

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

**“EFECTO *IN VITRO* DE ENJUAGATORIOS BUCALES EN LA
MICRODUREZA DE TRES DIFERENTES RESINAS
COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS”**

Tesis para optar el grado académico de:

MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA

Presentado por:

Jhonn Luis Bernaldo Faustino (0000-0001-7081-5289)

Asesora:

Julissa Amparo Dulanto Vargas (0000-0003-4845-3853)

Lima – Perú

2024

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

**“EFECTO *IN VITRO* DE ENJUAGATORIOS BUCALES EN LA
MICRODUREZA DE TRES DIFERENTES RESINAS
COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS”**

Tesis para optar el grado académico de:

MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA

Presentado por:

Jhonn Luis Bernaldo Faustino (0000-0001-7081-5289)

Asesora:

Julissa Amparo Dulanto Vargas (0000-0003-4845-3853)

Lima – Perú

2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 21 de Diciembre de 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Esp. Hermelinda Dora Camara Cabello
Miembro 1: Mg. Esp. Sandra Cecilia Vega Sarmiento
Miembro 2: Mg. Esp. Jennifer Rocio Loo Valle

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“EFECTO IN VITRO DE ENJUAGATORIOS BUCALES EN LA MICRODUREZA DE TRES DIFERENTES RESINAS COMPUESTAS NANOHIBRIDAS”

Presentada por el bachiller:

- Jhonn Luis Bernaldo Faustino

Para optar el Grado Académico de Maestro en Estomatología

Asesorado por: Dra. CD. Julissa Amparo Dulanto Vargas

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la Carrera de Estomatología en la sustentación, se concluyen de:

Manera unánime ()

Por mayoría ()

Calificar a:

Tesis: Jhonn Luis Bernaldo Faustino		Nota (en letras): 16 (dieciséis)	
Aprobado (<input type="checkbox"/>)	Aprobado - Muy buena (<input checked="" type="checkbox"/>)	Aprobado - Sobresaliente (<input type="checkbox"/>)	Desaprobado (<input type="checkbox"/>)

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

**Mg. Esp. Hermelinda Dora Camara
Cabello**
Presidente(a) del Jurado
DNI. 43104000

Mg. Esp. Jennifer Rocio Loo Valle
Miembro 2
DNI. 43374119

**Mg. Esp. Sandra Cecilia Vega
Sarmiento Miembro 1**
DNI. 41287590

Dra. CD. Julissa Amparo Dulanto Vargas
Asesor(a)
DNI. 42800983

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR
POSGRADO ESTOMATOLOGÍA
INDICAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD O GRADO ACADÉMICO A OPTAR
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS¹³

Lima, 20 de noviembre Del 2023

Señor:

Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación

Universidad Científica del Sur

Presente. -

De nuestra consideración,

Yo: Jhonn Luis Bernaldo Faustino, egresado del Posgrado Estomatología de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con la asesora de tesis Julissa Amparo Dulanto Vargas, declaramos que este trabajo de investigación titulado: **EFFECTO *IN VITRO* DE ENJUAGATORIOS BUCALES EN LA MICRODUREZA DE TRES DIFERENTES RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS**, sustentado para obtener el título de Maestro en Estomatología Es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos¹⁴, que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



JHONN LUIS BERNALDO FAUSTINO

DNI: 42885457



JULISSA AMPARO DULANTO VARGAS

DNI: 42800983

¹³ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-SUNEDU/CD

¹⁴ Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Efecto in vitro de enjuagatorios bucales en la microdureza de tres diferentes resinas compuestas nanohíbridas

Autores. Jhonn Luis Bernaldo Faustino.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2272680060).

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

Efecto in vitro de enjuagatorios

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	F Afennich. "The effect of hexetidine mouthwash on the prevention of plaque and gingival inflammation: a systematic review : Hexetidine mouthwash review", International Journal of Dental Hygiene, 08/2011 Publicación	3%
2	Alvaro Garcia-Sanchez, Juan-Francisco Peña-Cardelles, Angel-Orión Salgado-Peralvo, Flor Robles et al. "Virucidal Activity of Different Mouthwashes against the Salivary Load of SARS-CoV-2: A Narrative Review", Healthcare, 2022 Publicación	1%
3	Submitted to Universidade de Sao Paulo Trabajo del estudiante	1%
4	datospdf.com Fuente de Internet	1%

AGRADECIMIENTOS

Agradecer de manera especial y sincera a mi asesora, Dra. Julissa Amparo Dulanto Vargas por su apoyo y confianza en mi persona y su capacidad para guiar mis ideas en el desarrollo de esta investigación.

Expresar también mi agradecimiento al Dr. Kilder Carranza Samanez por compartir sus conocimientos y experiencias de tipo profesional en el ámbito de la odontología, para culminar el presente estudio.

También agradecer a la Dirección General de Investigación, Desarrollo e Innovación (DGIDI) por el soporte en la corrección de la traducción en inglés.

Agradecer al laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. por el compromiso y paciencia para la realización del experimento.

ÍNDICE

	Pág.
Título	1
Resumen	2
Abstract	3
<i>Versión publicada</i>	
I. Introduction	4
II. Materials y methods	6
III. Results	9
IV. Discussion	12
V. Conclusions	16
<i>Versión inicial enviada a publicar</i>	
I. Introducción	17
II. Materiales y métodos	18
III. Resultados	23
IV. Discusión	26
V. Conclusiones	30
<i>Copias de cartas de respuestas de los revisores</i>	31
<i>Versión en español</i>	
I. Introducción	32
II. Materiales y métodos	34
III. Resultados	38
IV. Discusión	40
V. Conclusiones	44
VI. Referencias bibliográficas	46
VII. Abreviaturas	48
VIII. Anexos	49

ARTÍCULO ORIGINAL PUBLICADO**TÍTULO EN ESPAÑOL**

«EFECTO *IN VITRO* DE ENJUAGATORIOS BUCALES EN LA MICRODUREZA DE TRES DIFERENTES RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS»

