

Mantenedores de espacio de resina reforzada con fibra

G. HEMPEL¹, G. FERNÁNDEZ¹, M. BRAVO²

¹Cirujano Dentista. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. ²Cirujano Dentista. Universidad de Chile. Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial. Universidad de Chile. Facultad de Odontología. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile

RESUMEN

Introducción: la pérdida prematura de un diente primario puede llevar a una pérdida de espacio, apiñamiento y desplazamiento de la línea media. Para evitar futuros problemas, es necesario colocar aparatos que puedan mantener el espacio frente a la pérdida temprana de dientes. Actualmente los mantenedores más usados son metálicos, fabricados en laboratorio, lo que significa un valor elevado para el paciente, mayor número de sesiones clínicas y, en algunos casos, complicaciones en los tejidos de soporte. En los últimos 15 años, la resina reforzada con fibra se ha utilizado en odontología para tratamiento inmediato frente a la pérdida dentaria, debido a sus propiedades y características propias. El objetivo de esta revisión es realizar una búsqueda en la literatura acerca de los mantenedores de espacio de resina reforzada con fibra.

Materiales y métodos: la búsqueda fue realizada por medio del buscador Medline a través de Pubmed, Cochrane Library, Trip Database y Elsevier mediante las palabras “fiber reinforced space maintainers” y “Ribbond space maintainers”, obteniéndose un total de 120 publicaciones.

Resultados: del total de estudios obtenidos, 10 citas se encontraban repetidas, 92 no tenían relación al tema a investigar y 3 artículos no cumplían con los criterios de inclusión, por lo que el número total de artículos evaluados para esta revisión fue de 15.

Conclusión: el mantenedor de espacio de resina reforzada con fibra podría ser una buena alternativa de tratamiento frente a la pérdida prematura de dientes. Muchos estudios han comprobado que son eficaces a corto plazo (6 meses), siendo una alternativa rápida, efectiva, estética y que permita controlar mejor la higiene de los pacientes, logrando ser menos traumático para los tejidos de soporte. También podría considerarse como una alternativa a pacientes alérgicos a metales. Sin embargo, todavía faltan estudios que demuestren su efectividad a largo plazo.

PALABRAS CLAVE: Mantenedor de espacio. Resina reforzada con fibra. Ribbond.

ABSTRACT

Introduction: The premature loss of a primary tooth can lead to loss of space, crowding and displacement of the midline. To avoid future problems, it is necessary to place devices that can maintain the space following the early loss of a tooth. The most used space maintainers are metallic and manufactured in a laboratory, which means a higher cost for the patient, more clinical sessions and in some cases, complications in the supporting tissues. In the last 15 years, the fiber reinforced composite resin has been used in orthodontics for immediate treatment following tooth loss, due to its properties and characteristics. The objective of this review is to perform a search of the literature on fiber-reinforced composite resin space maintainers.

Materials and methods: The search was performed using the Medline search through PubMed, Cochrane Library, Trip Database and Elsevier using the words “space maintainers fiber reinforced” and “Ribbond space maintainers”, which gave a total of 120 publications.

Results: Of the total number of studies obtained, 10 articles were repeated, 92 had no relation to the topic under investigation and 3 articles did not meet the inclusion criteria, and the total number of articles evaluated for this review was 15.

Conclusion: The fiber-reinforced composite resin space maintainer could be a good treatment alternative following premature tooth loss. Many studies have shown that it is effective in the short term (6 months) being a fast, effective, aesthetic alternative and that allows better control of patient hygiene, while causing less injury to supporting tissue. It could also be considered as an alternative to patients who are allergic to metals. However, more studies are needed to demonstrate its effectiveness in the long term.

KEY WORDS: Space maintainers. Fiber reinforced composite. Ribbond.

INTRODUCCIÓN

La pérdida prematura de un diente primario puede llevar a una pérdida de espacio, apiñamiento y desplazamiento de la línea media (1-3). La mayor pérdida de espacio se produce inmediatamente después de la extracción y durante los primeros seis meses desde la pérdida del diente primario, aunque también es conveniente mantener un periodo de observación de un año (4). En relación al apiñamiento, existe un aumento estadísticamente significativo con la pérdida prematura de un diente primario (2). Finalmente, los cambios en la línea media ocurren hacia el lado del diente extraído, con mayor frecuencia en mandíbula que en maxilar (3).

Gran cantidad de estudios muestran que la pérdida de espacio es mayor en la mandíbula que en el maxilar (5-7), si el diente extraído corresponde a un segundo molar primario frente a un primer molar primario (8,9) y si la pérdida del diente ocurre a una edad temprana (5). A pesar de esto, Ronnerman y Thilander hablan acerca de que la exfoliación prematura de un primer molar primario tiene un pequeño efecto etiológico en el apiñamiento (10). Tunison y cols. también reportaron una pérdida inmediata de 1,5 mm en la mandíbula y de 1 mm en el maxilar, en relación con la pérdida de los primeros molares primarios después de 6 a 8 meses posextracción (11).

Es por esto que mantener la longitud del perímetro del arco durante la dentición primaria, mixta y permanente temprana es esencial para el desarrollo de la oclusión. Para evitar futuros problemas es necesario colocar aparatos que puedan mantener el espacio frente a la pérdida temprana de una pieza dentaria (12).

El mantenedor de espacio es un dispositivo ortodóncico-protésico pasivo que se emplea en dentición temporal o mixta primera fase, cuando se ha perdido prematuramente un diente temporal (13). Su objetivo es conservar el espacio para los dientes permanentes, mantener la longitud del arco dentario y prevenir la aparición de alguna anomalía dentomaxilar. Otras características que debe cumplir el mantenedor de espacio también mencionadas son las de permitir una higiene adecuada, no interferir con el crecimiento y desarrollo de maxilares y dientes, ser estables y resistentes, no interferir con la función y en lo posible evitar la extrusión del antagonista y restituir la función masticatoria (13).

Los mantenedores de espacio se clasifican en dos grandes grupos, por un lado, los fijos y por otro lado los removibles, cada uno indicado dependiendo de cada paciente, de si existe pérdida dentaria unilateral o bilateral, o si presenta uno o múltiples espacios edéntulos. Dentro de estos dos grandes grupos existe una variedad de alternativas para elegir un mantenedor u otro (13).

Actualmente, los mantenedores más usados son fabricados en laboratorio, siendo los más utilizados los mantenedores de banda y barra o corona metálica y barra (14,15), pero también presentan una serie de desventajas como lo son la necesidad de un modelo de trabajo, su descementación, tendencia a quedar embebidos en el tejido blando, la necesidad de un trabajo de laboratorio y la posibilidad de presentar alergia al metal (16,17). Según Fathian y cols. (18), las causas más comunes del fallo de mantenedores de espacio de laboratorio son la

descementación, falla en la soldadura, quiebre de las bandas, lesiones en tejidos blandos e interferencia con la erupción.

En relación con los avances tecnológicos y principalmente en relación con los materiales dentales, aparecen las resinas o composite reforzadas con fibra, las cuales se han utilizado en muchas aplicaciones en la odontología: periodoncia, ortodoncia, rehabilitación y prótesis (12,19). Es aquí donde surge la idea de un nuevo material para realizar mantenedores de espacio. La resina reforzada con fibras posee muchas aplicaciones en la odontología debido a sus propiedades mecánicas y estructurales (19).

OBJETIVO

El objetivo de esta revisión es realizar una búsqueda en la literatura acerca de los mantenedores de espacio de resina reforzada con fibra.

MATERIALES Y MÉTODOS

La búsqueda fue realizada por medio del buscador Medline a través de PubMed, Cochrane Library, Trip Database y Elsevier mediante las palabras “fiber reinforced space maintainers” y “Ribbond space maintainers”, obteniéndose un total de 120 publicaciones.

Como criterio de inclusión, se incluyeron trabajos que hablaran tanto de mantenedores de resina reforzada con fibra para primeros, segundos o ambos molares primarios superiores o inferiores en pacientes pediátricos y artículos en inglés. Se consideraron artículos publicados entre septiembre de 2003 y febrero de 2017, de acuerdo con los avances en el tema hasta esa fecha.

Como criterio de exclusión fueron descartados artículos que estuvieran escritos en otros idiomas, en los que no fuera posible acceder al texto completo, que no tuvieran relación con el tema del estudio y que no cumplieran con los criterios de inclusión.

RESULTADOS

De un total de 120 estudios obtenidos, 10 citas se encontraban repetidas, quedando un total de 110 registros. De estos, 92 no tenían relación con el tema a investigar, con lo que fueron 18 los artículos filtrados para evaluación. Tres de estos artículos no cumplían con los criterios de inclusión, por lo que el número total de artículos evaluados para esta revisión fue de 15, como se puede ver en la figura 1.

