



Evaluación de la microdureza del esmalte afectado por caries incipiente y tratados por dos tipos de barnices fluorados: Estudio in vitro

Evaluation of the microhardness of enamel affected by incipient caries and treated by two types of fluoride varnishes: In vitro study

Avaliação da microdureza do esmalte afetado por cárie incipiente e tratada por dois tipos de vernizes fluoretados: Estudo in vitro

William Omar Granda Untuña¹, Maritza del Carmen Quezada Conde²

RECIBIDO: 21/nov/2016 **CORREGIDO:** 7/oct/2017 **APROBADO:** 18/dic/2017

1. Odontólogo General. Egresado de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador (FOUCE); wogufor@gmail.com
2. PhD en Formación, Ciencias Odontológicas en la Universidad de Sao Paulo-Brasil, Especialista en Odontopediatra. Docente de pre y posgrado de la FOUCE; maritzaqc@hotmail.com



RESUMEN

El flúor ha demostrado su efectividad en la terapia de lesiones iniciales de caries. En la actualidad, existen nuevos barnices de flúor con agentes remineralizantes adicionales, con la finalidad de tratar las lesiones de caries no cavitadas de una forma no invasiva, promoviendo la remineralización del esmalte. **Objetivo:** Determinar la microdureza del esmalte con lesiones de caries incipientes tratados con dos barnices fluorados. **Materiales y métodos:** Estudio experimental in vitro. La muestra estuvo constituida por 35 bloques de esmalte, que fueron divididos de manera aleatoria en 3 grupos. G1(n=5): control negativo; G2 (n=15): Barniz de Flúor (Flúor protector- Ivoclar Vivadent) y G3(n=15): Barniz de flúor con Fosfato Tricálcico (Clinpro White Varnish- 3M ESPE). Se realizaron 3 indentaciones mediante un microdurómetro, con el fin de obtener la dureza inicial, luego se desmineralizaron las muestras con la finalidad de producir lesiones incipientes, donde se realizaron nuevamente 3 indentaciones para obtener la microdureza del esmalte desmineralizado, concluida esta fase se colocó el remineralizante en cada muestra y se siguió un régimen de pH cíclico durante 7 días para simular las condiciones bucales, transcurrido este periodo se realizaron 3 indentaciones en cada muestra para obtener la dureza final del esmalte remineralizado, llegando a un total de 9 indentaciones por muestra. Los datos se analizaron mediante el test de Scheffé y la prueba T de Student con un nivel de significancia del 5%. **Resultados:** Existió diferencia significativa entre el barniz fluorado con Fosfato Tricálcico (TCP) con el grupo control ($p=0,03$). No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes barnices fluorados ($p=0,09$). Fue observada una mejora significativa de la microdureza postratamiento de ambos barnices de flúor ($p<0.001$). **Conclusión:** Los dos tipos de barnices de flúor incrementaron de manera eficiente la microdureza del esmalte con lesión de caries incipiente, sin existir diferencia significativa entre estos dos.

Palabras claves: Dentición permanente; caries dental; flúor; esmalte dental.

ABSTRACT

Fluoride has shown its effectiveness in the therapy of initial lesions of caries. Currently, there are new fluoride varnishes with additional remineralizing agents, to treat lesions of non-cavitated caries in a non-invasive way, promoting the remineralization of the enamel. **Objective:** To determine the microhardness of enamel with incipient caries lesions treated with two fluoride varnishes. **Materials and methods:** In vitro experimental study. The sample consisted of 35 enamel blocks, which were randomly divided into 3 groups. G1 (n=5): negative control; G2 (n=15): Fluorine varnish (Flúor protector - Ivoclar Vivadent) and G3 (n=15): Fluorine varnish with Tricalcium Phosphate (Clinpro White Varnish - 3M ESPE). Three indentations were made by means of a microhardness meter, in order to obtain the initial hardness, then the samples were demineralized with the purpose of producing incipient lesions, where 3 indentations were made again to obtain the microhardness of the demineralized enamel, after this phase the remineralizing solution in each sample and a cyclical pH regime was followed during 7 days to simulate the oral conditions, after this period 3 indentations were made in each sample to obtain the final hardness of the remineralized enamel, reaching a total of 9 indentations per sample. The data were analyzed using the Scheffé test and the Student's T test with a level of significance of 5%. **Results:** There was a significant difference between the fluoride varnish with Tricalcium Phosphate (TCP) and the control group ($p=0.03$). No significant differences were found between the different fluorinated varnishes ($p=0.09$). A significant improvement of the microhardness after treatment of both fluoride varnishes was observed ($p<0.001$). **Conclusion:** The two types of fluoride varnishes efficiently increased the microhardness of enamel with incipient caries lesion, without significant difference between these two.

Keywords: Permanent dentition; dental caries; fluorine; dental enamel.