TÍTULO EN INGLÉS

“*IN VITRO* EFFECT OF MOUTHRINSES ON THE MICROHARDNESS OF THREE DIFFERENT NANOHYBRID COMPOSITE RESINS”

Jhonn Bernaldo-Faustino¹, Julissa Dulanto-Vargas¹, Kilder Carranza-Samanez¹,

1. Research Group in Dental Sciences, School of Dentistry, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

Correspondencia: Julissa Amparo Dulanto Vargas

Correo: jdulanto@cientifica.edu.pe

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

RESUMEN

Introducción. El uso diario de diferentes enjuagues bucales en casa o en la consulta dental puede alterar las propiedades de dureza de la resina. El presente estudio tuvo como objetivo comparar la microdureza Vickers (VHN) in vitro de resinas compuestas nanohíbridas (NCR) sumergidas en enjuagues bucales. **Materiales y métodos.** En total, 120 discos (10 x 2 mm) fueron preparados a partir de tres tonos NCR A2 (n = 40/grupo) con Filtek™ Z350 XT (Z350XT), Tetric EvoCeram (TEC), y Polofil NHT (PNHT). Las muestras se incubaron en saliva artificial (37°C x 24 hr). Los especímenes se distribuyeron en cuatro enjuagues bucales (n = 10/grupo) de saliva artificial (control), clorhexidina (CHX 0,12%; pH 5,6), cloruro de cetilpiridina (CPC 0,075%; pH 5,84), y CHX 0,12% + CPC 0,05% (pH 6,2) (2 veces/día, 2' x 12 h). El VHN (300 gf/10") se midió después de 24 h, 14 y 21 días. Los datos se analizaron mediante ANOVA de tres vías seguido de un análisis de Tukey post hoc con un nivel de significancia de 0,05. **Resultados.** Los resultados revelaron un efecto global de la interacción de los enjuagues bucales x tiempo entre los NRC evaluados ($P = 0,001$). El VHN inicial en PNHT y Z350XT fue mayor que en TEC. Dentro de cada grupo de NCR, VHN de CHX + CPC > otros enjuagues bucales (PNHT/14 días; Z350XT/21 días) y > CPC (Z350XT/14 días). En los enjuagues bucales intragrupos, el VHN de PNHT y Z350XT disminuyó a los 14 días (CHX, CPC) y se mantuvo en el tiempo en NCR (CHX + CPC). VHN-TEC fue similar entre los grupos. **Conclusión.** La microdureza mostró diferencias debido a la interacción del tipo de NCR, la composición de los enjuagues bucales y el tiempo. El VHN disminuyó después de 14 días y se vio más afectado en resinas compuestas con menor contenido de relleno y en enjuagues bucales con un pH más bajo.

Palabras clave: Enjuagues bucales, composite de resina nanohíbrida, microdureza.

ABSTRACT

Introduction. Daily use of different mouthrinses at home or in the dental office can alter the properties of resin hardness. The present study aimed to compare Vickers microhardness (VHN) in vitro of nanohybrid composite resins (NCRs) immersed in mouthrinses. **Materials and Methods.** In total, 120 discs (10 × 2 mm) were prepared from three NCR shade A2 (n = 40/group) with Filtek™ Z350 XT (Z350XT), Tetric EvoCeram (TEC), and Polofil NHT (PNHT). The specimens were incubated in artificial saliva (37°C × 24 hr). Specimens were distributed into four mouthrinses (n = 10/group) of artificial saliva (control), chlorhexidine (CHX 0.12%, pH 5.6), cetylpyridine chloride (CPC 0.075%, pH 5.84), and CHX 0.12% + CPC 0.05% (pH 6.2) (2 times/day, 2' × 12 hr). The VHN (300 gf/10") was measured after 24 hr, 14, and 21 days. Data were analyzed by three-way analysis of variance, followed by post hoc Tukey analysis at 0.05 level of significance. **Results.** The results revealed a global effect of the interaction of the mouthrinses × time between NCR evaluated (). Baseline VHN in PNHT and Z350XT was higher than TEC. Within each group of NCR, VHN of CHX + CPC > other mouthrinses (PNHT/14 days; Z350XT/21 days), and >CPC (Z350XT/14 days). In mouthrinses-intragroups, VHN of PNHT and Z350XT decreased at 14 days (CHX, CPC) and was maintained over time in NCR (CHX + CPC). VHN-TEC was similar among groups. **Conclusion.** Microhardness showed differences due to the interaction of the type of NCR, the composition of the mouthrinses, and time. VHN decreased after 14 days and was more affected in composite resins with lower filler content and in mouthrinses with a lower pH.

Keywords: Mouthrinses, nanohybrid resin composite, microhardness.

VERSIÓN EN INGLÉS PUBLICADA

I. INTRODUCTION

Toothbrushing is the main conventional method of oral hygiene to prevent oral diseases. It is well known that this cleaning requires other mechanical procedures such as dental flossing [1]. However, situations can arise that prevent dental biofilm control and people resort to the use of oral rinses, which are usually available without a dental prescription. Recent reviews of certain rinses for adjunctive use recognize the beneficial effect on plaque reduction, as in the case of chlorhexidine (CHX) and cetylpyridine chloride (CPC) after four weeks of use. However, some side effects such as extrinsic tooth staining, calculus and taste alteration are also reported [1, 2].

Oral rinses are formulated from essential oils, salts, preservatives, and water and have a slightly acidic pH [3, 4]. They may contain various concentrations of alcohol, although "free alcohol" rinses containing broad-spectrum antimicrobial agents such as cationic biguanide (CHX), cationic quaternary ammonium (CPC), and the combination of both (CHX + CPC) are increasingly being marketed for common or office use [3, 5]. Due to the COVID-19 pandemic, the virucidal benefits of these mouthrinses in dental procedures have been studied [6, 7].