MANTENEDORES DE RESINA REFORZADA CON FIBRA. COMPONENTES

La incorporación de la fibra a la odontología ha traído grandes beneficios y mejoras importantes en cuanto a la rigidez, fuerza, dureza y resistencia a la fatiga (20), y se ha incorporado en varias situaciones clínicas. Las resinas reforzadas con fibra

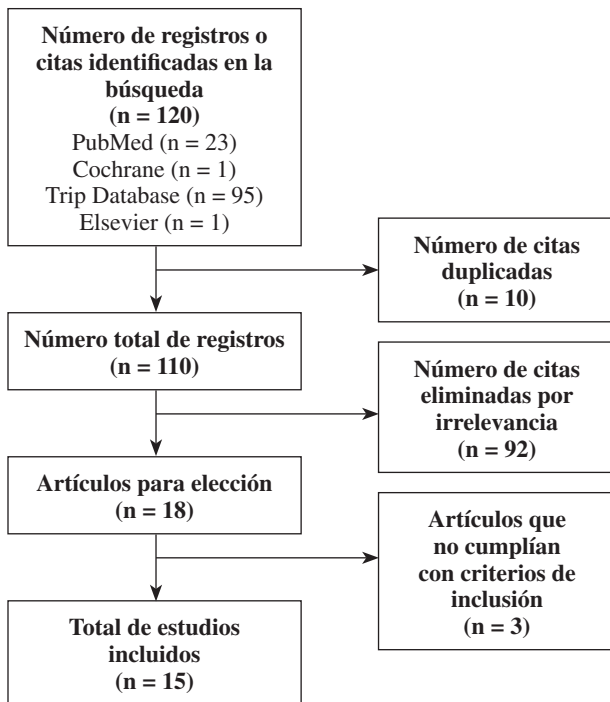


Fig. 1. Metodología de búsqueda.

son materiales estructurales con dos componentes distintos: un componente de reforzamiento, el cual otorga rigidez y fuerza; y una matriz de polímero, la cual mantiene la posición y orientación de las fibras en la estructura de resina (19).

Los principales tipos de fibra utilizados como reforzamiento son el polietileno, el vidrio, el carbón y la aramida, de los cuales la fibra de vidrio y polietileno presentan buena apariencia estética (19). Los estudios que se encontraron en esta revisión se realizaron con dos tipos de fibra: polietileno (Ribbond) y fibra de vidrio (Interlig, everStick).

MANTENEDORES DE RESINA REFORZADA CON FIBRA. VENTAJAS

Los mantenedores de resina reforzada con fibra son más económicos y ahorran tiempo, no requieren de un modelo de trabajo, no requieren de una segunda visita, son fáciles de aplicar, proveen buena adhesión y retención, pueden ser usados cuando existe una alergia a metales, con niveles de higiene fáciles de mantener, estéticos, ofrecen la posibilidad de poder ser rápidamente reparados y tener una sensación de diente natural (16,21-25).

MANTENEDORES DE RESINA REFORZADA CON FIBRA. BIOMECÁNICA

En relación a la biomecánica de estos mantenedores, Kara y cols. (26) midieron la distribución de cargas en mantenedores de espacio fijos, soportados por dientes primarios y

permanentes, en 3 tipos de mantenedores de espacio. Compararon la biomecánica de mantenedores de banda y barra, adhesivos y los reforzados con fibra mediante un calibrador de tensión lineal, todo esto en modelos fotoelásticos de dientes permanentes y temporales en los cuales faltaba un diente. Como conclusión, observaron que la distribución de cargas en todos los mantenedores es comparable. Kulkarni y cols. (20) buscaron desarrollar una alternativa clínicamente aceptable, más económica y más conveniente al mantenedor de espacio estándar de banda y barra. Compararon dos tipos de resina reforzada con fibra, Ribbond y Sticktech con un control (banda y barra) en terceros molares extraídos, en donde evaluaron la resistencia a la flexión y la colonización de *biofilm*. Como conclusión, obtuvieron que los mantenedores de espacio con Ribbond fueron comparables a los de metal en términos de resistencia y formación de *biofilm*, no así los de Sticktech (que ya no se fabrica), pudiendo considerarse como una alternativa al mantenedor de espacio convencional de banda y barra.

MANTENEDORES DE RESINA REFORZADA CON FIBRA. ÉXITO

Al evaluar el porcentaje de éxito de estos mantenedores, Subramaniam y cols. (15) evaluaron el uso de resina reforzada con fibra (everStick) como mantenedor de espacio y lo compararon con el convencional banda y barra. Se seleccionaron un total de 30 niños que requiriesen mantenedores de espacio en al menos dos cuadrantes. En uno se utilizó un mantenedor de espacio de fibra de vidrio y en otro un mantenedor de banda y barra. Los pacientes fueron controlados en intervalos de 12 meses y se evaluó la retención de ambos mantenedores. Concluyeron que la retención de los mantenedores de fibra de vidrio fue superior que la de los convencionales, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa. Un estudio similar realizó Garg (24), en donde comparó la eficacia clínica de dos tipos de mantenedores: mantenedores de banda y barra, y mantenedores de resina reforzada con fibra (Ribbond). Seleccionó un total de 30 niños que requiriesen la extracción de al menos dos molares temporales en cuadrantes diferentes. En un cuadrante se colocó uno de banda y barra, y en otro uno de resina reforzada con fibra. Concluyó que los mantenedores de resina reforzada con fibra pueden ser considerados como una alternativa viable al convencional de banda y barra. Resultados similares obtuvieron Acharya y cols. (12), que aplicaron un mantenedor de espacio de resina reforzada con fibra (Ribbond) a un niño de 4 años, obteniendo excelentes resultados. Con un seguimiento de 8 meses, el mantenedor seguía en boca, concluyendo que los mantenedores de espacio de resina reforzada con fibra como mantenedores de espacio son efectivos.

MANTENEDORES DE RESINA REFORZADA CON FIBRA. TIEMPO DE USO

En relación al tiempo que debiesen ser utilizados, Kargul y cols. (22) fabricaron mantenedores de espacio con everStick en pacientes que hubieran perdido uno o dos dientes. Concluyeron que los mantenedores de espacio realizados

con fibra de vidrio funcionan bien durante periodos cortos y pueden ser una nueva alternativa a los mantenedores de espacio convencionales usados en la odontología pediátrica. Mismos resultados obtuvieron otros estudios: Kargul y cols. (21) evaluaron 23 casos de mantenedores de espacio fijos realizados con resina reforzada con fibra de vidrio (everStick) en un periodo de seguimiento de 12 meses, obteniendo buenos resultados dentro de una evaluación a medio plazo. Nidhi y cols. (27) evaluaron la eficacia clínica de la resina reforzada con fibra (Interlig) usada como mantenedor de espacio y la compararon con el mantenedor convencional de banda y barra. Fueron seleccionados 20 pacientes que requiriesen mantenedores de espacio bilaterales, en una de las brechas se utilizó la fibra de vidrio y en la otra, la banda y barra. Se evaluó la retención al mes, a los 3 meses y a los 5 meses. Como resultado, se obtuvo que, en comparación con la banda y barra, la fibra de vidrio tuvo mayor éxito, pero no fue estadísticamente significativo. Como conclusión, se plantea la alternativa de poder utilizar este tipo de mantenedores de espacio en periodos cortos. Saravanakumar y cols. (28) evaluaron clínicamente los efectos a largo plazo de mantenedores de espacio realizados con resina reforzada con fibra (Ribbond) en niños durante un periodo de 18 meses. Los mantenedores fueron evaluados al mes, 6 meses, 12 meses y 18 meses, obteniendo como promedio de duración de estos, 12 meses. Con esto determinó que los mantenedores de espacio de resina reforzada con fibra pueden ser considerados como una alternativa exitosa al convencional banda y barra, solo por periodos cortos. Yeluri y cols. (14) concluyeron que los mantenedores de espacio realizados con resina reforzada con fibra pueden ser una alternativa clínicamente aceptable al convencional mantenedor de banda y barra, pero requieren más estudios para verificar el éxito de estos en periodos de observación más largos. Distintos resultados obtuvieron Tunc y cols. (16) que evaluaron la supervivencia y fracasos de diferentes tipos de mantenedores de espacio fijos, en donde compararon mantenedores de banda y barra, adhesivos y de resina reforzada con fibra. Los pacientes fueron citados cada 3 meses durante un año para una evaluación clínica o hasta que los mantenedores fallaran. Observaron que el tiempo de supervivencia fue mayor en mantenedores de banda y barra, seguido de mantenedores adhesivos y finalmente los reforzados con fibra. Resultados similares obtuvieron Kirzioglu y cols. (17), que evaluaron el éxito de mantenedores de espacio de resina reforzada con fibra y sus resultados a largo plazo.

Al paso de 6 meses obtuvieron un porcentaje de desalajo del 73%, concluyendo que este tipo de mantenedores de espacio pueden ser aceptados como aparatos exitosos solamente por periodos cortos.

MANTENEDORES DE RESINA REFORZADA CON FIBRA. FABRICACIÓN

En general, el procedimiento de fabricación de este tipo de mantenedores sigue un patrón común en el cual se realiza el acondicionamiento de la pieza dentaria, el protocolo adhesivo y la colocación de la resina reforzada con fibra. Pueden observarse leves diferencias en cuanto a los tiempos de fotopolimerización, por ejemplo, el tipo de ácido ortofosfórico utilizado y los tiempos de grabado ácido. Todos, a excepción de Kirzioglu y cols. (17), realizan el mantenedor de espacio en boca; este último confecciona el mantenedor de espacio en un modelo de yeso y luego lo coloca en boca. También existen algunos estudios que básicamente no entregan la información acerca de los tiempos en la confección de este tipo de mantenedores. Kargul y cols. (22) y Saravanakumar y cols. (28) al fabricar este tipo de mantenedores eliminan restauraciones y realizan surcos en dirección mesio-distal en donde sean necesarias. Como se puede ver en la tabla I, se explica el procedimiento acerca de cómo se realizaron cada uno de los estudios evaluados (12,15-17,21-25,27-29).

MANTENEDORES DE RESINA REFORZADA CON FIBRA. VARIABLES QUE AFECTAN LA DURACIÓN

Otra variable no menos importante a evaluar al hablar de este tipo de mantenedores es el porcentaje de éxito que pueden tener al corto, medio y largo plazo, y si se puede establecer alguna relación de este éxito con su proceso de fabricación. Consideramos como factor determinante el poder confeccionar el mantenedor en boca, no realizarlo primero en un modelo de yeso y luego colocarlo en boca. Al revisar los estudios, se pueden apreciar dos grandes grupos en relación a cómo diseñarlos; la gran mayoría presenta un diseño simple, como llamaremos en este estudio para poder diferenciarlo del otro, el cual consiste en que la fibra de vidrio se adhiere a cada diente pilar (12,15-17,21-23,25,27-29), como se puede ver en la figura 2.

