuvieron muestras de 3 mm de grosor del tercio medio de molares los cuales fueron almacenados en solución salina. Se les removió el esmalte y la raíz. Se obtuvo una capa de barro dentinal estándar con discos abrasivos. A cada superficie se le aplicó un ácido fosfórico: 10% (Aelitebond), 35% ácido fosfórico (Scotchbond Multi-purpose Plus) y 37,5% de ácido fosfórico (Optibond).

El tiempo de acondicionamiento para todos los grupos fue de 15 s. Se les realizó un proceso de fijación y deshidratación. Los discos de dentina preparados se observaron en microscopio electrónico de barrido (SEM) y se fotografiaron.

En la investigación de Uno y Finger (1996)²¹ se usó el ácido fosfórico con sílice a concentraciones del 5, 10, 20, y 35% en incisivos y premolares, las muestras se almacenaron por un periodo máximo de 3 meses se embebieron en resina epóxica, se sacó una superficie vestibular o proximal localizada en el tercio externo mediante un desgaste con papel abrasivo. Las profundidades de desmineralización de dentina fueron determinadas por un método directo, en donde la pérdida de dentina debido al acondicionamiento fue medido microscópicamente. En este método directo la pérdida de sustancia de las superficies dentinales, fue determinada con un microscopio de luz.

La profundidad de desmineralización se midió en 5 puntos diferentes de la superficie dentinaria. Para hacer este registro, las muestras fueron acondicionadas por 30 s, lavadas por 20 s secadas con aire y se observó nuevamente en el microscopio. La diferencia entre la primera y la segunda observación en el microscopio, representa la pérdida vertical de sus-

tancia entre el barro dentinal de la parte superior y la superficie de la red de colágeno colapsada. Se hizo una tercera observación en las mismas muestras, luego del lavado de la superficie con NaOCl al 10% por 60 s, para remover el colágeno expuesto por medio de una desproteización.

Para cada tratamiento acondicionador (ácido fosfórico al 5, 10, 20 ó 35%), se usaron 5 muestras y en cada una de ellas se hicieron 5 mediciones. El valor de la profundidad de desmineralización es el valor promedio de esas 25 mediciones, cada acondicionador, se aplicó a 15, 30, 60 y 120 s.

Las características más relevantes de los estudios seleccionados se presentan en la tabla 1.

Síntesis cuantitativa de los estudios

Una vez realizado el análisis estadístico de los artículos seleccionados, se encontró que la profundidad de desmineralización de la dentina al usar el ácido fosfórico a una concentración del 10% durante 15 segundos, fue en promedio de 4,3 μm (figura 2). Cuando se

relacionaron los artículos a una concentración del 35% durante 15 s, se obtuvo una desmineralización promedio de 7,1 μm (figura 3). De igual forma con el ácido fosfórico a una concentración del 37% durante 15 s, se obtuvo una desmineralización promedio de 4,8 μm (figura 4). Con el ácido fosfórico a una concentración del 35% durante 30 s, se obtuvo una desmineralización promedio de 7,3 μm (figura 5). Al tomar los del ácido fosfórico a una concentración del 35% durante 60 s, se obtuvo desmineralización promedio de 10,3 μm (figura 6) y por último, al relacionar el ácido fosfórico a una concentración del 35% durante 120 s, se obtuvo desmineralización promedio de 9,1 μm (figura 7).