RESUMO

O flúor tem mostrado sua efetividade na terapia das lesões iniciais de cárie. Atualmente, existem novos vernizes de flúor com agentes remineralizantes adicionais, a fim de tratar lesões de cárie não cavitadas de forma não invasiva, promovendo a remineralização do esmalte. **Objetivo:** Determinar a microdureza do esmalte com lesões de cárie incipientes tratadas com dois vernizes de flúor. **Materiais e métodos:** Estudo experimental in vitro. A amostra consistiu em 35 blocos de esmalte, que foram divididos aleatoriamente em 3 grupos. G1 (n=5): controle negativo; G2 (n=15): Verniz de flúor (Fluor protector - Ivoclar Vivadent) e G3 (n=15): Verniz de flúor com fosfato tricálcico (Clinpro White Varnish -ESPE 3M). Três indentações foram feitas por meio de um microdurômetro para obter a dureza inicial, depois as amostras foram desmineralizadas com o objetivo de produzir lesões incipientes, onde foram feitas novamente três indentações para obter a microdureza do esmalte desmineralizado, após essa fase foi colocado a solução remineralizante em cada amostra e um regime de pH cíclico foi feito durante 7 dias para simular as condições bucais, após esse período foram feitas 3 indentações em cada amostra para obter a dureza final do esmalte remineralizado, atingindo um total de 9 indentações por amostra. Os dados foram analisados utilizando o teste Scheffé e o teste T de Student com um nível de significância de 5%. **Resultados:** Houve diferença significativa entre o verniz fluoretado com fosfato tricálcico (TCP) e o grupo controle ($p=0,03$). Não foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes vernizes fluoretados ($p=0,09$). Observou-se uma melhoria significativa da microdureza após o tratamento de ambos os vernizes de flúor ($p<0,001$). **Conclusão:** Os dois tipos de vernizes de flúor aumentaram de forma eficiente a microdureza do esmalte com lesão de cárie incipiente, sem existir diferença significativa entre estes dois.

Palavras Chave: Dentição permanente, cárie dentária; flúor; esmalte dentário.

INTRODUCCIÓN

La caries dental representa unos de los principales problemas de la salud oral, siendo considerada un proceso infeccioso de origen multifactorial donde microorganismos, dieta rica en carbohidratos, hábitos de higiene inadecuados, bajo nivel socioeconómico cumplen un papel fundamental en la progresión de la enfermedad, los cuales pueden potenciarse en especial por la actuación del factor tiempo.^{1,2}

El pH salival, en condiciones fisiológicas normales, se encuentra en valores de 6.2 a 6.8, considerado un medio neutro, donde los cristales de hidroxiapatita se encuentran estables y en equilibrio con el medio oral; cuando este desciende a un valor de 5.5 debido a los ácidos resultantes del metabolismo bacteriano, estos cristales se van a disolver debido a la pérdida de equilibrio del medio oral, dando inicio al proceso de desmineralización, este proceso puede ser reversible gracias a la saliva y a su capacidad buffer o tampón, así como por la biodisponibilidad de iones calcio y fosfato, los cuales van a contribuir a la estabilización de los cristales de hidroxiapatita conociendo este proceso como remineralización.^{3,4}

Cuando se pierde el equilibrio y este se inclina hacia el fenómeno de desmineralización, se presentará en la superficie dental lesiones iniciales de caries, conocidas como lesiones de mancha blanca. Dentro de sus principales características se encuentra, pérdida de la translucidez que da como resultado una superficie opaca, con aspecto de tiza, ligeramente porosa, con una textura áspera.⁵

En la actualidad, se busca detener el progreso de la enfermedad caries actuando en sus estadios iniciales, por lo cual surge el desarrollo de la Mínima Intervención en Odontología siendo este un concepto que ha evolucionado, gracias al aumento de la comprensión y entendimiento sobre el proceso de la caries. Dentro de este campo se encuentran varias estrategias afines a prevenir o actuar sobre las lesiones de caries, incluyendo la remineralización terapéutica, la cual tiene como objetivo revertir los estadios iniciales de la enfermedad mediante la aplicación de fluoruros.^{6,7}

INTRODUCTION

Dental caries represents one of the main problems of oral health, being considered an infectious process of multifactorial origin where microorganisms, diet rich in carbohydrates, inadequate hygiene habits, low socioeconomic level play a fundamental role in the progression of the disease, which can be enhanced especially by the action of the time factor.^{1,2}

The salivary pH, under normal physiological conditions, is found in values of 6.2 to 6.8, considered a neutral medium, where the hydroxyapatite crystals are stable and in balance with the oral environment; When this goes down to a value of 5.5 due to the acids resulting from bacterial metabolism, these crystals will dissolve due to the loss of balance of the oral environment, starting the demineralization process, this process can be reversible thanks to the saliva and its buffer or buffer capacity, as well as the bioavailability of calcium and phosphate ions, which will contribute to the stabilization of hydroxyapatite crystals knowing this process as remineralization.^{3,4}

When the equilibrium is lost and this inclines towards the demineralization phenomenon, initial lesions of caries, known as white spot lesions, will appear on the tooth surface. Among its main characteristics is the loss of translucency that results in an opaque, chalk-like, slightly porous surface with a rough texture.⁵

Currently, it seeks to stop the progression of caries disease by acting in its initial stages, which is why the development of the Minimum Intervention in Dentistry has arisen, this being a concept that has evolved, thanks to the increase in understanding and understanding of the process of decay. Within this field are several related strategies to prevent or act on caries lesions, including therapeutic remineralization, which aims to reverse the initial stages of the disease through the application of fluorides.^{6,7}



Sin embargo, aparecen nuevas estrategias para fomentar estos procesos de reparación dental, los cuales consisten en crear nuevos compuestos capaces de establecer una asociación entre fluoruro de sodio, calcio y fosfato, los cuales serán liberados en el medio oral, saturando la saliva con estos iones, para revertir la pérdida de minerales en una lesión de caries incipiente.^{4,8}

Por lo cual, el presente estudio in vitro tiene como objetivo determinar la microdureza del esmalte con lesiones de caries incipientes tratados con dos barnices fluorados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio de tipo experimental in vitro, fue evaluado y aprobado éticamente por los miembros de Consejo Directivo de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador.