Composite resin has been used for more than 60 years and is the universally accepted restorative material. The demand for high functional-esthetics has led to a rapid modification of this material, mainly focusing on its monomeric components, including particle size, shape and loading [8]. Modern "nanohybrid" composite resins are characterized by the presence of silica fillers of different sizes, such as nano (20 - 75 nm)

and submicron ($\leq 1 \mu\text{m}$) particles [9]. Their frequent use is due to their versatility in restoring both anterior and posterior teeth [10]. The variety of filler sizes among different commercial brands produces similar stiffness and strength, but this does not define their properties when considering other elements such as content, shape and distribution [11].

The resin matrix may degrade in the presence of alcohol due to the hydrophilicity of the polymer [12]. In addition, a low pH can cause loss of ions by catalyzing ester groups of dimethacrylate monomers (Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA). This effect can cause changes in composite resin properties, such as hardness [13-16], roughness [12, 17, 18] and surface morphology [14]. Although the use of antimicrobial mouthwashes is a justified complement to brushing to maintain periodontal health and control anticariogenic activity, the detrimental effects on composite resin restorations must be considered [4]. Since the daily use of mouthrinses at home and the selection of dental composite in clinical practice can alter the chemical properties, reducing longevity and durability [12, 19]. These effects are important to study because they play a crucial role in reducing additional treatments and improve patient satisfaction [9].

The degradation of composites resin exposed to chemical solutions has been extensively studied, however, few studies have been carried out on nanohybrid composite resins and alcohol-free mouthrinses. Therefore, the aim of the present study was to evaluate the change in Vickers microhardness (VHN) of nanohybrid composite resins (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram and Polofil NHT) immersed in mouthrinses of different compositions (CHX, CPC, CHX + CPC) using an *in vitro* procedure. As a null hypothesis it was proposed that none of the mouthrinses would have a significant effect on reducing

the VHN of the three nanohybrid composite resins (NCR) at 21 days postimmersion in an *in vitro* model.

II. MATERIALS Y METHODS

This study had an *in vitro* experimental design and was approved by the Research Ethics Committee at the Universidad Científica del Sur (N° 140-CIEI-CIENTÍFICA-2022). A total of 120 composite resin disc samples were prepared and distributed into 12 groups of NCR (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram and Polofil NHT) and four mouthrinses (artificial saliva control, CHX 0.12%, CPC 0.075% and CHX 0.12% + CPC 0.05%) (n=10, per group). The discs were prepared according to the manufacturer's instructions (ISO standard 4049), with standard dimensions (diameter 10 mm; thickness 2 mm, margin of error ≤ 1 mm). The characteristics of the materials are shown in **Table 1**.

Table 1: Description of the materials of the experiment.

Material	Composition	Manufacturer	Batch
Rinses			
Periogard	Chlorhexidine digluconate at 0.12 %; water; glycerin; PEG-40; flavoring and sodium saccharin. Alcohol free, (pH 5.6)	Colgate Palmolive Ind.®	R1020
Colgate Plax	Cetylpyridine chloride at 0.075 %; sodium fluoride 0.05 % (225 ppm fluoride); water; glycerin; sorbitol; propylene glycol; poloxamer 407, potassium sorbate, menthol and sodium saccharin. (Alcohol free; pH 5.84)	Colgate Palmolive Ind.®	1040
Perio Aid	Chlorhexidine digluconate at 0.12 %; cetylpyridine chloride at 0.05 %; water; glycerin; xylitol; saccharin sodium; acesulfame potassium; neohesperidin. (Alcohol free; pH 6.2)	Dentaid	S1119
Nanohybrid resins			
Filtek Z350XT	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA y TEGDMA. Filler loading is 72.5% by weight with a combination of non-agglomerated/non-aggregated 20 nanometer (nm) silica filler; non-agglomerated/non-aggregated 4 to 11 nm zirconia filler.	3M ESPE®	NE41882
Tetric EvoCeram	Bis-GMA, UDMA, Ethoxylated Bis-EMA. The filler loading is 82-83% by weight with barium aluminum silicate glass with two particle sizes, ytterbium trifluoride and mixed oxide.	Ivoclar Vivadent®)	Z02X74
Polofil NHT	TEGDMA, UDMA, BisGMA. The filler loading is 88.7 % with glass silicate, silica, camphor quinone, dabe, bht, silica, ferric oxide, titanium oxide, benzotriazole and methylphenol.	(Voco®)	2114441

Sample size was calculated using the paired means comparison formula of the Epidat Program (version 4.2), based on the study of CHX, CPC, and artificial saliva by Jyothi *et al.* [13] using the difference of the two closest means ($\Delta_{\text{pre- vs. postimmersion}}=1.5$) found in the experimental group of CPC at 0.075 % ($\Delta_{\text{SD}}\approx 1.5$), 95 % confidence interval, and 80 % power; resulting in 10 samples per subgroup. The samples were randomly assigned to

three experimental groups of mouthrinses and one control group of artificial saliva for each type of composite resin.

The composite resin discs were prepared according to the ISO technical standard 4049 [13, 17, 20]. The stainless-steel mold was lubricated with petroleum jelly to facilitate sample removal. The mold was placed on and under two twin slide plates (22 mm x 22 mm) separated by celluloid matrix tape to prevent the formation of an oxygen-inhibited surface layer that reduces hardness. The composite resin was introduced in homogeneous 1 mm increments to a slight excess using a spatula. Finger pressure was applied to both plates for 20 s until the excess composite resin was removed and a smooth, homogeneous surface was obtained. Each side of the disc was automatically light cured for 20 s with an LED lamp (1000-1200 mW/cm²; Woodpecker Led F) calibrated with a radiometer (intensity ≥ 1100 mW/cm², spectral range 460–480 nm) at 1 mm from the surface (glass slide thickness) [14, 16]. The composite resins were polished with coarse, medium, fine, and extra-fine Sof-Lex discs (3M ESPE, USA) under running water.

The samples were randomly distributed in pill containers labeled 1 to 120 according to the type of mouthrinses and composite resins. They were kept in artificial saliva in an incubator for 24 hours at 37±3°C to simulate the oral environment. The artificial saliva had the following composition: NaCl (0.084 g), KCl (0.120 g) and CaCl₂·2H₂O (0.015 g), MgCl₂·6H₂O (0.005 g), sodium carboxymethylcellulose (0.375 g), propylene glycol (4 g), methylparaben (0.1 g), propylparaben (0.01 g) and purified water (100 ml) (Salival®, Lusa, Laboratorios Unidos S.A., Perú).