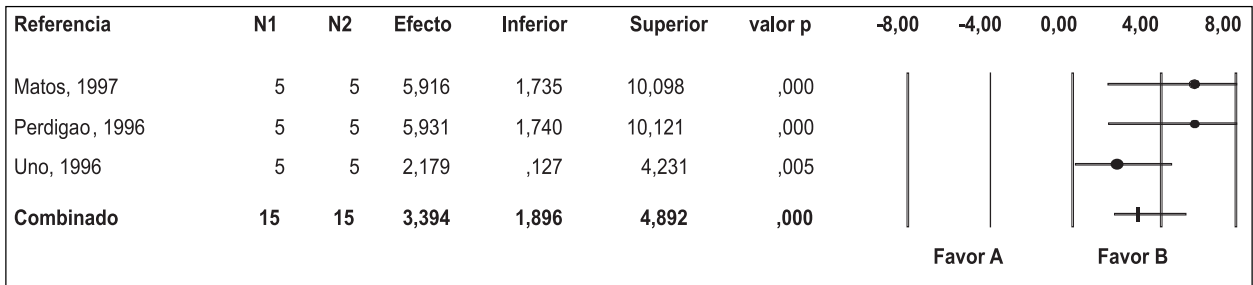
Los resultados que se presentan a continuación pertenecen a las medidas individuales tomadas directamente de los artículos, ya que no tenían variables semejantes en los otros estudios para poderlos relacionar, y por lo tanto, no son comparables con los resultados previamente mencionados, ya que los primeros son promedios globales y no medidas individuales.

Tabla 1
Características metodológicas de los estudios seleccionados

ARTICULO	MUESTRA	TIEMPO DE GRABADO (seg)	[]	MARCA	FABRICANTE	ESPESANTE	PH	MICROSCOPIO	FOTOGRAFIA	APERTURA TUBULOS	PRESENTACIÓN
Perdigao, 1996	5	15	10%	-	privado	-	0,48	FE-SEM	SÍ	-	acuoso
Perdigao, 1996	5	15	10%	Ultraetch	Ultradent	silice	1,31	FE-SEM	SÍ	-	gel
Perdigao, 1996	5	15	10%	All etch	Bisco	polimero	0,48	FE-SEM	SÍ	-	semi-gel
Perdigao, 1996	5	15	37%	-	privado	-	-0,43	FE-SEM	SÍ	-	acuoso
Perdigao, 1996	5	15	35%	Ultraetch	Ultradent	silice	0,02	FE-SEM	SÍ	-	gel
Perdigao, 1996	5	15	32%	Unietch	Bisco	polimero	-0,17	FE-SEM	SÍ	-	semi-gel
Perdigao, 2001	3	5	35%	Ultraetch	Ultradent	silice	0,02	FE-SEM	SÍ	-	gel
Perdigao, 2001	3	15	35%	Ultraetch	Ultradent	silice	0,02	FE-SEM	SÍ	-	gel
Perdigao, 2001	3	30	35%	Ultraetch	Ultradent	silice	0,02	FE-SEM	SÍ	-	gel
Perdigao, 2001	3	45	35%	Ultraetch	Ultradent	silice	0,02	FE-SEM	SÍ	-	gel
Perdigao, 2001	3	60	35%	Ultraetch	Ultradent	silice	0,02	FE-SEM	SÍ	-	gel
Perdigao, 2001	3	120	35%	Ultraetch	Ultradent	silice	0,02	FE-SEM	SÍ	-	gel
Perdigao, 2001	3	60 + 60	35%	Ultraetch	Ultradent	silice	0,02	FE-SEM	SÍ	-	gel
Matos, 1997	5	15	10%	Aelltebond	Bisco	silice	-	FE-SEM	SÍ	2,88	
Matos, 1997	5	15	35%	Scotchbond multi-purpouse plus	3M	silice	-	FE-SEM	SÍ	2,9	
Matos, 1997	5	15	37,5%	Optibond	Kerr	silice	-	FE-SEM	SÍ	2,47	
Uno, 1996	1	120	5%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	120	10%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	120	20%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	120	35%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	60	5%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	60	10%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	60	20%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	60	35%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	30	5%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	30	10%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	30	20%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	30	35%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	15	5%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	15	10%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	15	20%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel
Uno, 1996	1	15	35%	-	-	silice	-	LUZ	NO	-	gel