Fueron recolectados 20 dientes premolares humanos, libres de lesiones de caries, fracturas o pigmentaciones intrínsecas, fueron seccionados por la cara vestibular y palatina o lingual con discos de diamante para obtener 35 bloques de esmalte con una medida de 4 mm de ancho, 4 mm de alto y 2 mm de espesor según lo recomienda Argenta et al., 2003⁹. Se alisó la superficie externa de los bloques de esmalte con lija de agua de 600 y 1200 granos hasta obtener un desgaste de 50 μm , los mismos que fueron calibrados con un micrómetro manual y colocados en moldes de acrílico transparente para permitir su manipulación (Figura 1 y 2).

Las muestras previamente a la evaluación recibieron profilaxis con piedra pómez y cepillo profiláctico con pieza de mano a baja velocidad y lavados con agua potable y almacenados en recipientes con agua destilada.

Los especímenes fueron sometidos a tres indentaciones iniciales en el centro de los mismos, con una separación de 50 μm entre indentación, aplicando una carga de 200 gramos, durante 5 segundos con el microdurometro Wilson Tukon Microhardness Tester. Posterior a la fase inicial se dividieron las 35 muestras en 3 grupos G1: control negativo (n=5), G2: flúor protector (n=15) y G3: Clinpro White

However, new strategies appear to promote these dental repair processes, which consist of creating new compounds capable of establishing an association between sodium fluoride, calcium and phosphate, which will be released in the oral environment, saturating the saliva with these ions, to reverse the loss of minerals in an incipient caries lesion.^{4,8}

Therefore, the present in vitro study has as objective to determine the microhardness of enamel with incipient caries lesions treated with two fluoride varnishes.

MATERIALS AND METHODS

The present in vitro experimental study was evaluated and approved ethically by the members of the Board of Directors of the Faculty of Dentistry of the Central University of Ecuador.

We collected 20 human premolar teeth, free of lesions of caries, fractures or intrinsic pigmentations, were sectioned by the vestibular and palatal face or lingual with diamond discs to obtain 35 blocks of enamel with a measure of 4 mm wide, 4 mm high and 2 mm thick as recommended by Argenta et al., 2003⁹. The external surface of the enamel blocks was smoothed with 600 and 1200 grains of water until a wear of 50 μm was obtained, the same ones that were calibrated with a manual micrometer and placed in transparent acrylic molds to allow handling (Figure 1 and 2).

The samples prior to the evaluation received prophylaxis with pumice stone and prophylactic brush with hand piece at low speed and washed with potable water and stored in containers with distilled water.

The specimens were subjected to three initial indentations in the center of them, with a separation of 50 μm between indentation, applying a load of 200 grams, for 5 seconds with the microdurometer Wilson Tukon Microhardness Tester. After the initial phase, the 35 samples were divided into 3 groups G1: negative control (n = 5), G2: Fluor Protect (n = 15) and G3: Clinpro

Varnish (n=15), las cuales fueron llevadas a una solución desmineralizante propuesta por Queiroz et al., 2008¹⁰, sumergiendo las muestras en la solución previamente preparada cuya composición es la siguiente (2.0mMol/L de calcio, 2.0mMol/L de fosfato, 0.030 ppm de flúor, 75mMol/L de ácido acético con un pH de 4.3), a una temperatura de 37 °C ($\pm 1^\circ\text{C}$) durante 32 horas, de esta manera obteniendo lesiones incipientes en la superficie del esmalte.

Se procedió a la medición de la microdureza de las muestras desmineralizadas, siguiendo la misma metodología ya mencionada, realizando una separación de 100 μm hacia la parte izquierda de las indentaciones iniciales (Figura 3), obtenidos los resultados se procedió a la aplicación del remineralizante indicado para cada grupo siguiendo las indicaciones recomendadas por cada fabricante, se simularon las condiciones bucales siguiendo un régimen de pH cíclico recomendado por Argenta⁹ (9), colocado las muestras en solución desmineralizante durante 3 horas diarias, conservadas en una incubadora a 37°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) transcurrido este período, las muestras fueron lavadas con agua destilada y sumergidas en solución remineralizante cuya composición es la siguiente: (1.5mMol/L de calcio, 0,9mMol/L de fosfato, 150mMol/L de cloruro de potasio, 0.050ppm de flúor, 20.0mMol/L de cacodilato de soio con un pH de 7.4) durante 20 horas diarias, este proceso se lo realizó durante 7 días. Concluido este régimen de pH cíclico se procedió a la medición final de microdureza siguiendo las indicaciones anteriores, con una separación de 100 μm hacia la parte derecha de las indentaciones iniciales (Figura 4).