TABLA I.
FABRICACIÓN DE MANTENEDORES DE ESPACIO

<i>Autor</i>	<i>Procedimiento</i>
Acharya et al., 2011 (12)	Fibra utilizada: Ribbond 1. Aislación del campo operatorio 2. Aplicación de ácido ortofosfórico 3. Lavado y secado 4. Aplicación del agente adhesivo 5. Aplicación de fibra antes de polimerizar 6. Fotopolimerización 7. Chequeo de oclusión

(Continúa en la página siguiente)

**TABLA I (CONT.).
FABRICACIÓN DE MANTENEDORES DE ESPACIO**

<i>Autor</i>	<i>Procedimiento</i>
Subramaniam et al., 2008 (15)	<p>Fibra utilizada: everStick</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Medir la distancia del espacio entre ambos dientes con un pie de metro, para cortar un pedazo de fibra 2. Anestesia en los dientes pilares 3. Aislamiento absoluto con goma dique y hemosuctor 4. Limpiar dientes pilares con piedra pómez y luego grabarlos con ácido ortofosfórico 35% durante 40 segundos 5. Lavado y secado 6. Colocación del adhesivo Adper Single Bond (3M), el cual se fotopolimerizó por 20 segundos. Esta aplicación fue repetida 2-3 veces para evitar la formación de un espacio edéntulo 7. Se aplica una pequeña cantidad de resina fluida Filtek Z350 (3M) en las caras vestibulares de los dientes pilares sin fotopolimerizar 8. El trozo de fibra fue colocado en esta resina fluida, extendiéndose desde la cara vestibular del segundo molar hasta la cara vestibular del canino 9. Se realiza una fotopolimerización preliminar en cada porción final de la fibra durante 40 segundos, mientras el otro extremo era protegido de la fuente de luz 10. Una nueva capa de resina fluida fue aplicada sobre el área con fibra y luego fotopolimerizado durante 40 segundos en ambos dientes 11. Toda porción de fibra que no hubiese sido cubierta con resina fue luego cubierta 12. Luego se chequeó que existiese un espacio de higiene gingival e interferencias oclusales 13. Acabado y pulido
Tunc et al., 2012 (16)	<p>Fibra utilizada: Ribbond</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Medir distancia existente entre dientes y cortar trozo de fibra 2. La fibra se deja remojando en adhesivo Single Bond (3M) y protegida de la exposición de luz hasta que sea requerido 3. Dientes pilares fueron preparados primero con pasta profiláctica y luego grabado con ácido ortofosfórico durante 15 o 30 segundos dependiendo si era diente primario o permanente 4. Lavado y secado 5. Aplicación del adhesivo y resina fluida Aelite Flo (Bisco) en la superficie de las piezas dentarias 6. Aplicación de la fibra, la cual se aplica con ligera presión sobre el diente para lograr mejor contacto y se fotopolimeriza 7. Luego la fibra es cubierta con resina fluida y fotopolimerizada durante 20 segundos 8. Acabado y pulido
Saravanakumar et al., 2013 (28)	<p>Fibra utilizada: Ribbond</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Caries o restauraciones antiguas fueron removidas y se realizaron surcos o se generaron rugosidades en la superficie donde fuese necesario 2. Medición intraoral de la distancia entre ambos dientes pilares y cortar trozo de fibra 3. Preparación de las superficies dentarias con piedra pómez y luego grabarlos con ácido ortofosfórico al 35% 4. Lavado y secado 5. Aplicación del agente adhesivo PQ1 (Ultradent) por medio de dos capas y fotopolimerización 6. Se coloca resina fluida Permaflo (Ultradent) en las superficies de las piezas dentarias 7. Se remoja la fibra en adhesivo y luego se pone en las piezas dentarias, fotopolimerizando 8. Luego se rellena la fibra expuesta en resina fluida y se fotopolimeriza durante 40 segundos 9. Acabado y pulido 10. Se chequea oclusión
Kargul et al., 2003 (22)	<p>Fibra utilizada: everStick</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Remoción de caries y restauraciones antiguas. Se realizan surcos en dirección mesio-distal en donde se requieren 2. Se corta la cantidad de fibra necesaria, después de una medición intraoral 3. Preparación de las superficies dentarias con piedra pómez y luego grabado con ácido ortofosfórico al 35% 4. Lavado y secado 5. Aplicación del agente adhesivo Prime & Bond (Vivadent) en dos capas, fotopolimerización 6. Aplicación de resina fluida Tetric Flow (Vivadent) en las superficies dentarias, sin fotopolimerizar 7. Colocación de la fibra en las superficies dentarias por medio de un aplicador y se realiza un fotocurado preliminar, para posteriormente ser fotopolimerizado durante 40 segundos 8. Se retiran excesos y se chequea oclusión 9. Acabado y pulido

(Continúa en la página siguiente)

TABLA I (CONT.).
FABRICACIÓN DE MANTENEDORES DE ESPACIO

<i>Autor</i>	<i>Procedimiento</i>
Kargul et al., 2005 (21)	<p>Fibra utilizada: everStick</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se corta la cantidad de fibra necesaria 2. Preparación de superficies dentarias con piedra pómez y luego grabado con ácido ortofosfórico al 35% 3. Lavado y secado 4. Aplicación del agente adhesivo Prime & Bond (Vivadent) en dos capas y luego polimerizado 5. Aplicación de resina fluida Tetric Flow (Vivadent) en las superficies dentarias sin fotopolimerizar 6. Colocación de la fibra en las superficies dentarias por medio de un aplicador y se realiza un fotocurado preliminar, para posteriormente ser fotopolimerizado durante 40 segundos 7. Se retiran excesos y se chequea oclusión 8. Acabado y pulido
Tuloglu et al., 2009 (23)	<p>Fibra utilizada: Ribbond</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se mide la distancia del espacio edéntulo 2. Se corta la cantidad de fibra necesaria y se embebe en adhesivo Single Bond (3M ESPE), protegiéndolo de la exposición a la luz hasta que esté listo para usarse 3. Preparación de superficies dentarias con piedra pómez y luego grabado con ácido ortofosfórico al 37% 4. Lavado y secado 5. Aplicación del agente adhesivo Single Bond (3M ESPE) en las superficies dentarias 6. Aplicación de resina fluida Aelite Flo (Bisco) en las superficies dentarias 7. Colocación de la fibra en las superficies dentarias por medio de un aplicador y fotopolimerización 8. Se cubre la fibra con resina fluida, se retiran excesos y fotopolimerización durante 20 segundos 9. Acabado y pulido
Nidhi et al., 2012 (27)	<p>Fibra utilizada: Interlig</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se mide la distancia del espacio edéntulo 2. Se corta la cantidad de fibra necesaria 3. Anestesia y aislación absoluta 4. Preparación de superficies dentarias con piedra pómez y luego grabado con ácido ortofosfórico al 35% durante 30 segundos (15 segundos en dientes permanentes) 5. Lavado y secado 6. Aplicación del agente adhesivo One Coat Bond SL (Coltene) en las superficies dentarias dos veces y luego fotopolimerizado 30 segundos 7. Aplicación de resina fluida Synergy Flow (Coltene) en las superficies dentarias sin fotopolimerizar 8. Colocación de la fibra en las superficies dentarias por medio de un aplicador y se realiza un fotocurado preliminar durante 30 segundos. Luego se agrega otra capa de resina fluida y se fotopolimeriza durante 30 segundos 9. Chequeo de oclusión 10. Acabado y pulido
Kirzioglu et al., 2004 (17)	<p>Fibra utilizada: Splint it</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se mide la distancia del espacio edéntulo en modelo de yeso 2. Se corta la cantidad de fibra necesaria y se prepara el mantenedor en el modelo de yeso 3. Preparación de superficies dentarias con piedra pómez y luego grabado con ácido ortofosfórico al 35% durante 30 segundos (15 segundos en dientes permanentes) 4. Lavado y secado por 20 segundos 5. Aplicación del agente adhesivo Bond-1 (Pentron) y resina fluida Flow it (Pentron) en las superficies dentarias y se coloca el mantenedor de espacio 6. Se aplica una ligera presión para generar un mayor contacto durante el proceso de fotopolimerización 7. Acabado y pulido
Garg, 2014 (24)	<p>Fibra utilizada: Ribbond</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se mide la distancia del espacio edéntulo 2. Se corta la cantidad de fibra necesaria 3. Anestesia y aislación absoluta 4. Preparación de superficies dentarias 5. Aplicación del agente adhesivo en las superficies dentarias y luego fotopolimerizado 20 segundos 6. Aplicación de resina fluida en las superficies dentarias sin polimerizar 7. Colocación de la fibra en las superficies dentarias por medio de un aplicador y se realiza un fotocurado preliminar durante 40 segundos. Luego se agrega otra capa de resina fluida y se fotopolimeriza durante 40 segundos 8. Chequeo de oclusión 9. Acabado y pulido 10. Finalmente, se coloca el agente adhesivo sobre la fibra y se fotopolimeriza

(Continúa en la página siguiente)

**TABLA I (CONT.).
FABRICACIÓN DE MANTENEDORES DE ESPACIO**

<i>Autor</i>	<i>Procedimiento</i>
Setia et al., 2013 (25)	Fibra utilizada: Ribbond 1. Se realiza una impresión de la arcada para obtener el modelo de yeso y medir la distancia entre dientes pilares, para determinar la cantidad de fibra necesaria 2. Preparación de superficies dentarias con piedra pómez 3. Aislación con goma dique 4. Preparación de superficies dentarias con ácido ortofosfórico al 37% 5. Lavado y secado 6. Aplicación del agente adhesivo 3M en las superficies dentarias luego fotopolimerizado 10 segundos 7. Aplicación de resina fluida Flowline (Heraeus Kulzer) en las superficies dentarias sin polimerizar 8. Colocación de la fibra en las superficies y se realiza un fotocurado preliminar. Luego se agrega otra capa de resina fluida y se fotopolimeriza durante 40 segundos 9. Chequeo de oclusión 10. Acabado y pulido
Setia et al., 2014 (29)	Fibra utilizada: Ribbond 1. Medir la distancia entre ambas piezas pilares con un calibrador 2. Preparación de superficies dentarias con piedra pómez 3. Aislación 4. Preparación de superficies dentarias con ácido ortofosfórico al 37% 5. Aplicación del agente adhesivo 3M en las superficies dentarias luego fotopolimerizado 10 segundos 6. Aplicación de resina fluida Flowline (Heraeus Kulzer) en las superficies dentarias sin polimerizar 7. Colocación de la fibra en las superficies y se realiza un fotocurado preliminar de 40 segundos. Luego se agrega otra capa de resina fluida y se fotopolimeriza por 40 segundos 8. Chequeo de oclusión 9. Acabado y pulido



Fig. 2. Mantenedor de espacio simple (adaptado de Tunc et al., 2012).