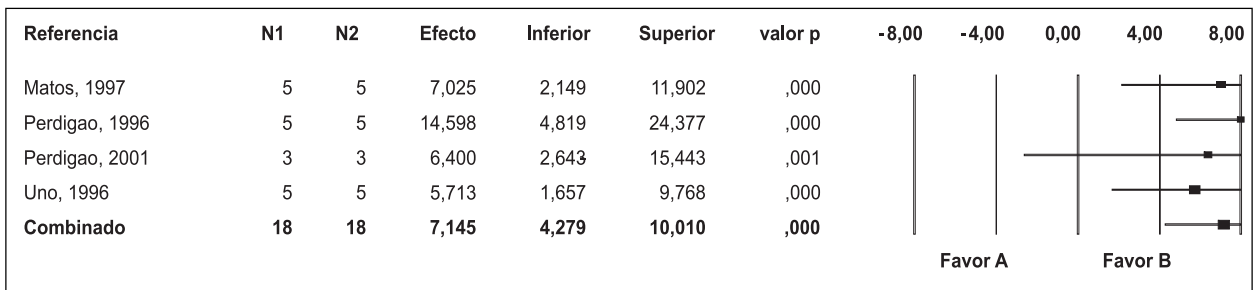
Las celdas vacías corresponden a falta de información.

Figura 2
Profundidad de desmineralización



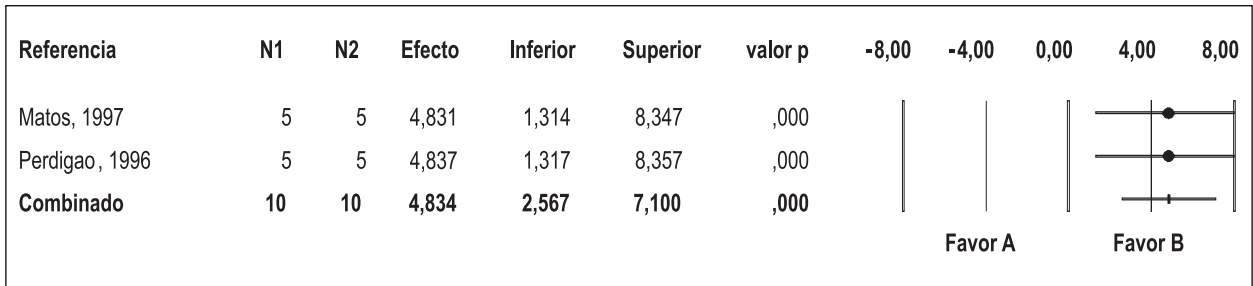
Tratamiento A: control, tratamiento B: ácido fosfórico

Figura 3
Profundidad de desmineralización



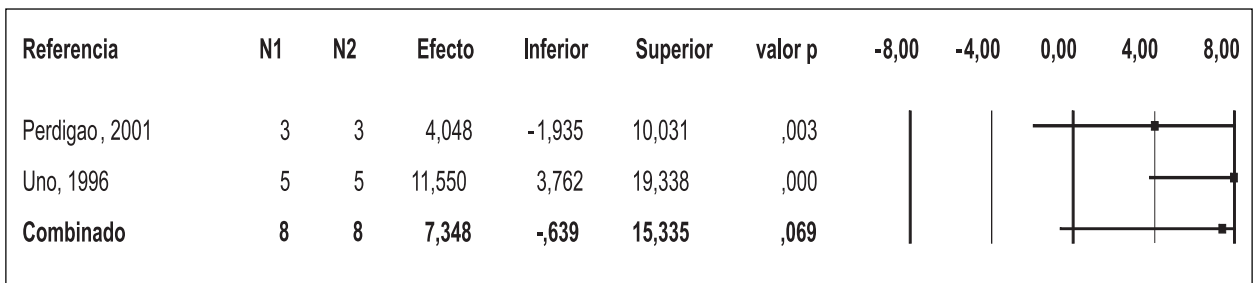
Tratamiento A: control, tratamiento B: ácido fosfórico