Figura 1. Calibración del bloque de esmalte

White Varnish (n = 15), which were taken to a demineralizing solution proposed by Queiroz et al., 2008¹⁰, immersing the samples in the previously prepared solution whose composition is as follows (2.0mMol / L of calcium, 2.0mMol / L of phosphate, 0.030 ppm of fluorine, 75mMol / L of acetic acid with a pH of 4.3), at a temperature of 37 °C ($\pm 1^\circ\text{C}$) for 32 hours, thus obtaining incipient lesions on the enamel surface.

We proceeded to the microhardness measurement of the demineralized samples, following the same methodology already mentioned, making a separation of 100 μm towards the left part of the initial indentations (Figure 3), obtained the results we proceeded to the application of the indicated remineralizer for each group following the indications recommended by each manufacturer, oral conditions were simulated following a cyclic pH regime recommended by Argenta9 (9), placing the samples in demineralizing solution for 3 hours a day, kept in an incubator at 37°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) after this period, the samples were washed with distilled water and immersed in remineralizing solution whose composition is as follows: (1.5mMol / L of calcium, 0.9mMol / L of phosphate, 150mMol / L of chloride of potassium, 0.050ppm of fluorine, 20.0mMol / L of sodium cacodylate with a pH of 7.4) for 20 hours daily, this process was performed for 7 days. Once this cyclic pH regime was concluded, the final measurement of microhardness was carried out, following the previous indications, with a separation of 100 μm towards the right part of the initial indentations (Figure 4).