The immersion cycle experiment was the same for the three mouthrinses: prerinse after 24 hours of immersion in artificial saliva and drying with absorbent paper; two minutes of immersion twice a day every 12 hours; postrinse with distilled water after each immersion for a period of 21 days. The remainder of the time they were immersed in artificial saliva and kept in an incubator at a mean temperature of 37°C, while the sample of artificial saliva was kept in the same place all the time. The mouthwash and artificial saliva solutions were changed every 24 hours. To prevent any chemical changes in the solutions, the samples were kept in dark containers and pH values were controlled.

Microhardness was measured by the Vickers method in all the samples in ascending order of the labeling at 24 hours of artificial saliva immersion (baseline preimmersion = T0) and at 14 (T1) and 21 days (T2) postimmersion. The mean VHN measurements of each surface of the composite resin disc were performed by three randomly performed diamond indentations (2 μm in diameter). A microhardness tester (LG HV 1000; High Technology Laboratory Certificate S.A.C.) was used at 30 N (300 gf) for 10 s²⁰. The formula used to calculate VHN was the applied load divided by the surface area (diagonals) of the indentation (mm²), multiplied by a constant (1.854), expressed in kgf. A description of the procedure is shown in the study flow chart **[Figure 1]**.

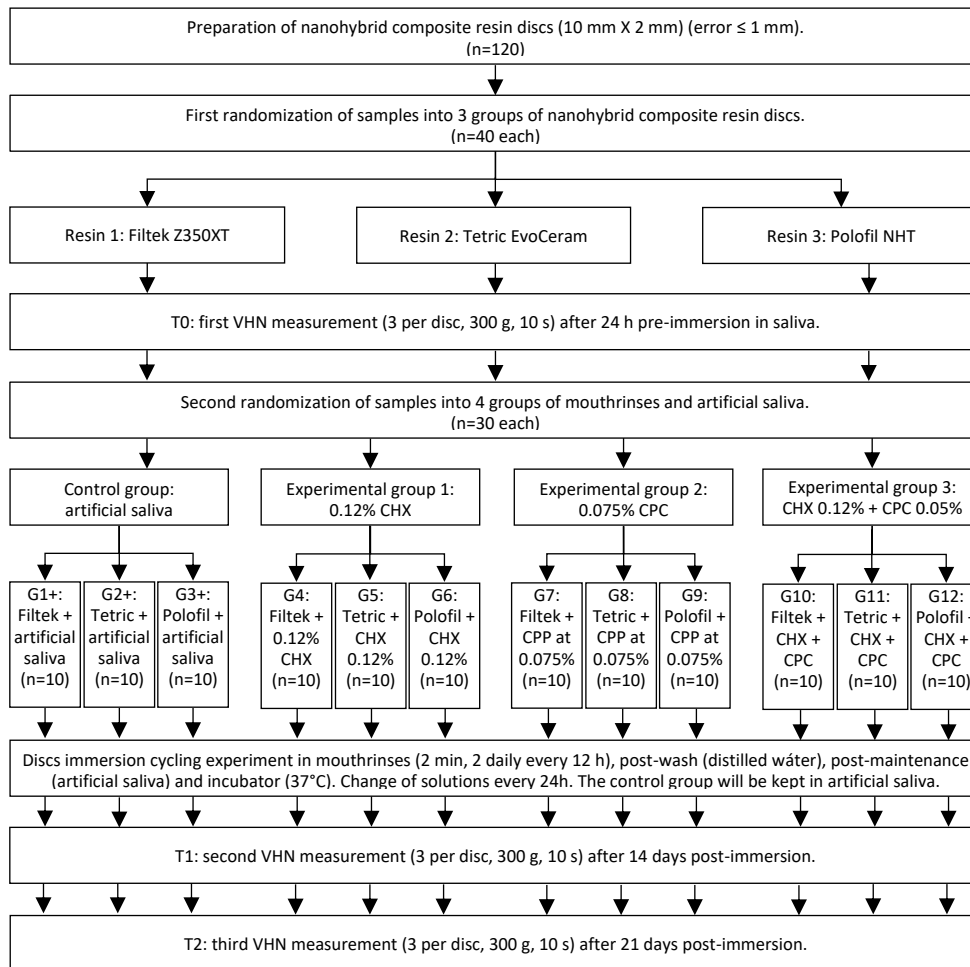


Figure 1: Flow chart of the experiment in nanohybrid composite resins.

The analyses were performed using Jamovi software version 2.3.17 (2021). The VHN was described in terms of mean and standard deviation (SD). Three-way ANOVA [repeated measures time (factor 1), mouthrinses (factor 2), and composite resins (factor 3)] with post hoc Tukey analysis ($P < 0.05$) were used according to data distribution.

III. RESULTS

Significantly strong baseline VHN values were observed with Polofil NHT (84.3 ± 5.33) and Filtek Z350XT (78.4 ± 5.22) compared to Tetric EvoCeram (43.9 ± 2.43) ($P < 0.001$). Within the composite resin group, the VHN of CHX + CPC was higher than that of other solutions in Polofil NHT (14 days) and Filtek Z350XT (21 days) and higher than CPC in

Filtek Z350XT (14 days) ($P < 0.001$) and was similar to that of the other solutions in Tetric EvoCeram ($P \geq 0.05$). Within the immersion group, the VHN of Polofil NHT and Filtek Z350XT decreased at 14 days (CHX and CPC: $P < 0.001$) and 21 days (CHX, CPC and artificial saliva: $P < 0.05$), while it was maintained over time in all composite resins (CHX + CPC) and in Tetric EvoCeram (all solutions) ($P \geq 0.05$). [Table 2]. Statistically significant differences were found in VHN for the factors time, mouthrinses and composite resins when analyzed separately ($P < 0.001$) and by interaction ($P < 0.001$) [Table 3].