Figura 4
Profundidad de desmineralización



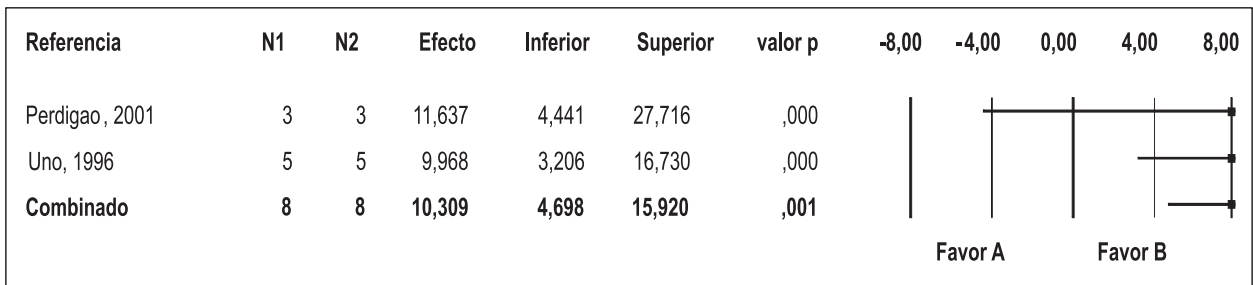
Tratamiento A: control, tratamiento B: ácido fosfórico

Figura 5
Profundidad de desmineralización



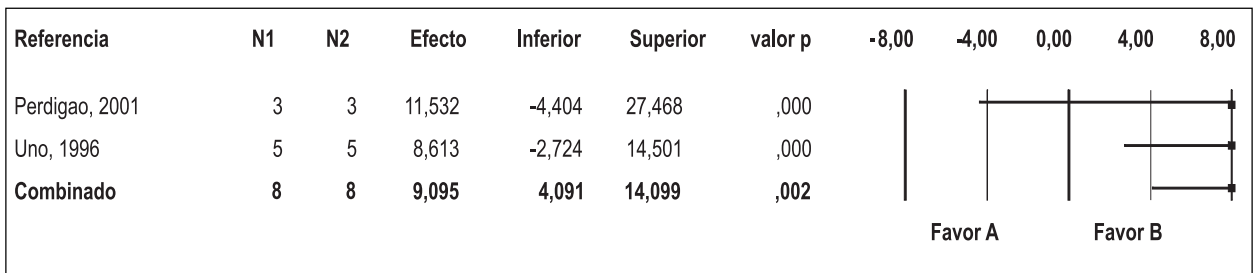
Tratamiento A: control, tratamiento B: ácido fosfórico

Figura 6
Profundidad de desmineralización



Tratamiento A: control, tratamiento B: ácido fosfórico

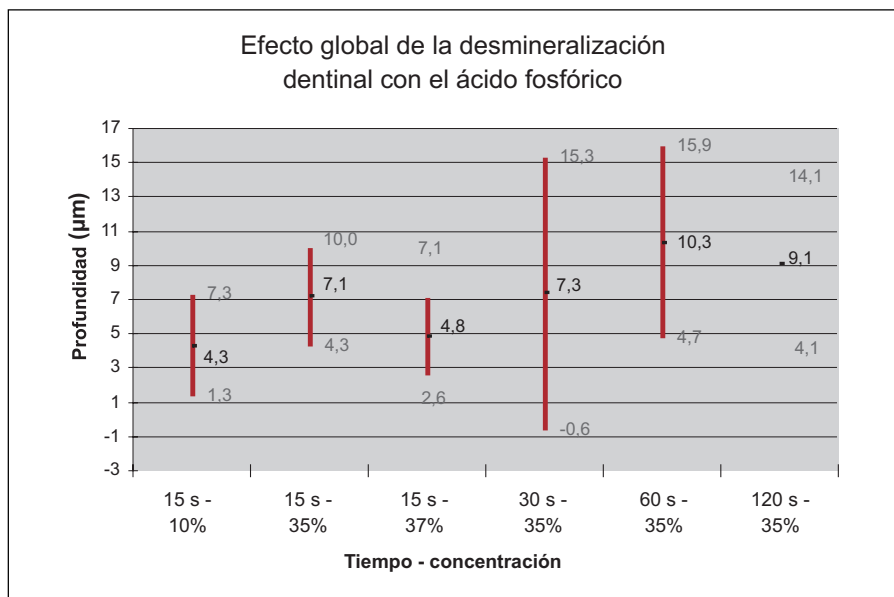
Figura 7
Profundidad de desmineralización