Figure 1. Calibration of the enamel block

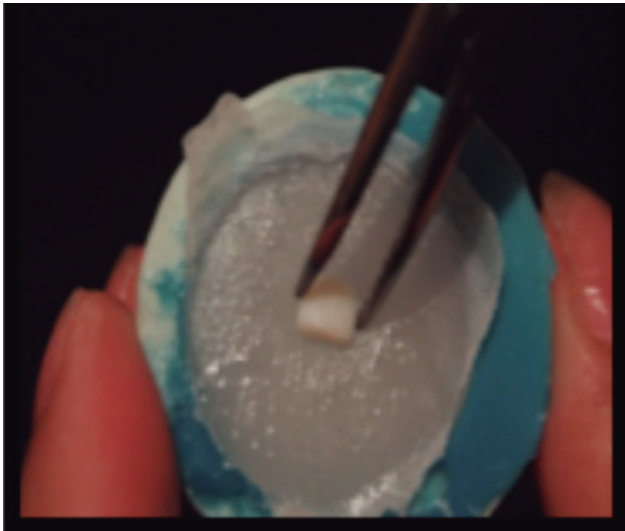


Figura 2. Colocación en molde acrílico

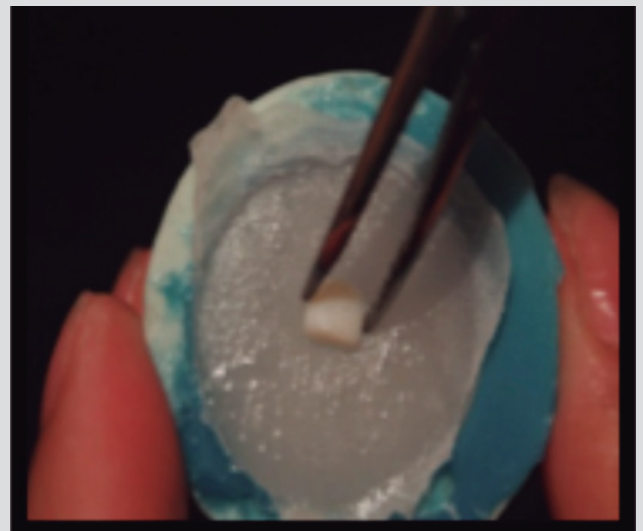


Figure 2. Placement in acrylic mold



Figura 3. Microfotografía con indentaciones iniciales y post-desmineralización



Figure 3. Microphotography with initial indentations and post-demineralization

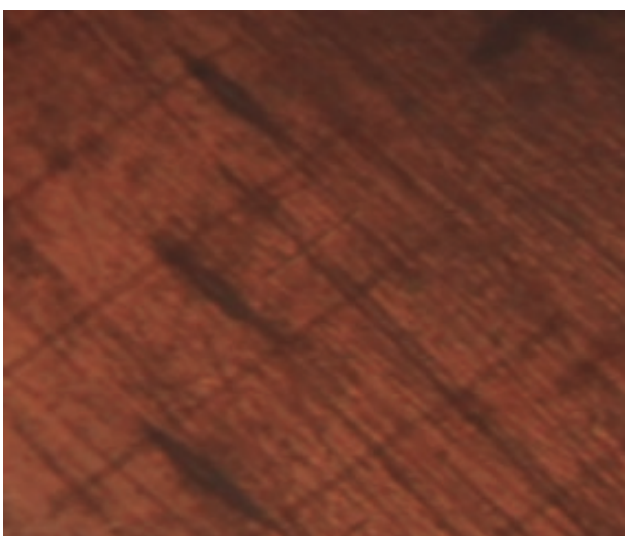


Figura 4. Microfotografía con indentaciones post-remineralización

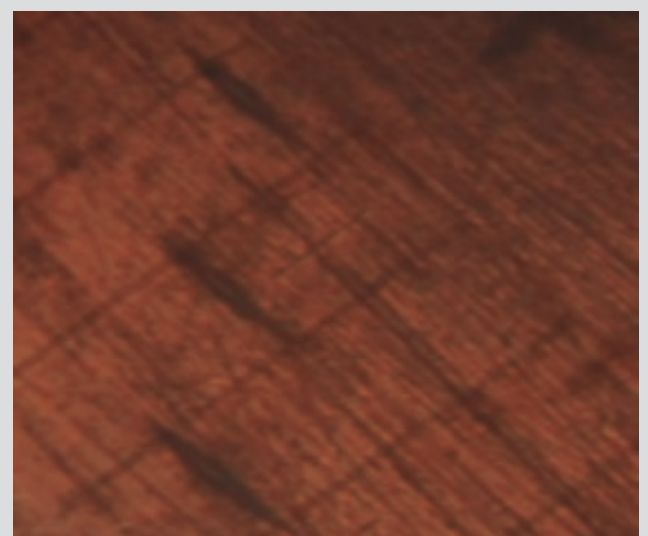


Figure 4. Microphotography with post-remineralization indentations

Los resultados obtenidos de las mediciones de microdureza se analizaron mediante el test de Scheffe para la comparación entre grupos y la prueba T de Student con un nivel de significancia de 5%.

The results obtained from the microhardness measurements were analyzed by the Scheffe test for the comparison between groups and the Student's T test with a level of significance of 5%.

RESULTADOS

RESULTS

Se determinó la microdureza inicial, post-desmineralización y post-remineralización para los tres grupos como se muestra en el cuadro 1.

The initial microhardness, post-demineralization and post-remineralization were determined for the three groups as shown in table 1.

GRUPO	Dureza inicial del esmalte Media ± DE	Dureza esmalte desmineralizado Media ± DE	Dureza esmalte remineralizado Media ± DE
Control Negativo	325,1 ± 5,1	189,3 ± 25.8	275,5 ± 5,3
Flúor Protector	334,2 ± 11,6	199,4 ± 27,3	304,7 ± 11,4
Clinpro White Varnish	346,0 ± 9,6	197,5 ± 22,7	325,8 ± 19,7

DE= Desviación Estándar

Cuadro 1: Microdureza y desviación estándar de los diferentes grupos de estudio

GROUP	Initial hardness of the enamel Media ± DE	Demineralized enamel hardness Media ± DE	Remineralized enamel hardness Media ± DE
Negative control	325,1 ± 5,1	189,3 ± 25.8	275,5 ± 5,3
Fluor Protector	334,2 ± 11,6	199,4 ± 27,3	304,7 ± 11,4
Clinpro White Varnish	346,0 ± 9,6	197,5 ± 22,7	325,8 ± 19,7

DE = Standard Deviation

Chart 1: Microhardness and standard deviation of the different study groups

Los resultados del test de Scheffe nos indican que existió diferencia significativa de la dureza del esmalte remineralizado entre el Clinpro White Varnish con el grupo control (p=0,03), sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre Flúor Protector y Clinpro White Varnish (p=0,09).

The results of the Scheffe test indicate that there was a significant difference of the remineralized enamel hardness between the Clinpro White Varnish and the control group (p = 0.03), however, no significant differences were found between Fluor Protector and Clinpro White Varnish (p = 0.09).



GRUPOS		Dureza del esmalte remineralizado	
		Diferencia de medias (I-J)	p
I	J		
Control Negativo	Flúor protector	-29,2	0,54
	Clinpro White Varnish	-50,3	0,03
Flúor protector	Clinpro White Varnish	-21,1	0,09

Cuadro 2. Resultados del test de Scheffé

La prueba t de Student para muestras emparejadas se desarrolló con el propósito de comprobar si la remineralización fue significativa, comparando el valor luego de la desmineralización con el obtenido luego del tratamiento, determinándose que en los dos casos si existió una mejora sustantiva de la dureza dado que $p < 0.001$

GROUPS		Remineralized enamel hardness	
		Diferencia de medias (I-J)	P
I	J		
Negative control	Fluor Protector	-29,2	0,54
	Clinpro White Varnish	-50,3	0,03
Fluor Protector	Clinpro White Varnish	-21,1	0,09

Chart 2. Scheffé test results

The Student t test for paired samples was developed with the purpose of verifying if the remineralization was significant, comparing the value after the demineralization with the one obtained after the treatment, determining that in both cases there was a substantive improvement of the given hardness that $p < 0.001$

GRUPO	Dureza del esmalte desmineralizado	Dureza del esmalte remineralizado	Variación	Significancia p
Control negativo	189,3	275,5	86,2	
Flúor protector	199,4	304,7	105,4	<0,001
Clinpro White Varnish	197,5	325,8	128,4	<0,001