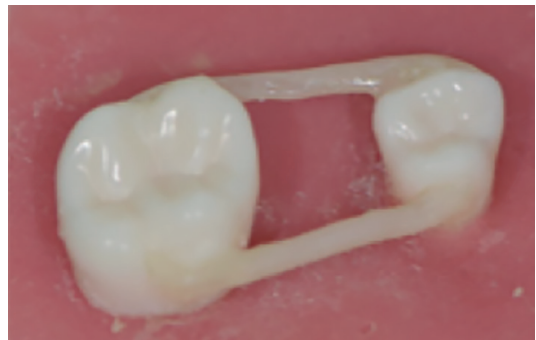


Fig. 3. Mantenedor de espacio doble (adaptado de Garg, 2014).

Al revisar otros estudios se observó también otro tipo de diseño, el cual se realiza por medio de una doble fibra de vidrio (24), de manera de ser una barra doble, como se puede ver en la figura 3. También Yeluri y cols. (14) realizan este tipo de mantenedor de una manera diferente (Fig. 4).

Como se puede ver en la tabla II, se desglosan los porcentajes de éxito que fueron obtenidos en cada tipo de estudio. A excepción de algunos estudios, el mayor porcentaje de éxito se vio asociado al poder realizarlos en boca. Al haber encontrado solamente un estudio con un diseño doble, no se puede comparar al resto de estudios en relación con el diseño. En relación con el porcentaje de éxito, al tercer mes se observa un porcentaje de éxito aproximadamente entre un 80-100%,



Fig. 4. Diseño adaptado propuesto por Yeluri et al., 2012.

TABLA II.
PORCENTAJE DE ÉXITO

<i>Autor</i>	<i>Tipo de mantenedor</i>	<i>Tipo de fibra</i>	<i>Dientes reemplazados</i>	<i>Confección del mantenedor</i>	<i>Aislación absoluta</i>	<i>Muestra</i>	<i>% Éxito</i>	<i>Tiempo promedio de éxito</i>
Tunc et al., 2012 (16)	Simple	Ribbon	Primer o segundo molar primario	En boca	No	10 pacientes	– 1 mes: 100% éxito – 3 mes: 80% éxito – 6 mes: 40% éxito – 9 mes: 40% éxito – 12 mes: 20% éxito	6,7 meses
Saravanakumar et al., 2013 (28)	Simple	Ribbon	Primer o segundo molar primario	En boca	No	30 pacientes	– 6 mes: 84 % éxito – 12 mes: 47% éxito – 18 mes: 33% éxito	12 meses
Kargul et al., 2003 (22)	Simple	everStick	Primer o segundo molar primario (1 o 2 dientes)	En boca	No	3 pacientes	– 3 mes: 100% éxito – 6 mes: 100% éxito	-
Kargul et al., 2005 (21)	Simple	everStick	Primer o segundo molar primario (1 o 2 dientes)	En boca	No	19 pacientes	– 12 meses: 43% éxito	5 meses
Nidhi et al., 2012 (27)	Simple	Interlig	Primer o segundo molar primario	En boca	Sí	20 pacientes	– 1 mes: 100% éxito – 3 mes: 89,47% – 5 mes: 78,95%	-
Subramaniam et al., 2008 (15)	Simple	everStick	Primeros molares primarios	En boca	Sí	30 pacientes	– 1 mes: 100% éxito – 3 mes: 80% éxito – 6 mes: 66,7% – 12 mes: 53%	-
Garg, 2014 (24)	Doble	Ribbon	Primer o segundo molar primario	En boca	Sí	30 pacientes	– 1 mes: 100% éxito – 6 mes: 63,3% éxito	-
Kirzioglu et al., 2004 (17)	Simple	Splint it	Primer o segundo molar primario	En modelo de yeso y luego traspasado a boca	No	29 pacientes	– 6 mes: 27% éxito – 12 mes: 13% éxito – 24 mes: 13% éxito	5,7 meses
Setia et al., 2014 (29)	Simple	Ribbon	Primer o segundo molar primario	En boca	No especifica si es absoluta o relativa	32 pacientes	– 3 mes: 72,7% éxito – 6 mes: 54,5% éxito – 9 mes: 45,5% éxito	-

lo que comienza a decaer en el sexto mes (40-100%) y al año. El único estudio que obtuvo valores bajo el promedio se debe a que fue el único cuya confección se realizó fuera de la boca y luego cementado, por lo que podemos determinar que es un tipo de mantenedor de espacio más bien diseñado para periodos cortos, en donde a los 6 meses se puede ver un porcentaje aceptable de éxito. Igualmente, para poder hacer una conclusión definitiva se requieren estudios con tiempos de evaluación más largos (15-17,21-22,24,27-29).

MANTENEDORES DE RESINA REFORZADA CON FIBRA. COMPARACIÓN CON MANTENEDORES DE ESPACIO METÁLICOS SOLDADOS

En relación con estudios que hicieran referencia a resultados de ambos tipos de mantenedores, Nidhi y cols. (27) en un grupo de 20 pacientes confeccionaron 20 mantenedores de

resina reforzada con fibra y 20 metálicos en dos cuadrantes de cada paciente. De estos, uno de los pacientes no continuó en el estudio. Los resultados a los 5 meses de seguimiento, fallaron 4 de 19 mantenedores de resina reforzada con fibra y 7 de 19 mantenedores de banda y barra, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa. Tunc y cols. (16) confeccionaron en distintos pacientes 10 mantenedores de banda y barra, y 10 de resina reforzada con fibra, de los cuales a los 12 meses fallaron 8 de 10 mantenedores de resina reforzada con fibra y 1 de 10 mantenedores de banda y barra. Subramaniam y cols. (15) y Garg y cols. (24) confeccionaron en 30 pacientes ambos tipos de mantenedores en distintos cuadrantes. Los resultados de Garg y cols. (24) transcurridos 6 meses de seguimiento obtuvieron un fallo de 11 de 30 mantenedores de resina reforzada con fibra y de 19 de 30 de banda y barra. Por último, los resultados de Subramaniam y cols. (15) después de 12 meses obtuvieron un fallo de 14 de 30 mantenedores de resina reforzada con fibra y de 20 de 30 mantenedores de

banda y barra. En ambos estudios, los resultados no fueron estadísticamente significativos. Setia y cols. (29) obtuvieron resultados distintos al comparar mantenedores confeccionados con distintos materiales. Los que obtuvieron mejores resultados con relación al porcentaje de éxito fueron los de banda y barra prefabricados, seguidos por los de banda y barra convencionales y luego los de resina reforzada con fibra (Ribbond) pero, a pesar de esto, los resultados obtenidos en relación al porcentaje de éxito son similares a los que muestran Subramaniam y cols. (15) y Kargul y cols. (21), indicándolo como una buena alternativa en periodos de 6 meses.

MANTENEDORES DE RESINA REFORZADA CON FIBRA. CAUSAS DE FRACASO

Después de haber analizado el éxito de este tipo de mantenedores, también es importante considerar las causas que pueden llevar al fracaso, para así poder manejar estas variables al realizarlos. Las causas que pueden estar asociadas al fallo de este tipo de mantenedores son (15):

- *Descementación de la interface esmalte resina*: puede estar asociado al no realizar un aislamiento absoluto, o también a factores anatómicos como puede ser la presencia de esmalte aprismático en dientes temporales que afectaría la adhesión.
- *Fractura de la fibra*: asociado al masticar sustancias de consistencia dura. También puede estar relacionado a la supraerupción del diente antagonista, generando una mayor carga en el mantenedor.
- *Descementación en la interface resina-fibra*: al realizar el acabado y pulido del mantenedor, se puede remover excesiva cantidad de resina que se encuentra cubriendo la fibra o que se genere una pérdida con el tiempo de esta pequeña cantidad de resina que cubre la fibra, frente a cargas constantes.

Zachrisson y cols. (30) concluyeron que la razón principal de que falle la adhesión esmalte-resina corresponde a una inapropiada preparación de la superficie, contaminación y problemas durante el proceso adhesivo.