Table 2: Comparison of microhardness of nanohybrid composite resins according to mouthrinses and time.

Mouthrinses	Nanohybrid composite resins (Media±SD)								
	Filtek Z350XT			Tetric EvoCeram			Polofil NHT		
	Baseline	14 days	21 days	Baseline	14 days	21 days	Baseline	14 days	21 days
Artificial saliva	80.91±5.62 ^{Aa}	70.83±7.69 ^{Abb}	66.30±8.18 ^{Bb}	45.63±2.24 ^{Aa}	40.59±2.18 ^{Ab}	36.56±2.36 ^{Ab}	80.61±4.39 ^{Aa}	70.16±4.09 ^{Bb}	64.63±4.62 ^{Bc}
CHX al 0.12 %	78.87±6.50 ^{Aa}	70.25±4.73 ^{Abb}	63.41±3.37 ^{Bcc}	43.53±2.95 ^{Aa}	40.21±2.72 ^{Aa}	37.61±2.75 ^{Aa}	85.71±0.92 ^{Aa}	69.48±4.91 ^{Bb}	63.26±4.87 ^{Bc}
CPC al 0,075 %	76.11±3.86 ^{Aa}	66.51±4.21 ^{Bb}	57.16±6.56 ^{Cc}	42.88±2.39 ^{Aa}	40.34±2.33 ^{Aa}	38.63±1.88 ^{Ab}	83.08±6.32 ^{Aa}	70.46±7.90 ^{Bb}	62.38±6.40 ^{Bc}
CHX 0.12 % + CPC 0.05 %	77.78±4.00 ^{Aa}	78.29±1.83 ^{Aa}	75.44±3.15 ^{Aa}	43.65±1.24 ^{Aa}	40.50±2.31 ^{Aa}	40.06±2.35 ^{Aa}	87.64±5.64 ^{Aa}	85.56±5.71 ^{Aa}	83.06±4.34 ^{Aa}

Different capital letters indicate significant differences by columns. Different lower-case letters indicate significant differences by rows (separate composite resins).

Table 3: Interaction of variables mouthrinses, time and nanohybrid composite resins.

Variables	df	MSE	F	P	η^2
Time	2	4018.5	399.12	< 0.001	0.067
Mouthrinse	3	1184.6	28.68	< 0.001	0.030
Composite resin	2	43478.5	1052.74	< 0.001	0.728
Time * Mouthrinse	6	226.8	22.53	< 0.001	0.011
Time * Composite resin	4	288.8	28.68	< 0.001	0.010
Mouthrinse * Composite resin	6	357.4	8.65	< 0.001	0.018
Time * Mouthrinse * Composite resin	12	54.2	5.38	< 0.001	0.005

* Interaction of variables. Type 3 Sum of squares. Repeated measures ANOVA with post hoc Tukey analysis.

The mouthrinse × composite resin interaction showed that the VHN of Filtek Z350XT and Polofil NHT was higher when immersed in CHX + CPC compared to other mouthrinses ($P < 0.001$ and $P < 0.05$, respectively), being similar in all solution groups for Tetric EvoCeram ($P > 0.05$). The VHN values of the immersion in CHX-CPC were higher with Filtek Z350XT and Polofil NHT compared to Tetric EvoCeram, while in the other mouthrinse groups they were higher to lower with Filtek Z350XT > Polofil NHT > Tetric EvoCeram ($P < 0.001$). For the mouthrinse × time interaction, VHN was statistically equal among mouthrinse groups at baseline ($P > 0.05$) and higher at 14 and 21 days with CHX-CPC compared to other mouthrinses ($P < 0.001$). Intragroup VHN significantly decreased

at 14 days for all mouthrinses except CHX-CPC, which show a reduction in VHN at 21 days ($P < 0.05$). Finally, in the composite resin \times time interaction, VHN showed differences among NCR at baseline (Filtek Z350XT > Polofil NHT > Tetric EvoCeram) ($P < 0.001$) and was higher at 14 and 21 days with Filtek Z350XT and Polofil NHT versus Tetric EvoCeram ($P < 0.001$). The intragroup VHN significantly decreased between time points for all composite resins (baseline > 14 days > 21 days) ($P < 0.05$) [Table 4]. There was a greater decrease in VHN with Polofil NHT compared to Tetric EvoCeram immersed in CHX after 14 days and with Polofil NHT and Filtek Z350XT compared to Tetric EvoCeram immersed in CPC after 21 days ($P < 0.001$) [Figure 2].

Table 4: Comparison of microhardness according to mouthrinse \times composite resin, mouthrinse \times time, and composite resin \times time interaction.

Variables	Artificial saliva	CHX 0.12%	CPC 0.075%	CHX 0.12%-CPC 0.05%
Filtek Z350XT	72.68 \pm 9.35 ^{Aab}	70.85 \pm 8.06 ^{Abc}	66.59 \pm 9.24 ^{Ac}	77.17 \pm 3.27 ^{Ba}
Tetric EvoCeram	40.93 \pm 4.36 ^{Ba}	40.45 \pm 3.66 ^{Ba}	40.61 \pm 2.78 ^{Ba}	41.40 \pm 2.55 ^{Ca}
Polofil NHT	71.80 \pm 7.95 ^{Ab}	72.82 \pm 10.38 ^{Ab}	71.97 \pm 10.93 ^{Ab}	85.42 \pm 5.43 ^{Aa}
Variables	Artificial saliva	CHX 0.12%	CPC 0.075%	CHX 0.12%-CPC 0.05%
Baseline Microhardness	69.05 \pm 17.35 ^{Aa}	69.37 \pm 19.22 ^{Aa}	67.37 \pm 18.36 ^{Aa}	69.69 \pm 19.57 ^{Aa}
Microhardness 14 days	60.52 \pm 15.19 ^{Bb}	59.98 \pm 14.80 ^{Bb}	59.10 \pm 14.54 ^{Bb}	68.12 \pm 20.41 ^{ABa}
Microhardness 21 days	55.83 \pm 14.89 ^{Cb}	54.76 \pm 12.86 ^{Cb}	52.72 \pm 11.60 ^{Cb}	66.19 \pm 19.33 ^{Ba}
Variables	Filtek Z350XT	Tetric EvoCeram	Polofil NHT	
Baseline Microhardness	78.42 \pm 5.22 ^{Ab}	43.92 \pm 2.43 ^{Ac}	84.26 \pm 5.33 ^{Aa}	
Microhardness 14 days	71.47 \pm 6.51 ^{Ba}	40.41 \pm 2.31 ^{Bb}	73.92 \pm 8.82 ^{Ba}	
Microhardness 21 days	65.58 \pm 8.65 ^{Ca}	38.21 \pm 2.61 ^{Cb}	68.33 \pm 9.95 ^{Ca}	

Different capital letters indicate significant differences by columns. Different lower-case letters indicate significant differences by rows. Repeated measures ANOVA with post hoc Tukey analysis.