Cuadro 3. Resultados del test de Student

GROUP	Hardness of demineralized enamel	Hardness of the remineralized enamel	Variation	Significance p
Negative control	189,3	275,5	86,2	
Fluor Protector	199,4	304,7	105,4	<0,001
Clinpro White Varnish	197,5	325,8	128,4	<0,001

Chart 3. Student test results

DISCUSIÓN

Antiguamente la caries dental era considerada como un proceso irreversible donde el único tratamiento era la cavitación de la lesión y su posterior obturación, en la actualidad el desarrollo de nuevos conceptos en la clasificación, diagnóstico y tratamiento de la caries permite un mejor entendimiento de la enfermedad, enfocando al profesional hacia un tratamiento mínimamente invasivo, afirmando que dentro de esta terapéutica se incluye la remineralización terapéutica de las lesiones incipientes.^{3,11}

Gutiérrez & Planellis, 2010⁶, Castellanos et al., 2013⁸ definieron que una sustancia remineralizante para ser considerada así debe ser capaz de fomentar este proceso sobre la estructura dentaria, señalando que el fluoruro en sus diferentes presentaciones es el agente más reconocido y de mayor uso por profesionales.

Badet & Richard, 2004¹² mencionaron que la dureza normal del esmalte se ve afectada y tiende a disminuir ante un proceso de desmineralización, señalando que existen varios métodos altamente sensitivos para determinar la microdureza del esmalte y las variaciones que ocurren en este, siendo uno de los ensayos más utilizados el de Knoop, el cuál mediante la aplicación de un indentador con punta de diamante penetrará la superficie del esmalte y con su respectivo cálculo se determinará la misma.

Los modelos de pH cíclico son los métodos más utilizados para simular in vitro las condiciones de la cavidad bucal, sin embargo, presenta limitaciones ya que no se puede reproducir por completo las complejas condiciones del medio ambiente oral, a pesar de estas limitaciones son muy utilizados en Odontología por que permiten evaluar de manera eficaz el potencial anticaries de productos que contienen flúor en su composición. Argenta et al., 2003⁹ utilizaron el modelo de pH cíclico, el cuál fue modificado añadiendo flúor en bajas concentraciones a las soluciones desmineralizantes y remineralizantes, indicando que estos iones se encuentran presentes en el medio oral como restos del cepillado dental con pastas u enjuagues fluoradas e incluso por la ingesta

DISCUSSION

Formerly dental caries was considered an irreversible process where the only treatment was the cavitation of the lesion and its subsequent obturation, at present the development of new concepts in the classification, diagnosis and treatment of caries allows a better understanding of the disease, focusing the professional towards a minimally invasive treatment, affirming that within this therapeutic remineralization of incipient lesions is included.^{3,11}

Gutiérrez & Planellis, 2010⁶, Castellanos et al., 2013⁸ defined that a remineralizing substance to be considered as such should be able to promote this process on the tooth structure, noting that fluoride in its different presentations is the most recognized and widely used agent by professionals.

Badet & Richard, 2004¹² mentioned that the normal hardness of the enamel is affected and tends to decrease before a demineralization process, noting that there are several highly sensitive methods to determine the microhardness of the enamel and the variations that occur in it, being one of the most commonly used tests Knoop, which through the application of an indent diamond tip will penetrate the surface of the enamel and with its respective calculation will determine the same.

The cyclic pH models are the most used methods to simulate in vitro the conditions of the oral cavity, however, it has limitations since the complex conditions of the oral environment can not be fully reproduced, although these limitations are widely used in Dentistry because they allow to evaluate in an effective way the anticaries potential of products that contain fluorine in their composition. Argenta et al., 2003⁹ used the cyclic pH model, which was modified by adding fluorine in low concentrations to the demineralizing and remineralizing solutions, indicating that these ions are present in the oral environment as remains of tooth brushing with fluorinated pastes or rinses. and even by the regular



regular de agua fluorada, siendo lo más próximo al medio bucal se consideró en el diseño metodológico del presente estudio.

Queiroz et al., 2008¹⁰ indicaron que para simular una lesión incipiente las muestras deben ser sumergidas durante 32 horas en una solución desmineralizante, ya que la aplicación de diferentes tipos de ácidos utilizados por otros autores para desmineralizar el esmalte no van a presentar las características de una lesión incipiente de caries, razón por la cual fue considerada esta metodología en el presente estudio.

La presentación en barniz del flúor es considerada uno de los métodos de mayor aplicación profesional para remineralizar las lesiones incipientes, esto se debe a la facilidad de aplicación, y seguridad que presenta para el paciente y el profesional, estos fueron desarrollados para evitar la acción de arrastre debido a la saliva posterior a su topicación, permitiendo un mayor tiempo de exposición con la estructura dental.¹³

Es ya conocida la acción del flúor sobre las estructuras dentarias debiendo tener en cuenta que ya sea en bajas concentraciones se va a precipitar en forma de hidroxiapatita fluorada disminuyendo la desmineralización y favoreciendo la remineralización del esmalte, sin embargo al ser baja la concentración no favorecerá una recuperación eficiente de la estructura afectada, es por ello que se vuelve importante por parte del profesional la aplicación de fluoruros en altas concentraciones en forma de barniz ya que proporcionan grandes beneficios como método preventivo para evitar el desarrollo de la lesión.^{8,14}

Una reciente revisión sistemática concluye que el barniz de flúor tiene un efecto inhibitorio contra la caries en dientes primarios y permanentes, sin embargo, la calidad de la evidencia fue moderada, ya que incluía principalmente estudios de alto riesgo de sesgo, con considerable heterogeneidad.¹⁵

La aplicación de fluoruros en altas concentraciones en forma de barniz representa uno de los métodos de remineralización de las lesiones incipientes de caries mayormente utilizados por los odontólogos ya que son seguros el momen-

intake of fluoridated water, being the closest to the oral environment was considered in the methodological design of the present study.