Otra variable a considerar es que la duración de los mantenedores de espacio fue mayor en maxilar que mandíbula, la explicación probablemente a este caso es la dificultad de poder lograr un buen aislamiento en mandíbula (21,28). También se obtuvo que los mantenedores de espacio que reemplazaron a un diente duraron más que mantenedores que reemplazaban dos dientes (21). Otro dato a considerar es que se produjo un mayor porcentaje de fracaso en mantenedores que se usaban entre dientes primarios que dientes permanentes, posiblemente relacionado a la presencia de áreas de esmalte aprismático (17).

CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta la información disponible sobre los mantenedores de espacio de resina reforzada con fibra, estos se pueden considerar como una alternativa de tratamiento frente a la pérdida prematura de dientes primarios. Muchos estudios han comprobado que presentan un porcentaje de éxi-

to aceptable en un periodo de 6 meses y al evitar realizarlos con metal, estos pueden ser una buena opción para pacientes alérgicos. Además, es una alternativa rápida, efectiva, estética, que no requiere trabajo de laboratorio y permite un mejor control de la higiene de los pacientes.

El éxito radica en poder otorgar una adecuada unión adhesiva, en la cantidad de dientes perdidos, en su confección y en la colaboración del paciente.

Finalmente, se requieren mayores estudios a largo plazo para evaluar el éxito de su uso prolongado y establecer protocolos uniformes en relación a su confección.

CORRESPONDENCIA:

Germán Hempel
Facultad de Odontología
Pontificia Universidad Católica de Chile
Avenida Vicuña Mackenna 4860-Macul, Santiago, Chile
e-mail: gahempel@uc.cl

BIBLIOGRAFÍA

1. Hoffding J, Kisling E. Premature loss of primary teeth: Part II, the specific effects on occlusion and space in the permanent dentition. *J Dent Child* 1978;45:284-7.
2. Hoffding J, Kisling E. Premature loss of primary teeth: Part I, its overall effect on occlusion and space in the permanent dentition. *J Dent Child* 1978;45:279-83.
3. Kisling E, Hoffding J. Premature loss of primary teeth: Part III, drifting patterns for different types of teeth after loss of adjoining teeth. *J Dent Child* 1979;46:34-8.
4. Cuoghi O, Bertoz F, de Mendonca M, Santos E. Loss of space and dental arch length after the loss of the lower first primary molar: A longitudinal study. *J Clin Pediatr Dent* 1998;22:117-20.
5. Owen D. The incidence and nature of space closure following the premature extraction of deciduous teeth: A literature review. *Am J Orthod* 1971;59:37-49.
6. Kumari B, Kumari N. Loss of space and changes in the dental arch after premature loss of the lower primary molar: A longitudinal study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2006;24:90-6.
7. Lin Y, Chang L. Space changes after premature loss of the mandibular primary first molar: A longitudinal study. *J Clin Pediatr Dent* 1998;22:311-6.
8. Breakspear E. Sequelae of early loss of deciduous molars. *Dent Rec (London)* 1951;71:127-34.
9. Ronnerman A. The effect of early loss of primary molars on tooth eruption and space conditions: A longitudinal study. *Acta Odontol Scand* 1977;35:229-39.
10. Ronnerman A, Thilander B. A longitudinal study on the effect of unilateral extraction of primary molars. *Scand J Dent Res* 1977;85:362-72.
11. Tunison W, Flores-Mir C, Elbadrawy H, Nassar U, El-Bialy T. Dental arch space changes following premature loss of primary first molars: a systematic review. *Pediatr Dent* 2008;30:297-302.
12. Acharya S, Tandon S. Fiber-reinforced composites as a fixed space maintainer in case of primary tooth loss. *Compend Contin Educ Dent* 2011;32:E104-E105.
13. Echeverría S, Espinoza A, Guerrero S, Illanes A, Fernández O, Venegas C. Capítulo II: prevención de las anomalías dentomaxilares. Normas en la prevención e intercepción de anomalías dentomaxilares. Ministerio de Salud. Departamento Odontológico. División de Salud de las Personas. Chile; 1998. pp. 22-3.
14. Yeluri R, Munshi A. Fiber reinforced composite loop space maintainer: An alternative to the conventional band and loop. *Contemp Clin Dent* 2012;3:S26-S28.

15. Subramaniam P, Babu G, Sunny R. Glass fiber-reinforced composite resin as a space maintainer: A clinical study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2008;26:98-103.
16. Tunc E, Bayrak S, Tuloglu N, Egilmez T, Isci D. Evaluation of survival of 3 different fixed space maintainers. *Pediatr Dent* 2012;34:97E-102E.
17. Kirzioğlu Z, Ertürk M. Success of reinforced fiber material space maintainers. *J Dent Child* 2004;71:158-62.
18. Fathian M, Kennedy D, Nouri M. Laboratory-made space maintainers: a 7-year retrospective study from private pediatric dental practice. *Pediatr Dent* 2007;29:500-6.
19. Tayab T, Shetty A, Kayalvizhi G. The Clinical Applications of Fiber Reinforced Composites in all Specialties of Dentistry an Overview. *International Journal of Composite Materials* 2015;5:18-24.
20. Kulkarni G, Lau D, Hafezi S. Development and testing of fiber-reinforced composite space maintainers. *J Dent Child* 2009;76:204-8.
21. Kargul B, Caglar E, Kabalay U. Glass fiber-reinforced composite resin as fixed space maintainers in children: 12-month clinical follow-up. *J Dent Child* 2005;72:109-12.
22. Kargul B, Caglar E, Kabalay U. Glass fiber-reinforced composite resin space maintainer: Case reports. *J Dent Child* 2003;70:258-61.
23. Tuloglu N, Bayrak S, Sen Tunc E. Different clinical applications of bondable reinforcement Ribbond in pediatric dentistry. *EURJ DENT* 2009;3:329-34.
24. Garg A. 'Metal to resin': A comparative evaluation of conventional band and loop space maintainer with the fiber reinforced composite resin space maintainer in children. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2014; 32:111-6.
25. Setia V, Kumar Pandit I, Srivastava N, Gugnani N, Sekhon H. Space Maintainers in Dentistry: Past to Present. *J Clin Diagn Res* 2013; 7:2402-5.
26. Kara N, Çehreli S, Sa ırkaya E, Karasoy D. Load distribution in fixed space maintainers: a strain-gauge analysis. *Pediatr Dent* 2013;35:E19-E22.
27. Nidhi C, Jain R, Neeraj M, Harsimrat K, Samriti B, Anuj C. Evaluation of the clinical efficacy of glass fiber reinforced composite resin as a space maintainer and its comparison with the conventional band and loop space maintainer. An in vivo study. *Minerva Stomatol* 2012;61:21-30.
28. Saravanakumar M, Siddaramayya J, Sajjanar A, Godhi B, Reddy N, Krishnam R. Fiber technology in space maintainer: a clinical follow-up study. *J Contemp Dent Pract* 2013;14:1070-5.
29. Setia V, Kumar Pandit I, Srivastava N, Gugnani N, Gupta M. Bonded vs Bonded Space Maintainers: Finding Better Way Out. *Int J Clin Pediatr Dent* 2014;7:97-104.
30. Zachrisson B. Clinical experience with direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod* 1977;71:440-8.

Review

Fiber-reinforced composite resin space maintainers

G. HEMPEL¹, G. FERNÁNDEZ¹, M. BRAVO²

¹Dental Surgeon. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. ²Dental Surgeon. Universidad de Chile. Specialist in Orthodontics and Maxillofacial Orthopedics. Universidad de Chile. Degree in Dentistry. Faculty of Dentistry. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile

ABSTRACT

Introduction: The premature loss of a primary tooth can lead to loss of space, crowding and displacement of the midline. To avoid future problems, it is necessary to place devices that can maintain the space following the early loss of a tooth. The most used space maintainers are metallic and manufactured in a laboratory, which means a higher cost for the patient, more clinical sessions and in some cases, complications in the supporting tissues. In the last 15 years, the fiber reinforced composite resin has been used in orthodontics for immediate treatment following tooth loss, due to its properties and characteristics. The objective of this review is to perform a search of the literature on fiber-reinforced composite resin space maintainers.

Materials and methods: The search was performed using the Medline search through PubMed, Cochrane Library, Trip Database and Elsevier using the words "space maintainers fiber reinforced" and "Ribbond space maintainers", which gave a total of 120 publications.

RESUMEN

Introducción: la pérdida prematura de un diente primario puede llevar a una pérdida de espacio, apiñamiento y desplazamiento de la línea media. Para evitar futuros problemas, es necesario colocar aparatos que puedan mantener el espacio frente a la pérdida temprana de dientes. Actualmente los mantenedores más usados son metálicos, fabricados en laboratorio, lo que significa un valor elevado para el paciente, mayor número de sesiones clínicas y, en algunos casos, complicaciones en los tejidos de soporte. En los últimos 15 años, la resina reforzada con fibra se ha utilizado en odontología para tratamiento inmediato frente a la pérdida dentaria, debido a sus propiedades y características propias. El objetivo de esta revisión es realizar una búsqueda en la literatura acerca de los mantenedores de espacio de resina reforzada con fibra.

Materiales y métodos: la búsqueda fue realizada por medio del buscador Medline a través de Pubmed, Cochrane Library, Trip Database y Elsevier mediante las palabras "fiber reinforced space

Results: Of the total number of studies obtained, 10 articles were repeated, 92 had no relation to the topic under investigation and 3 articles did not meet the inclusion criteria, and the total number of articles evaluated for this review was 15.

Conclusion: The fiber-reinforced composite resin space maintainer could be a good treatment alternative following premature tooth loss. Many studies have shown that it is effective in the short term (6 months) being a fast, effective, aesthetic alternative and that allows better control of patient hygiene, while causing less injury to supporting tissue. It could also be considered as an alternative to patients who are allergic to metals. However, more studies are needed to demonstrate its effectiveness in the long term.

KEY WORDS: Space maintainers. Fiber reinforced composite. Ribbond.