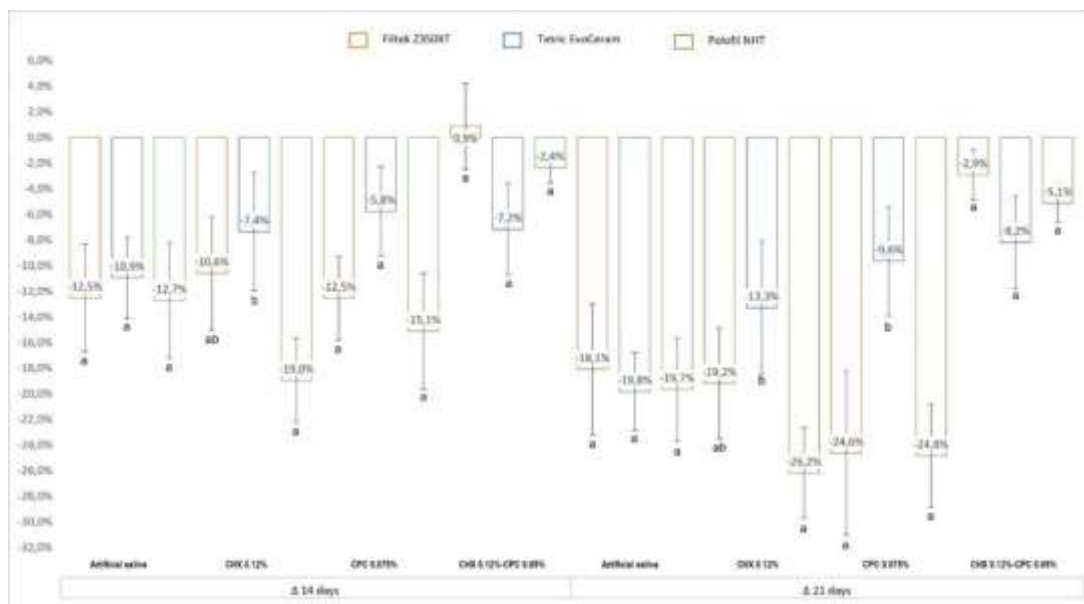


Figure 2: Comparison of microhardness variation among groups of nanohybrid composite resins for each mouthrinse (mean and standard error values evaluated by ANOVA with post hoc Tukey analysis are shown. Different lower-case letters indicate significant differences by rows Different lower-case letters indicate significant differences by resins in the same mouthrinse/time).

IV. DISCUSSION

Composite resin is the most widely accepted restorative material and has undergone modifications that differentiate its filler, matrix, and interaction characteristics. The properties of NCR could counteract local factors of oral rinses that could reduce the hardness of their surface and decrease the quality of oral health [21].

Mouthwash research is widespread, however, we found limited evidence on the long-term effects of oral antiseptics of different formulations on the properties of new technology resins. It is essential to understand whether NCR are altered by chemical solutions since this could indirectly affect their efficiency of resistance to fracture, wear and chewing. Although microhardness cannot measure the direct change in the composition of the resins before mouthwashes, it does reflect changes in hardness [8, 10-12, 19, 21, 22].

Determination of surface VHN is a conventional non-invasive technique frequently used to evaluate the physical properties of biomaterials such as resins [22, 23]. Greater resistance of the composite to indentation represents opposition to the influence of other structures providing greater durability over time and a lower risk of replacement due to failure [8-10]. Increasing hybrid filler content in the NCR microstructure would increase wear resistance and decrease aqueous absorption (saliva, beverages, acids, etc.) [19, 21].

The present study aimed to determine the *in vitro* effect of mouthrinses such as CHX 0.12%, CPC 0.075%, and the combination of the two (CHX 0.12% + CPC 0.05%) on the VHN of three different NCR at 14- and 21-days postimmersion. According to our analysis,

a significant reduction in VHN was observed with respect to the combinations of mouthrinses, with the test confirming that there are no subsets among the microhardness of the composite resins.

In studies on the interaction of mouthrinses, resins, and measurement time, a reduction in VHN was observed in hybrid [14, 15] and nanofilled [13] composites resins. The NCR are a more recent innovation among resin-based compounds, developed with greater complexity in the interaction of organic and inorganic compounds to improve their optical properties [8, 10, 11]. Despite these improvements, it is important to evaluate their resistance to the interaction of adverse factors such as those evaluated in the present study. Despite the lack of previous studies that agree on the multiple interactions of types of manufacturing, mouthrinses and measuring time, our results were consistent with the findings reported in other studies.

Previous research found that NCR showed less VHN involvement than hybrids when exposed to acidic liquids ($\text{pH} \leq 3.2$) after 7 days [24] and 15 days [23]. Another study found less VHN involvement in Z350 XT resins, especially when exposed to CHX at 0.12 ($\text{pH} = 6.07$) compared to other classifications of resin fillers and mouthrinses with a lower pH (< 4.1) after 7 days [25].