Tratamiento A: control, tratamiento B: ácido fosfórico

En el artículo de Perdigao (1996), en donde se utilizó el ácido fosfórico al 32% con polímero (Uni-Etch) durante 15 s y con un pH de $-0,17$, presentó profundidad de desmineralización promedio de los 5 especímenes medidos de $4,02 \pm 0,75 \mu\text{m}$

Figura 8
Efecto global de la desmineralización dental



En el artículo de Perdigao (2001), en donde se utilizó el ácido fosfórico al 35% con sílice (Ultraetch) durante 5 s, presentó profundidad de desmineralización promedio de las 15 medidas realizadas en 5 partes del troquel de $1,1 \pm 0,1 \mu\text{m}$ con un rango de 0,9-1,3 μm ; en donde se utilizó el ácido fosfórico al 35% con sílice (Ultraetch) durante 45 s, presentó profundidad de desmineralización de $3,3 \pm 0,2 \mu\text{m}$ con un rango de 2,9 a 3,6 mm. y en donde se utilizó el ácido fosfórico al 35% con sílice (Ultraetch) durante 60 s inicialmente y luego se agregó otros 60 s, presentó una profundidad de desmineralización de $10,5 \pm 0,7 \mu\text{m}$ con un rango de 9,1-11,1 μm .

En el artículo de Uno (1996), el promedio de la desmineralización que resultó de las diferentes concentraciones de los ácidos después de 30 s de acondicionamiento fueron de 6,2 8,6 y 9,7 μm a una concentración respectiva de 5, 10 y 20%.

DISCUSIÓN

Para proveer una evaluación consistente de los estudios con el efecto del tratamiento a la dentina con el uso del ácido fosfórico, se seleccionaron cuatro publicaciones de 1.731 artículos revisados que cumplieron los criterios de inclusión. Este gran número de estudios rechazados se podría considerar como una ventaja para hacer un mejor análisis, porque se eliminan estudios incoherentes o con conclusiones inconsistentes, que es una condición para la generación de conocimiento y para avanzar en la investigación; pero también pudiera expresar la poca producción científica de calidad en el área.

El periodo de tiempo escogido para la búsqueda de los estudios, de 1990 a 2003, se basó en la posibilidad de trabajar con artículos que mostraran mayor rigor científico en sus resultados con el fin de aplicar análisis estadístico apropiado.

Aunque el metanálisis contribuye a resultados con más precisión, está determinado por la selección de artículos incluidos y por la presencia de potenciales sesgos, el principal de ellos es el de publicación. La calidad del metanálisis no solo la determina su validez interna, sino también la existencia de su-

ficientes estudios primarios, realizados con rigor científico y con el máximo nivel de evidencia posible. En este caso, algunos de los trabajos solo eran reportes de casos o experiencias aisladas de los autores.

Los estudios no publicados que son significativos pueden alterar la información porque esto implica una subestimación del efecto total. Además, puede existir información valiosa de baja circulación o de difícil acceso “literatura fugitiva” como tesis de grados o pruebas realizadas por las diferentes casas comerciales, por medio de las cuales se puede obtener mayor cantidad de datos. No se encontró evidencias de estudios que no hubieran sido publicados.

En este metanálisis, el sesgo de publicación es difícil de estimar, considerando el número tan reducido de publicaciones que lo componen, lo cual limita su poder; sin embargo, el número de muestras es grande (82). Cuando el número de estudios comprendidos en el análisis es pequeño, se debe ser cuidadoso con la interpretación de resultados que no sean significativos.