INTRODUCTION

The premature loss of a primary tooth can lead to the loss of space, crowding and displacement of the midline (1-3). The greatest loss of space occurs immediately after extraction and during the first six months due to the loss of the primary tooth, although an observation period of one year should be kept (4). In relation to crowding, there is a significant statistical increase in the premature loss of a primary tooth (2). Finally, the changes of the midline occur towards the side of the extracted tooth, and more commonly in the mandible than in the maxilla (3).

A large number of studies have shown that the loss of space is greater in the mandible than in the maxilla (5-7), if the extracted tooth corresponds to a primary second molar as opposed to a primary first molar (8,9) and if the loss of a tooth occurs at an early age (5). In spite of this, Ronnerman and Thilander affirm that premature exfoliation of a primary first molar has an etiological effect on crowding (10), Tunison et al. also reported the immediate loss of 1.3 mm of the mandible and 1mm in the maxilla in relation to the loss of the primary first molars 6 to 8 months post extraction (11).

It is for this reason that maintaining the length of the perimeter of the arch during the primary, mixed and early permanent dentition is essential for the development of occlusion. In order to avoid future problems, placing devices to maintain the space is necessary following the early loss of a tooth (12).

The space maintainer is a passive orthodontic-prosthetic appliance that is used in the primary or first phase mixed dentition, when a primary tooth has been prematurely lost (13). The aim is to conserve the space for the permanent teeth, maintain the length of the dental arch and prevent the appearance of anomalies of the teeth and jaws. Other characteristics that the space maintainer should meet that are also mentioned are, permitting suitable hygiene, not interfering

maintainers" y "Ribbond space maintainers", obteniéndose un total de 120 publicaciones.

Resultados: del total de estudios obtenidos, 10 citas se encontraban repetidas, 92 no tenían relación al tema a investigar y 3 artículos no cumplían con los criterios de inclusión, por lo que el número total de artículos evaluados para esta revisión fue de 15.

Conclusión: el mantenedor de espacio de resina reforzada con fibra podría ser una buena alternativa de tratamiento frente a la pérdida prematura de dientes. Muchos estudios han comprobado que son eficaces a corto plazo (6 meses), siendo una alternativa rápida, efectiva, estética y que permita controlar mejor la higiene de los pacientes, logrando ser menos traumático para los tejidos de soporte. También podría considerarse como una alternativa a pacientes alérgicos a metales. Sin embargo, todavía faltan estudios que demuestren su efectividad a largo plazo.

PALABRAS CLAVE: Mantenedor de espacio. Resina reforzada con fibra. Ribbond.

with the growth and development of the jaws and teeth, being stable and resistant, not interfering with function, avoiding as far as possible the extrusion of the antagonist and reinstating masticatory function (13).

Space maintainers are classified into two large groups, those that are fixed and those that are removable. These are indicated according to the patient, if there is unilateral or bilateral tooth loss, or if there are one or multiple edentulous spaces. Within these two large groups there are a variety of alternatives when choosing between one type of maintainer and another (13).

Currently the space maintainers that are most used are manufactured in laboratories, and of these the band and loop maintainers or metal crown and loop are the most used (14,15), but there is also a series of disadvantages such as the need for a working model, debonding, tendency to remain embedded in soft tissue, the need for laboratory work and the possibility of an allergy to metal arising (16,17). According to Fathian et al. (18), the most common causes of laboratory space maintainers failing are cement loss, solder breakage, split bands, soft tissue lesions and eruption interference.

With regard to the technological advances and mainly in relation with dental material, we will find resins or reinforced composite with fiber, which has many applications in dentistry: periodontics, orthodontics, rehabilitation and prosthetics (12,19). It is here that the idea first arises of a new material for making a space maintainers, a fiber-reinforced composite has many applications in dentistry due to its mechanical and structural properties (19).

OBJECTIVE

The purpose of this review was to perform a literature search on resin space maintainers that are reinforced with fiber.

MATERIALS AND METHODS

The search was carried out using the Medline search engine through PubMed, Cochrane Library, Trip Database and Elsevier using the words “fiber reinforced space maintainers” and “Ribbon space maintainers”, and a total of 120 publications were obtained.

The inclusion criteria were works on fiber-reinforced space maintainers for first, second, or both upper or lower primary molars in pediatric patients and articles in English. Articles published between September 2003 and February 2017 were taken into consideration based on the advances on the subject to date.

The exclusion criteria were articles that had been written on other subjects, with text that was not completely accessible, that were not related to the subject under study, or that did not meet the inclusion criteria.

RESULTS

Out of a total of 120 studies, 10 were repetitions which left a total of 110. Out of these 92 were not related to the subject under investigation, and 18 articles were filtered for evaluation. Three of these articles did not meet the inclusion criteria, and the total number of articles evaluated for this review was 15, as reflected in figure 1.

FIBER-REINFORCED COMPOSITE RESIN MAINTAINERS - COMPONENTS

The incorporation of fiber into dentistry has brought with it great advantages and important improvements with regard to

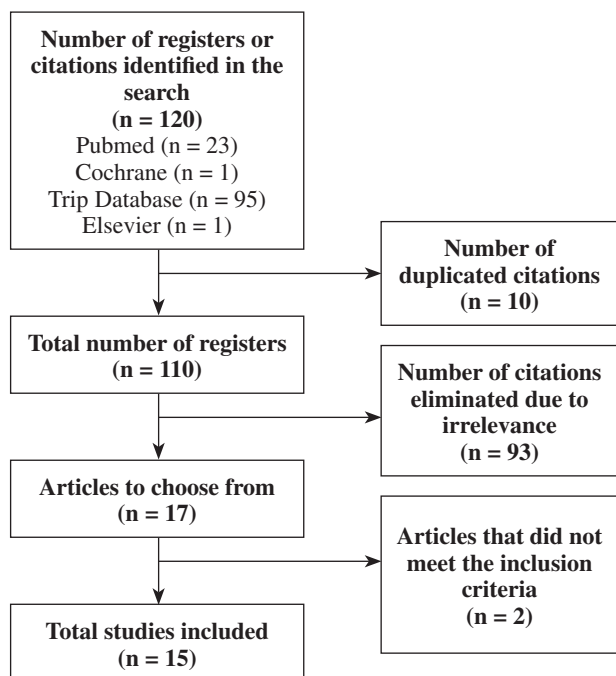


Fig. 1. Search methodology.

rigidity, strength, hardness and resistance to fatigue (20) and it has been included into various clinical situations. Reinforced resins are structural materials with two different components: a reinforcement component, which provides rigidity, strength and a polymer matrix, which maintains the position and direction of the fibers in the resin structure (19).

The main types of fiber used for reinforcement are polyethylene, glass, carbon and aramid out of which glass and polyethylene have good aesthetic appearance (19). The studies that were found in this revision were performed with two types of fiber: polyethylene (Ribbon) and glass fiber (Interlig, everStick).

FIBER-REINFORCED COMPOSITE RESIN MAINTAINERS - ADVANTAGES

The resin maintainers reinforced with fiber are more economical and they save time. They do not require a working model, nor a second visit, they are easy to apply, have good adhesion and retention, they can be used when there is a metal allergy, hygiene can easily be maintained, they are aesthetic, they can be quickly repaired and have the natural feel of a tooth (16,21-25).

FIBER-REINFORCED RESIN MAINTAINERS – BIOMECHANICS

With regard to the biomechanics of these maintainers, Kara et al. (26) measured load distribution of fixed space maintainers, supported by primary and permanent teeth in three types of space maintainers. The biomechanics was compared with the maintainers that used a band and loop, were directly bonded or fiber-reinforced with a linear strain gauge, all using photoelastic models of permanent and primary teeth in which there was a tooth missing. It was concluded that the load distribution in all the maintainers was comparable. Kulkarni et al. (20) tried to develop a clinically acceptable alternative that was more economical and more convenient to the standard band and loop space maintainer. They compared two types of fiber-reinforced resins, Ribbon and Sticktetch with a control (band and loop), in extracted third molars, evaluating flexural strength and biofilm colonization. The conclusion was that Ribbon space maintainers were comparable to the stainless steel type with regard to resistance and formation of biofilm, but this was not the case with Sticktetch (which is no longer manufactured), and the conventional band and loop space maintainer could be considered an alternative.

FIBER-REINFORCED COMPOSITE RESIN MAINTAINERS – SUCCESS

On evaluating the percentage of success of these maintainers, Subramaniam et al. (15) evaluated the use of glass fiber-reinforced composite resin (everStick) as a space maintainer which was compared with the conventional band and loop. They selected a total of 30 children who required space

maintainers in at least two quadrants. In one a glass fiber space maintainer was used and in the other a band and loop space maintainer. The patients were recalled over 12 months and the retention of both maintainers was evaluated. They concluded that the retention of the glass fiber space maintainers was superior to that of the conventional space maintainers but the difference was not statistically significant. In a similar study carried out by Garg (24), the clinical efficacy of two types of maintainers was compared: band and loop maintainers and fiber-reinforced composite resin maintainers (Ribbond). A total of 30 children were selected who required the extraction of at least two primary molars in different quadrants. A band and loop was placed in one quadrant and in the other a fiber-reinforced composite resin maintainer was fitted. It was concluded that the fiber-reinforced composite resin maintainers can be considered a viable alternative to the conventional band and loop. Similar results were obtained by Acharya et al. (12) who fitted a fiber-reinforced composite resin space maintainer (Ribbond) in a boy aged 4 years, obtaining excellent results. Following an 8 month follow-up, the maintainer continued in the mouth, and it was concluded that fiber-reinforced composite resin space maintainers were effective as space maintainers.