Queiroz et al., 2008¹⁰ indicated that to simulate an incipient lesion, the samples should be submerged for 32 hours in a demineralizing solution, since the application of different kind of acids used by other authors to demineralize the enamel will not present the characteristics of an incipient lesion of caries, which is why this methodology was considered in the present study.

The presentation in varnish of fluoride is considered one of the methods of greater professional application to remineralize the incipient lesions, this is due to the ease of application, and security that presents for the patient and the professional, these were developed to avoid the action of entrainment due to saliva after its topication, allowing a longer exposure time with the dental structure.¹³

It is already known the action of fluoride on dental structures should be taken into account that either at low concentrations will be precipitate in the form of fluorinated hydroxyapatite decreasing demineralization and favoring the remineralization of the enamel, however to be low concentration will not favor a efficient recovery of the affected structure, that is why it becomes important for the professional to apply fluorides in high concentrations in the form of varnish as they provide great benefits as a preventive method to prevent the development of the injury.^{8,14}

A recent systematic review concludes that fluoride varnish has an inhibitory effect against caries in primary and permanent teeth, however, the quality of the evidence was moderate, it includes mainly studies of high risk of bias, with considerable heterogeneity.¹⁵

The application of fluorides in high concentrations in the form of varnish represents one of the methods of remineralization of incipient lesions of caries mostly used by dentists since they are safe at the time of application and provide great



to de su aplicación y proporcionan grandes beneficios como método preventivo para evitar el desarrollo de caries, este fluoruro al encontrarse en altas concentraciones se depositará en forma de fluoruro de calcio el cual se va a disolver en el momento que el pH desciende a niveles críticos e ingresará como hidroxapatita fluorada a la estructura dentaria, de esta manera la pérdida de mineral será menor en relación a su ausencia.⁴

La biodisponibilidad de iones calcio y fosfato en el medio oral es insuficiente, por lo que se mencionan nuevos productos remineralizantes que en su composición van a contener estos iones saturando el medio oral de los mismos. Karlinsey & Pfarrer, 2012¹⁶ mencionan que la combinación de fluoruro y fosfato tricálcico funcionalizado (fTCP) produce un mineral más fuerte y más resistente al ácido en relación con el flúor solamente. Así mismo, Elkassas & Arafa, 2014¹⁷ afirman que los agentes remineralizantes que contienen diferentes fórmulas de calcio y fluoruro tienen un mayor potencial de remineralización en comparación con la saliva artificial, esto fue observado en la presente investigación ya que el barniz de flúor que contiene TCP en su formulación mostró un incremento estadísticamente significativo de la microdureza del esmalte al compararlo con el grupo control.

Rirattanaponget et al., 2014¹⁸, concluyen que los barnices de flúor que contienen fosfato tricálcico (TCP) inhiben la progresión de las lesiones iniciales del esmalte primario, sin evidenciar diferencia significativa con los diferentes barnices fluorados estudiados en cuanto a la eficacia; resultados similares a los encontrados en la presente investigación, ya el Fluor Protector y el Clinpro White Varnish fueron efectivos en la remineralización de la lesión de caries incipiente del esmalte permanente, pero no se observó diferencia estadísticamente significativa de ambos en relación a su eficacia.

Como limitación del estudio podemos mencionar que la muestra de los grupos de estudio con el grupo control fue diferente, así mismo se sugiere para futuros estudios aumentar el número de muestra de los diferentes grupos, para que, con ello, se aumente el poder del estudio y se pueda inferir de mejor manera sobre los resultados obtenidos.

benefits as a preventive method to prevent the development of caries, this fluoride when found in high concentrations will be deposited in the form of calcium fluoride which will dissolve at the moment when the pH drops to critical levels and will enter as fluorinated hydroxyapatite to the tooth structure, in this way the loss of mineral it will be less in relation to its absence.⁴

The bioavailability of calcium and phosphate ions in the oral environment is insufficient, which is why new remineralizing products are mentioned which, in their composition, will contain these ions, saturating the oral medium of these. Karlinsey & Pfarrer, 2012¹⁶ mention that the combination of fluoride and functionalized tricalcium phosphate (fTCP) produces a stronger mineral and more resistant to acid in relation to fluorine alone. Likewise, Elkassas & Arafa, 2014¹⁷ state that remineralizing agents that contain different calcium and fluoride formulas have a greater remineralization potential compared to artificial saliva, this was observed in the present investigation since the fluoride varnish containing TCP in its formulation showed a statistically significant increase in the enamel microhardness when compared to the control group.