Los distintos métodos de procesamiento in vitro de los especímenes usados por los autores de los estudios seleccionados, pudieran generar que estos tengan condiciones basales diferentes al inicio de los ensayos, y por consiguiente los resultados obtenidos se deban a esas condiciones y no al efecto del ácido fosfórico; pero en los estudios seleccionados, existen dos (Perdigao, 1996 y Perdigao, 2001) que presentan metodologías semejantes, los cuales pueden tener más estandarización de datos para comparar los resultados finales; y a pesar de que los otros dos artículos tienen más variabilidad metodológica, describen con claridad el proceso de selección, almacenamiento y procesamiento de las muestras.

Las principales limitaciones de esta revisión son: 1) falta de datos más específicos en algunos artículos con respecto a variables que se pretendían estudiar (pH, entre otros); 2) falta de especificación sobre el patrón de desmineralización de cada una de las muestras; 3) falta de datos estadísticos

de algunos artículos que tenían la posibilidad de ser incluidos en la revisión, y 4) falta de artículos que tuvieran las mismas variables para poderlas resumir estadísticamente.

El tiempo de aplicación de ácido, según el presente metanálisis, es muy importante en el momento de evaluar el efecto del ácido fosfórico, pero no se puede concluir con respecto al pH y el aglutinante. La concentración del ácido es importante, pero no es la variable más influyente para determinar su selección.

Se sugiere, entonces, que a mayor tiempo de aplicación del ácido, se obtiene mayor profundidad de desmineralización. Esto se debe interpretar de manera cuidadosa, ya que a mayor profundidad de desmineralización no implica, necesariamente, que haya mejor penetración del adhesivo y por lo tanto mejor éxito en las restauraciones con resina. Queda el interrogante de si fuese ideal lograr que los adhesivos tuvieran mejor capacidad de penetración en la zona desmineralizada, en vez de reducir el tiempo de grabado.

Según el reporte de Nor,²² se recomienda el uso del ácido fosfórico en dentina al 35% por 7 s en donde se logra profundidad de desmineralización semejante a la obtenida por el mismo ácido durante 15 s con la misma concentración de 35%.

Al comparar los estudios de Perdigao (1996 y 2001), con el ácido fosfórico al 35%, a 15 s de aplicación y con un pH de 0,02, se obtiene profundidad de desmineralización promedio de 10,05 μm ($\text{IC}_{95\%}$: 1,3-18,8). Al obtener el promedio de la profundidad de desmineralización de los otros dos artículos en donde no se especifica la variable pH, pero que tienen igual tiempo de aplicación e igual concentración a los de Perdigao, se obtiene un valor de 6,3 μm ($\text{IC}_{95\%}$: 3,4-9,0). Con estos resultados se puede deducir que el pH utilizado por los últimos autores puede ser diferente a los de Perdigao, aunque no se puede concluir si es mayor o menor por la poca cantidad de datos disponibles de esta variable. Además los dos promedios de profundidad de desmineralización no son significativos ($p > 0,05$).

El pH es uno de los factores que pertenecían a los datos no proporcionados por las diferentes casas comerciales para proteger sus productos. Hoy en día es más fácil la obtención de los datos, y en general, el pH utilizado por las casas comerciales en el ácido fosfórico para la restauración con resinas compuestas, es bajo (tabla 1). Puede plantearse como hipótesis que el rango de variables en el pH puede ser tan pequeño que no sea significativo o es un factor poco importante por considerar; sin embargo, el odontólogo clínico debe tener en cuenta que un pH tan bajo debe ser aplicado de forma cuidadosa y lo más localizado posible en la superficie dental para evitar alterar las estructuras adyacentes.

Con el presente estudio es difícil obtener conclusiones con relación a la variable aglutinante, debido a que la mayoría de los productos contienen sílice, sólo dos de las marcas comerciales de los artículos revisados contienen polímero, y otras dos son desconocidas por ser de laboratorios particulares. No hay un número de muestras significativas para poder hacer las respectivas comparaciones.

Existe otro factor por considerar como es la desnaturalización del colágeno, el cual puede influir en la formación o no de la capa híbrida con el fin de lograr el éxito de la restauración. Por lo tanto para sacar conclusiones en el éxito de una restauración se requiere del análisis de muchos factores.