FIBER-REINFORCED COMPOSITE RESIN MAINTAINER – TIME USED

With regard to the time these should be used, Kargul et al. (22) manufactured everStick space maintainers for patients who had lost one or two teeth. They concluded that space maintainers made with glass fiber worked well over short periods and that they can be a good alternative to the conventional space maintainers used in pediatric dentistry. The same results were obtained in other studies, Kargul et al. (21), evaluated 23 cases of fixed space maintainers carried out with reinforced resin and glass fibers (everStick) with a follow-up period of 12 months, which yielded good results over a medium term evaluation period. Nidhi et al. (27) evaluated the clinical efficiency of fiber-reinforced resin (Interlig) used as a space maintainer with a conventional band and loop maintainer. Twenty patients were chosen who required bilateral space maintainers, and in one space glass fiber was used and in the other a band and loop. Retention was evaluated one month later, at three months and at five months. The results showed that on comparison with a band and loop, glass fiber was the most successful space maintainer but this was not statistically significant. In conclusion the alternative was put forward of using this type of space maintainer over short periods. Saravanakumar et al. (28) clinically evaluated the long term effects of space maintainers with fiber-reinforced composite resins (Ribbond) in children over a period of 18 months. The maintainers were evaluated at 6 months, 12 months and 18 months and the mean duration was 12 months. Following this, it was determined that fiber-reinforced composite resin space maintainers can be considered a successful alternative to the conventional band and loop, for short periods of time. Yeluri et al. (14) concluded that space maintainers made with fiber reinforced composite could be a clinically acceptable alter-

native to conventional band and loop maintainers, but that more studies were required to verify the success of these over longer observation periods. Different results were obtained by Tunc et al. (16), who evaluated the survival times and failure rates of different types of fixed space maintainers, in which band and loop, direct bonded and fiber-reinforced composite maintainers were compared. The patients were recalled every three months for a year for clinical evaluation or until the maintainers failed. It was observed that the survival time was greater in band and loop maintainers followed by bonded maintainers and finally fiber-reinforced maintainers. Similar results were obtained by Kirzioglu et al. (17) who evaluated the success of fiber-reinforced composite resin as space maintainers and the long-term results. After 6 months the percentage of dislodged maintainers was 73% and it was concluded that this type of space maintainer is acceptable as a successful appliance for short periods.

FIBER-REINFORCED COMPOSITE RESIN MAINTAINERS - MANUFACTURING

In general, the manufacturing procedure for this type of space maintainers continues to have a common pattern in which the tooth is conditioned, the bonding protocol followed and the fiber-reinforced resin fitted. Slight differences can be observed with regard to the photopolymerization times for example, the type of ortho-phosphoric acid and the etching times. With the exception of Kirzioglu et al. (17) they all made the space maintainer in the mouth, but the former manufactured the space maintainer using a plaster model before placing the maintainer. There are also other studies but these do not include the information on manufacturing times of these types of maintainers. Kargul et al. (22) and Saravanakumar et al. (28) eliminate restorations when making these types of maintainers, drilling grooves in a mesio-distal direction where necessary. As can be seen in table I, the procedure is explained on how each of the studies evaluated was carried out (12,15-17,21-25,27-29).

FIBER-REINFORCED COMPOSITE RESIN MAINTAINERS – VARIABLES THAT AFFECT SURVIVAL

Another variable that is no less important for evaluating these types of maintainers is the percentage of success in the short, medium and long term, and if the success rate can be linked to the manufacturing process. We consider being able to make the maintainer in the mouth, and not making it first in the plaster cast model and then fitting it, a determining factor. On reviewing the studies, two large groups can be appreciated with regard to design. Most have a simple design, as referred to in this study in order to differentiate it from the other, which consists of glass fiber that can be bonded to each abutment tooth (12,15-17,21-23,25,27-29), as can be seen in figure 2. On reviewing other studies, another type of design was observed which consisted in using double glass fiber (24), so that a double loop was created, as can be seen in figure 3.

TABLE I.
MANUFACTURING OF THE SPACE MAINTAINER

<i>Author</i>	<i>Procedure</i>
Acharya et al., 2011 (12)	<p>Fibre used: Ribbond</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Isolation of the operating field 2. Application of ortho-phosphoric acid 3. Washing and drying 4. Application of bonding agent 5. Application of fiber before polymerization 6. Photopolymerization 7. Occlusion check
Subramaniam et al., 2008 (15)	<p>Fibre used: everStick</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Measurement of the distance of the space between both teeth with a calibrator, in order to cut a piece of fiber 2. Anesthesia of the abutment teeth 3. Complete isolation using a rubber dam and hemosuctioning 4. Abutment teeth were cleaned with pumice and then etched with 35% ortho-phosphoric acid for 40 seconds 5. Washing and drying 6. Placement of Adper Single Bond (3M) adhesive, photopolymerization for 20 seconds. The application was repeated 2-3 times to avoid the formation of a gap 7. A small quantity of fluid Filtek Z350 (3M) resin was applied to the buccal surfaces of the abutment teeth without polymerization 8. The piece of fiber was placed in this fluid resin, and extended from the buccal aspect of the second molar to the buccal aspect of the canine 9. Preliminary polymerization was carried out of each final portion of fiber for 40 seconds, while the other end was protected from the light source 10. A new layer of fluid resin was applied on the area with fiber and photopolymerized for 40 seconds on both teeth 11. All the portions of fiber not covered with resin were then covered 12. After this gingival hygiene spaces and occlusal interference checked 13. Finishing and polishing
Tunc et al., 2012 (16)	<p>Fiber used: Ribbond</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The existing space was measured between teeth and the piece of fiber cut 2. The fiber was soaked in Single Bond (3M) adhesive and shielded from light until required 3. Abutment teeth were first prepared with prophylactic paste and then etched with ortho-phosphoric acid for 15-30 seconds depending on whether a primary or permanent tooth 4. Washing and drying 5. Application of adhesive and fluid resin Aelite Flo (Bisco) to the tooth surfaces 6. Fiber applied with slight pressure on the tooth to achieve better contact followed by photopolymerization 7. Fiber then covered with flowable resin and photopolymerization performed for 20 seconds 8. Finishing and polishing
Sarvanakumar et al., 2013 (28)	<p>Fiber used: Ribbond</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Old caries or restorations were removed and grooves made, or surface was roughened as necessary 2. Intraoral measurement of the distance between both abutment teeth and fiber piece cut 3. Tooth surfaces prepared with pumice and then etched with 35% ortho-phosphoric acid gel 4. Washing and drying 5. Application PQ1 (Ultradent) bonding agent using two layers and photopolymerization 6. Permaflo (Ultradent) flowable composite was placed on tooth surfaces 7. The fiber was soaked in adhesive and then placed on teeth and photopolymerized 8. Next the fiber exposed in flowable composite was covered and photopolymerized for 40 seconds 9. Finishing and polishing 10. Occlusion check
Kargul et al., 2003 (22)	<p>Fiber used: everStick</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Caries and old restorations were removed. Grooves in a mesio-distal direction were made as required. 2. The amount of fiber needed was cut after taking the intraoral measurement 3. The tooth surfaces were prepared with pumice and etched with 35% ortho-phosphoric acid 4. Washing and drying 5. Application Prime & Bond (Vivadent) adhesive agent in two layers, photopolymerization 6. Application of Tetric Flow (Vivadent) flowable composite on tooth surfaces without photopolymerization 7. Fiber placed on tooth surfaces using an applicator and preliminary light-curing was carried out followed by photopolymerization for 40 seconds 8. Excess removed and occlusion check 9. Finishing and polishing

(Continue in the next page)

TABLE I (CONT.).
MANUFACTURING OF THE SPACE MAINTAINER

<i>Author</i>	<i>Procedure</i>
Kargul et al., 2005 (21)	<p>Fiber used: everStick</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The necessary amount of fiber was cut 2. Preparation of tooth surfaces with pumice followed by etching with 35% ortho-phosphoric acid 3. Washing and drying 4. Application of two layers of Prime & Bond (Vivadent) adhesive agent followed by photopolymerization 5. Application of Tetric Flow (Vivadent) flowable composite on tooth surfaces without photo polymerization 6. Fiber placed on tooth surfaces using an applicator and preliminary light-curing followed by photopolymerization for 40 seconds 7. Any excess was removed and occlusion checked 8. Finishing and polishing
Tuloglu et al., 2009 (23)	<p>Fiber used: Ribbond</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The space of the missing tooth was measured 2. The amount of fiber needed was cut and soaked in Single Bond (3M ESPE) adhesive, shielding it from the light until ready for use. 3. Preparation of tooth surfaces with pumice followed by etching with 37% ortho-phosphoric acid 4. Washing and drying 5. Application of Single Bond (3M ESPE) adhesive agent to tooth surfaces 6. Application of Aelite Flo (Bisco) flowable composite to tooth surfaces 7. Placement of fiber on tooth surfaces using an applicator and photopolymerization 8. Fiber covered with flowing composite, any excess removed and then photopolymerized for 20 seconds 9. Finishing and polishing
Nidhi et al., 2012 (27)	<p>Fiber used: Interlig</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The distance of the gap was measured 2. The amount of fiber needed was cut 3. Anesthesia and complete isolation 4. Preparation of the tooth surfaces with pumice followed by acid etching with 35% ortho-phosphoric acid for 30 seconds (15 seconds for permanent teeth) 5. Washing and drying 6. Dual application of One Coat Bond SL (Coltene) adhesive agent to the tooth surfaces followed by photopolymerization for 30 seconds 7. Application of Synergy Flow (Coltene) flowable composite to tooth surfaces with photopolymerization 8. Placement of fiber on tooth surfaces using an applicator and preliminary light-curing for 30 seconds. After this another layer of flowable composite was applied and photopolymerization for 30 seconds 9. Occlusion check 10. Finishing and polishing
Kirzioglu et al., 2004 (17)	<p>Fiber used: Splint it</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The distance of the gap was measured in the plaster cast 2. The amount of fiber necessary was cut and the space maintainer was prepared using the plaster cast 3. The tooth surface was prepared with pumice and then etched with 35% ortho-phosphoric acid for 30 seconds (15 seconds for permanent teeth) 4. Washing and drying for 20 seconds 5. Application of Bond-1 (Pentron) adhesive agent and Flow it (Pentron) flowable composite to tooth surfaces and space maintainer placed 6. Light pressure was applied to generate greater contact during the photopolymerization process 7. Finishing and polishing
Garg 2014 (24)	<p>Fiber used: Ribbond</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The distance of the gap was measured 2. The amount of fiber necessary was cut 3. Anesthesia and complete isolation 4. Tooth surfaces were prepared 5. Application of the adhesive agent on tooth surfaces followed by photopolymerization for 20 seconds 6. Application of flowable composite on tooth surfaces without polymerization 7. Placement of the fiber on the tooth surfaces using an applicator and preliminary light-curing was carried out for 40 seconds. Another layer of flowable composite was then added and polymerization for 40 seconds 8. Occlusion check 9. Finishing and polishing 10. Finally the bonding agent was placed on the fiber and photopolymerization carried out