Rirattanaponget et al., 2014¹⁸, conclude that fluoride varnishes containing tricalcium phosphate (TCP) inhibit the progression of the initial lesions of the primary enamel, without showing a significant difference with the different fluorinated varnishes studied in terms of efficacy; results similar to those found in the present investigation, since the Fluor Protector and the Clinpro White Varnish were effective in the remineralization of the incipient caries lesion of the permanent enamel, but no statistically significant difference of both was observed in relation to its efficacy.

As a limitation of the study, we can mention that the sample of the study groups with the control group was different, so it is suggested for future studies to increase the sample number of the different groups, in order to increase the power of the study. and can infer in a better way about the results obtained



CONCLUSIÓN

Los barnices de flúor con y sin Fosfato Tricálcico (TCP) estudiados, incrementaron significativamente la microdureza del esmalte con lesiones de caries incipientes, sin existir diferencia entre ambos en relación con la eficacia.

CONCLUSION

The fluoride varnishes with and without Tricalcium Phosphate (TCP) studied significantly increased the microhardness of the enamel with incipient caries lesions, with no difference between both in relation to the efficacy

BIBLIOGRAFÍA / BIBLIOGRAPHY

1. Prasad K, Madhu P, Namrata H, Viraj Y, Kavita T, Maya K. Preventive techniques & remineralization of dental caries for Public Health: A review. *Indian Journal of Dental Science*. 2013; 5(5): 105-10.
2. Cedillo VJJ. Uso de los derivados de la caseína en los procedimientos de remineralización. *Rev ADM*. 2012; 69(4): 191-99.
3. Cuadrado VDB, Peña CRE, Gómez CJF. El concepto de caries: hacia un tratamiento no invasivo. *Rev ADM*. 2013; 70(2): 54-60.
4. Jefferies SR. Advances in remineralization for early carious lesions: a comprehensive review. *Compend Contin Educ Dent*. 2014; 35(4): 237-43.
5. Nuñez DP, Bacallao LG. Bioquímica de la caries dental. *Rev haban cienc méd*. 2010; 9(2): 156-66.
6. Gutierrez B, Planellis P. Actualización en odontología mínimamente invasiva: remineralización e infiltración de lesiones incipientes de caries. *Cient Dent* 2010; 7(3): 183-91.
7. Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, Leal SC, Gordan W, Eden E. Minimal intervention dentistry for managing dental caries – a review: report of a FDI task group. *Int Dent J*. 2012; 62(5): 223-43.
8. Castellanos JE, Marín LM, Úsuga MV, Castiblanco GA, Martignon S. La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental. *Univ Odontol*. 2013; 32(69): 49-59.
9. Argenta RMO, Tabchoury CPM, Cury JA. A modified pH-cycling model to evaluate fluoride effect on enamel demineralization. *Pesqui Odontol Bras*. 2003; 17(3): 241-6.
10. Queiroz CS, Hara AT, Leme AFP, Cury JA. pH-cycling models to evaluate the effect of low fluoride dentrifice on enamel de -and remineralization. *Braz Dent J*. 2008; 19(1): 21-7.
11. Portilla JR, Pinzón MT, Huerta EL, Obregón AP. Conceptos actuales e investigaciones futuras en el tratamiento de la caries dental y control de la placa bacteriana. *Revista Odontológica Mexicana*. 2010; 14(4): 218-25.
12. Badet C, Richard B. Étude Clinique de la carie. *EMC Dentisterie*. 2004. 1: 40-8.
13. Karlinsey RL, Mackey AC, Dodge LE, Schwandt CS. Noncontact remineralization of incipiente lesions treated with a 5% sodium fluoride varnish in vitro. *J Dent Child*. 2014; 81(1): 7-13.
14. Stookey GK, Featherstone JD, Rapozo-Hilo M, Schemehom BR, Williams RA, Baker RA, Barker ML, Kaminski MA, McQueen CM, Amburgey JS, Casey K, Faller RV. The Featherstone laboratory pH cycling model: a prospective, multi-site validation exercise. *Am J Dent*. 2011; 24(5): 322-8.
15. Marinho VC, Worthington HV, Walsh T, Clarkson, JE. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013, 11(7): CD002279.
16. Karlinsey RL, Pfarrer AM. Fluoride plus functionalized B-TCP: a promising combi-



nation for robust remineralization. *Adv Dent Res.* 2012; 24(2): 48-52.

17. Elkassas D, Arafa A. Remineralizing efficacy of different calcium-phosphate and fluoride based delivery vehicles on artificial caries like enamel lesions. *J Dent* 2014; 42(4): 466-74.
18. Rirattanapong P, Vongsavan K, Saengsiravin C, Pommahala T. Effect of fluoride varnishes containing tri-calcium phosphate sources on remineralization of initial primary enamel lesions. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2014; 45(2): 499-504.

Cita Sugerida

Granda-Untuña WO, Quesada-Conde MC. Evaluación de la microdureza del esmalte afectado por caries incipiente y tratados por dos tipos de barnices fluorados: Estudio in vitro. *Revista ODONTOLOGÍA.* 2017; 19(2): 40-52.