Regarding studies on the interaction of VHN with resin and time related to roughness conditions, higher resistance to indentation is reported in nanohybrid composite resin [5], leading to higher durability and lower risk of replacement due to failure [8, 10], justifying the mechanical performance observed by Polofil NHT. The surface VHN then suggests a procedural advantage over a non-invasive technique that allows estimating

the physical properties of biomaterials [22], since indirect analysis of wear and aqueous absorption can support a scientifically based decision. Thus, the determination of the highest reduction of VHN *in vitro* by the Polofil NHT resin immersion (-26.2%) in CHX at 0.12% can be considered as the best alternative.

In studies on the interaction of mouthrinses and time on VHN, it was found that mouthrinses for adjunctive use, with or without the presence of alcohol, altered microhardness [16] or roughness [4, 17]. Mouthwash containing CHX and CPC are referred to recommended for its good antimicrobial properties that make it suitable for regular cleaning use at home and for surgical intervention, examination and/or treatment in the office. On the other hand, due to the COVID-19 pandemic, in recent years there has been a growing interest among health personnel in its incorporation as a routine protocol. Its use could reduce the viral load of the drops or aerosols generated during the dental visit according to recent randomized clinical trials [26, 27].

Another result of interest was the interaction of VHN on composite resin in relation to time, with differences in NCR generally after 14 days of immersion, regardless of NCR manufacture and rinsing. The importance of this evaluation is to demonstrate that although mouthwashes used in dental clinics can be quite useful for daily use in patients, their prolonged use can ultimately degrade resin restorations. In addition to this, are other adverse effects have been described in the literature, such as dry mouth, elimination of certain healthy bacteria, pigmentation, or taste disturbances [1-3, 5]. A control of the time of use must be prescribed and, in turn, monitored by professionals.

The findings of this study are consistent with those mentioned above. This could be explained in that a greater volume of the filler and a smaller particle size of composite resins based on nanohybrid compounds compared to hybrid compounds provide greater efficiency in the response to degradation of the polymer matrix, especially with low pH values [23, 25, 28]. Likewise, an acidic environment caused by interaction with alcohol-based mouthwashes can hydrolyze ester radicals into monomer-like compounds. Nonetheless, NCR have standard compounds with the substitution of phenolic groups (Bis-GMA and UDMA, and TEGDMA) and a greater surface interaction between their fillers, with both characteristics generating greater stability to water (less reabsorption), especially for counteracting chemical damage by mouthrinses with low pH values (acidity), higher alcohol content or a longer interaction with their use [12, 15, 24, 25, 28].

Regarding the methodological scope of this study, its *in vitro* nature may be modified by oral factors such as food and saliva. Although the necessary measures were taken to reduce the risks, isolating, and carefully using each element, the restorations of the studied elements may vary the expected results. However, there are limitations inherent to a simulated environment compared to a real (clinical) environment in which patients may present differences in mouthwash exposure times, different pH according to the type of mouthrinses, different capacities of saliva properties and temperature of the oral cavity, NCR with different compositions and different areas of NCR that are exposed to immersion. Therefore, it is recommended to carry out *in vivo* studies that determine a greater number of factors related to NCR degradation, including other physical measurements such as surface roughness and morphology.

V. CONCLUSIONS

Within the limitations of the present study, microhardness was found to decrease according to the individual and collective interaction of time, type of nanohybrid composite resin, and the components of mouthrinses. Lower microhardness values were found after 14 days and were more affected in composite resins with lower filler content and in mouthrinses with a lower pH.

VERSIÓN INICAL ENVIADA A PUBLICAR

I. INTRODUCTION

Toothbrushing is the main conventional method of oral hygiene to prevent oral diseases. It is well known that this cleaning requires other mechanical procedures such as dental flossing [1]. However, situations can arise that prevent dental biofilm control and people resort to the use of oral rinses, which are usually available without a dental prescription. Recent reviews of certain rinses for adjunctive use recognize the beneficial effect on plaque reduction, as in the case of chlorhexidine (CHX) and cetylpyridine chloride (CPC) after four weeks of use. However, some side effects such as extrinsic tooth staining, calculus and taste alteration are also reported [1, 2].

Oral rinses are formulated from essential oils, salts, preservatives, and water and have a slightly acidic pH. They may contain various concentrations of alcohol, although "free alcohol" rinses containing broad-spectrum antimicrobial agents such as cationic biguanide (CHX), cationic quaternary ammonium (CPC), and the combination of both (CHX+CPC) are increasingly being marketed for common or office use [3, 4]. Due to the COVID-19 pandemic, the virucidal benefits of these mouthwashes in dental procedures have been studied [5, 6].

Composite resin has been used for more than 60 years and is the universally accepted restorative material. The demand for high functional-esthetics has led to a rapid modification of this material, mainly focusing on its monomeric components, including particle size, shape and loading [7]. Modern "nanohybrid" resins are characterized by the presence of silica fillers of different sizes, such as nano (100 nm) and submicron (≤ 1

µm) particles. Their frequent use is due to their versatility in restoring both anterior and posterior teeth [8]. The variety of filler sizes among different commercial brands produces similar stiffness and strength, but this does not define their properties when considering other elements such as content, shape and distribution [9].

The resin matrix may degrade in the presence of alcohol due to the hydrophilicity of the polymer [10]. In addition, a low pH can cause loss of ions by catalyzing ester groups of dimethacrylate monomers (Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA). This effect can cause changes in resin properties, such as hardness [11-14], roughness [10] and surface morphology [12]. However, some studies have found no significant changes in the microhardness [15, 16] or roughness [17-19] of resins regardless of the concentration of alcohol or active ingredient in mouthwashes.

Daily use of different mouth rinses at home or in the dental office can alter the properties of resin hardness leading to reduced longevity of the resin [10, 20]. Therefore, the aim of the present study was to evaluate the change in Vickers microhardness (VHN) of nanohybrid composite resins (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram and Polofil NHT) immersed in mouth rinses of different compositions (CHX, CPC, CHX+CPC) using an *in vitro* procedure. As a null hypothesis it was proposed that none of the mouth rinses would have a significant effect on reducing the VHN of the three nanohybrid composite resins (NCR) at 21 days post-immersion in an *in vitro* model.