(Continue in the next page)

TABLE I (CONT.).
MANUFACTURING OF THE SPACE MAINTAINER

Author	Procedure
Setia et al., 2013 (25)	<p>Fiber used: Ribbon</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. An impression was taken of the arch to obtain the plaster cast and to measure the distance between the abutment teeth in order to determine the amount of fiber necessary 2. Tooth surfaces prepared with pumice 3. Isolation with rubber dam 4. Preparation of tooth surfaces with 37% ortho-phosphoric acid 5. Washing and drying 6. Application of 3M bonding agent on tooth surfaces followed by photopolymerization for 10 seconds 7. Application of Flowline (Heraeus Kulzer) flowable composite on tooth surfaces without light-curing 8. Fiber placed on the surfaces and preliminary curing. Another layer of flowable composite was placed and light-cured for 40 seconds 9. Occlusion check 10. Finishing and polishing
Setia et al., 2014 (29)	<p>Fiber used: Ribbon</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The distance between both abutment teeth was measured with a calibrator 2. Tooth surfaces prepared with pumice 3. Isolation 4. Tooth surfaces prepared with 37% ortho-phosphoric acid 5. Application of 3M bonding agent to tooth surfaces followed by photopolymerization for 10 seconds 6. Application of Flowline (Heraeus Kulzer) flowable composite to tooth surfaces without polymerization 7. Placement of fiber on surfaces and preliminary light-curing for 40 seconds. Another layer of flowable composite was then added and photopolymerized for 40 seconds 8. Occlusion check 9. Finishing and polishing



Fig. 2. Simple space maintainer (adapted by Tunc et al., 2012).



Fig. 3. Double space maintainer (adapted by Garg, 2014).

Also Yeluri et al. (14) made this type of maintainer but differently, as can be seen in figure 4.

Table II gives a breakdown of the percentages of success that were obtained in each type of study. With the exception of some studies, the largest success rates were related to being able to carry these out in the mouth. As only one double design study was found, the design cannot be compared with the remaining studies. With regard to success rates, during the third month a success rate was observed of approximately 80-100%, which started to decrease in the sixth month (40-100%) and at one year. The only study that obtained values below the mean was due to this being the only study in which



Fig. 4. Adapted design proposed by Yeluri et al., 2012.

TABLE II.
PERCENTAGE OF SUCCESS

Author	Type of maintainer	Type of fiber	Teeth replaced	Making of maintainer	Complete isolation	Sample	% Success	Mean success time
Tunc et al., 2012 (16)	Simple	Ribbon	First or second primary molar	In mouth	No	10 patients	– 1 month: 100% success – 3 months: 80% success – 6 months: 40% success – 9 months: 40% success – 12 months: 20% success	6.7 months
Saravanakumar et al., 2013 (28)	Simple	Ribbon	First or second primary molar	In mouth	No	30 patients	– 6 months: 84 % success – 12 months: 47% success – 18 months: 33% success	12 months
Kargul et al., 2003 (22)	Simple	everStick	First or second primary molar (1 o 2 teeth)	In mouth	No	3 patients	– 3 months: 100% success – 6 months: 100% success	-
Kargul et al., 2005 (21)	Simple	everStick	First or second primary molar (1 o 2 teeth)	In mouth	No	19 patients	– 12 months: 43% success	5 months
Nidhi et al., 2012 (27)	Simple	Interlig	First or second primary molar	In mouth	Yes	20 patients	– 1 month: 100% success – 3 months: 89.47% – 5 months: 78.95%	-
Subramaniam et al., 2008 (15)	Simple	everStick	First primary molars	In mouth	Yes	30 patients	– 1 month: 100% success – 3 months: 80% success – 6 months: 66.7% – 12 months: 53%	-
Garg 2014 (24)	Double	Ribbon	First or second primary molar	In mouth	Yes	30 patients	– 1 month: 100% success – 6 months: 63.3% success	-
Kirzioglu et al., 2004 (17)	Simple	Splint it	First or second primary molar	In plaster cast and then transferred to mouth	No	29 patients	– 6 months: 27% success – 12 months: 13% success – 24 months: 13% success	5.7 months
Setia et al., 2014 (29)	Simple	Ribbon	First or second primary molar	In mouth	Not specified if absolute or relative	32 patients	– 3 months: 72.7% success – 6 months: 54.5% success – 9 months: 45.5% success	-

the space maintainer was made outside the mouth and then bonded, and it appears to be a type of space maintainer that is designed particularly for short periods, and which showed at 6 months an acceptable success rate. Therefore, in order to reach a more definitive conclusion, studies with longer evaluation times are required (15-17,21-22,24,27-29).

FIBER-REINFORCED COMPOSITE RESIN MAINTAINERS - COMPARISON WITH CEMENTED METAL SPACE MAINTAINERS

With regard to the studies that refer to the results of both types of maintainers, Nidhi et al. (27) made 20 maintainers for a group of 20 patients with fiber-reinforced composite resin and 20 metal maintainers in two quadrants in each patient. Out of these, one of the patients did not continue in the study. The results at 5 months of the follow-up were 4 failures of 19

fiber-reinforced composite resin space maintainers and 7 out of 19 band and loop space maintainers, but this was statistically insignificant. Tunc et al. (16) made for different patients 10 band and loop space maintainers and 10 fiber-reinforced composite resin maintainers. At 12 months, 8 out of 10 fiber-reinforced composite resin maintainers had failed and 1 out of 10 band and loop space maintainers. Subramaniam et al. (15) and Garg et al. (24) made both types of space maintainers in different quadrants in 30 patients. The results by Garg et al. (24) after a 6 month follow-up yielded a failure rate of 11 out of the 30 fiber-reinforced composite resin space maintainers and 19 out of the 30 band and loop space maintainers. Lastly the results by Subramaniam et al. (15) after 12 months obtained a failure rate of 14 out of the 30 fiber-reinforced composite resin space maintainers and 20 out of the 30 band and loop space maintainers. In both studies the results were not statistically significant but Setia et al. (29) obtained different results on comparing space maintainers made from different materials. The ones that

obtained the best results in relation to success rates were the prefabricated band and loop, followed by conventional band and loop and then fiber-reinforced composite resin (Ribbond), but in spite of this the results obtained in relation to success rates are similar to those obtained by Subramaniam et al. (15) and Kargul et al. (21) who stated that these were a good alternative for 6 month periods.

FIBER REINFORMCED COMPOSITE RESIN SPACE MAINTAINERS – REASONS FOR FAILURE

After having analyzed the success of these types of space maintainers, it is also important to consider the reasons that may lead to failure, in order to be able to manage these variables. The reasons that may be associated with failure of these types of space maintainers are (15):

- *Debonding of the enamel-resin interface*: this may be linked to not achieving complete isolation, or to anatomical factors such as the presence of prismless enamel in primary teeth that would affect adhesion.
- *Fracture of the fiber*: associated with chewing hard solids. This may also be related to the supraeruption of the antagonist, which generates a greater load for the maintainer.
- *Debonding of the resin-fiber interface*: on finishing and polishing the maintainer, too much of the resin that is covering the fiber may be removed, or there may be a loss over time of this small amount of resin that covers the fiber, given constant strain.

Zachrisson et al. (30) concluded that the main reason for enamel-resins bonding failure was due to inappropriate prepa-

ration of the surface, contamination and problems during the bonding process.

Other variables to be taken into consideration are that the space maintainers lasted longer in the upper than in the lower jaw, and the probable explanation of this is the difficulty of being able to achieve proper isolation in the mandible (21,28). Space maintainers that were replacing one tooth lasted longer than those replacing two teeth (21). Another aspect that should be kept in mind is that there were a greater percentage of failures in primary than in permanent teeth, and this was possibly related to the presence of areas of prismless enamel (17).

CONCLUSION

Taking into account the information available on fiber-reinforced composite resin space maintainers, these can be considered a treatment option following the premature loss of primary teeth. Many studies have ascertained that they have an acceptable success rate for 6 month periods and, if metal ones are avoided, these can be a good option for allergic patients. In addition they are a fast, effective, aesthetic alternative, laboratory work is not required and better control of patient hygiene is achieved.

The success lies in being able to achieve suitable bonding, in the number of teeth lost, in the preparation and in patient cooperation.

Finally, larger longer-term studies are needed for evaluating the success of prolonged space maintainer use and for establishing uniform protocols with regard to how these are made.