Es necesario hacer investigaciones futuras sobre los aspectos clínicos concernientes al uso adecuado de los adhesivos, que no se tuvieron en cuenta en el presente trabajo con el fin de lograr los mejores resultados en el comportamiento de los materiales dentales durante las restauraciones adhesivas con resinas.

CONCLUSIONES

1. La profundidad de desmineralización de la dentina es directamente proporcional al tiempo de aplicación del ácido fosfórico.
2. No se puede concluir respecto al efecto de la concentración, el pH y el aglutinante del

ácido fosfórico debido a los pocos datos disponibles.

3. De acuerdo con la información que obtuvimos, la práctica clínica de aplicación del ácido fosfórico en la dentina en nuestro medio colombiano está basada en insuficientes pruebas científicas que respalden este procedimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bounocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. *J Dent Res*, 1995; 34 (6): 849-853.
2. Swift EJ, Perdigo J, Heymann H. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int*, 1995; 26 (2): 95-110.
3. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative system. *J Dent Res*, 1979; 58: 1364.
4. Kanca J. Effect of dentin drying on bond strength. *J Dent Res*, 1991; 70 (Abstracts of Papers 1029): 394.
5. Gwinnett AJ, Kanca J. Micromorphological relationship between resin and dentin in vivo and in vitro. *Am J Dent*, 1992; 5: 19-23.
6. Saraceni CHC, Matos AB, Matson E, Carvalho RCR. Estudo in vitro de diversos agentes de limpeza da superfície dentinaria. *Anais da XI reunião Anual da SBPqO. Aguas de São Pedro*, 4-7, set., 1994. Resumo n. 212, p. 31. Citado en: Matos A, Palma R, Saraceni C, Matson E. Effects of acid etching on dentin surface: SSEM morphological study. *Braz Dent J*, 1997; 8 (1): 35-41.
7. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int*, 1993; 24: 618.
8. Sano H, Shono T, Takatsu T, Hosoda H. Microporous dentin "zone beneath resin-impregnated layer". *Oper Dent*, 1994; 1 (9): 59.
9. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambreches P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res*, 1992; 71: 1530-1540.
10. Gwinnett AJ. Moist versus dry dentin. Its effect on shear bond strength. *Am J Dent*, 1992; 5 (3): 127-129.
11. Gwinnett AJ. Structure and composition of enamel. *Oper Dent*, 1992; Suppl 5: 10-17.
12. Tagami J, Hosoda H, Fusayama T. Optimal technique of etching enamel. *Oper Dent*, 1988; 13: 181.
13. Schulein T, Chan, Reinhardt J. Rinsing times for a gel etchant related to enamel / composite bond strength. *Gen Dent*, 1986; 34 (4): 296-298.
14. Nakabayashi N. Resin reinforced dentin due to infiltration of monomers into de dentin at the adhesive interface. *J Jap Dent Mater*, 1992; 1: 78-81.
15. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, et al. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent*, 1995; 20: 18.
16. Summitt J, Robbins J, Schwartz R, Santos J. *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*. 2nd ed. Berlin, Quintessence Publishing. 2001.
17. Felton D, Lang BR. The overview: An article that interrogates the literature. *J Prost Dent*, 2000; 84 (1): 17-21.
18. Perdigo J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Tomé AR, Vanherle G, Lopes AB. Morphological field emission-SEM study of the effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin. *Dent Mater*, 1996; 12: 262-271.
19. Perdigo J, Lopes M. The effect of etching time on dentin demineralization. *Quintessence Int*, 2001; 32 (1): 19-26.
20. Matos AB, Palma RG, Saraceni CHC, Matson E. Effects of acid etching on dentin surface: SEM morphological study. *Braz Den J*, 1997; 8 (1): 35-41.
21. Uno S, Finger WJ. Effects of acidic conditioners on dentine demineralization and dimension of hybrid layers. *J Dent*, 1996; 24 (3): 211-216.
22. Nor JE, Faeigal RJ, Dennison JB, Edwards CA. Dentin bonding: SEM comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *J Dent Res*, 1996; 75 (6): 1396-1403.