II. MATERIALS AND METHODS

This study had an *in vitro* experimental design and was approved by the Research Ethics Committee at the Universidad Científica del Sur (N° 140-CIEI-CIENTÍFICA-2022). A total

of 120 resin disc samples were prepared and distributed into 12 groups of NCR (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram and Polofil NHT) and four rinses (saliva control, CHX 0.12%, CPC 0.075% and CHX 0.12% + CPC 0.05%). The discs were prepared according to the manufacturer's instructions (ISO standard 4049:2019), with standard dimensions (diameter 10 mm; thickness 2 mm). The characteristics of the materials are shown in

Table 1.

Table 1.: Description of the materials of the experiment.

Material	Composition	Manufacturer	Batch
Rinses			
Periogard	Chlorhexidine digluconate at 0.12 %; water; glycerin; PEG-40; flavoring and sodium saccharin. Alcohol free, (pH 5.6)	Colgate Palmolive Ind.®	R1020
Colgate Plax	Cetylpyridine chloride at 0.075 %; sodium fluoride 0.05 % (225 ppm fluoride); water; glycerin; sorbitol; propylene glycol; poloxamer 407, potassium sorbate, menthol and sodium saccharin. (Alcohol free; pH 5.84)	Colgate Palmolive Ind.®	1040
Perio Aid	Chlorhexidine digluconate at 0.12 %; cetylpyridine chloride at 0.05 %; water; glycerin; xylitol; saccharin sodium; acesulfame potassium; neohesperidin. (Alcohol free; pH 6.2)	Dentaid	S1119
Nanohybrid resins			
Filtek Z350XT	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA y TEGDMA. Filler loading is 72.5% by weight with a combination of non-agglomerated/non-aggregated 20 nanometer (nm) silica filler; non-agglomerated/non-aggregated 4 to 11 nm zirconia filler.	3M ESPE®	NE41882
Tetric EvoCeram	Bis-GMA, UDMA, Ethoxylated Bis-EMA. The filler loading is 82-83% by weight with barium aluminum silicate glass with two particle sizes, ytterbium trifluoride and mixed oxide.	Ivoclar Vivadent®)	Z02X74
Polofil NHT	TEGDMA, UDMA, BisGMA. The filler loading is 88.7 % with glass silicate, silica, camphor quinone, dabe, bht, silica, ferric oxide, titanium oxide, benzotriazole and methylphenol.	(Voco®)	2114441

Sample size was calculated using the paired means comparison formula of the Epidat Program (version 4.2), based on the study of CHX, CPC, and artificial saliva by Jyothi *et al.* [11] using the difference of the two closest means ($\Delta_{pre- vs. post-immersion}=1.5$) found in the experimental group of CPC at 0.075 % ($\Delta_{DS}\approx 1.5$), 95 % confidence interval, and 80 % power; resulting in 10 samples per subgroup. The samples were randomly assigned to three experimental groups of mouth rinses and one control group of artificial saliva for each type of resin.

The inclusion criteria were the use of properly preserved solutions and materials of the study, sealed and with a valid expiration date, while the exclusion criteria were resin discs that showed defects such as bubbles, cracks or internal foreign bodies seen with a

magnifying glass, with diameter or thickness measurements that differed by more than 1 mm from the standard evaluated with a digital calibrator.

A total of 120 composite resin discs (10 mm diameter, 2 mm thickness; margin of error ≤ 1 mm) were prepared according to the ISO technical standard 4049-2019^{11,17,21}. The stainless-steel mold was lubricated with petroleum jelly to facilitate sample removal. The mold was placed on and under two twin slide plates (22 mm x 22 mm) separated by celluloid matrix tape to prevent the formation of an oxygen-inhibited surface layer that reduces hardness. The resin was introduced in homogeneous 1 mm increments to a slight excess using a spatula. Finger pressure was applied to both plates for 20 seconds until the excess resin was removed and a smooth, homogeneous surface was obtained. Each side of the disc was automatically light cured for 20 seconds with an LED lamp (1000-1200 mW/cm²; Woodpecker Led F) calibrated with a radiometer (≥ 1100 mW/cm²; λ 460-480) at a distance of 3 mm from the surface. The resins were separated and polished with Sof-Lex discs (3M ESPE, USA), following the same procedure (coarse, medium, fine, and extra-fine).

The samples were randomly distributed in pill containers labeled 1 to 120 according to the type of rinses and resins. They were kept in saliva solution in an incubator for 24 hours at $37 \pm 3^\circ\text{C}$ to simulate the oral environment. The artificial saliva was formulated by mixing the following components in 1 L of distilled water: NaHCO₃ (5.208 g), K₂HPO₄·3H₂O (1.369 g), NaCl (0.877 g), KCl (0.477 g) and CaCl₂·2H₂O (0.441 g) at pH 8.

The mouthwashes had active ingredients of CHX 0.12 %, CPC 0.075 % and CHX 0.12 % + CPC 0.05 %. The immersion cycle experiment was the same for the three rinses: pre-

rinse after 24 hours of immersion in saliva and drying with absorbent paper; two minutes of immersion twice a day every 12 hours; post-rinse with distilled water after each immersion for a period of 21 days. The remainder of the time they were immersed in artificial saliva and kept in an incubator at a mean temperature of 37°C, while the sample of artificial saliva was kept in the same place all the time. The mouthwash and artificial saliva solutions were changed every 24 hours. To prevent any chemical changes in the solutions, the samples were kept in dark containers and pH values were controlled.

Preparation was performed by a single operator. Microhardness was measured by the Vickers method in all the samples in ascending order of the labeling at 24 hours of artificial saliva immersion (baseline pre-immersion=T0) and at 14 (T1) and 21 days (T2) post-immersion. The mean VHN measurements of each surface of the resin disc were performed by three randomly performed diamond indentations (2 µm in diameter). A microhardness tester (LG HV 1000; High Technology Laboratory Certificate S.A.C.) was used at 30 N (300 gf) for 10 seconds²⁰. The formula used to calculate VHN was the applied load divided by the surface area (diagonals) of the indentation (mm²), multiplied by a constant (1.854), expressed in kgf **[Figure 1]**. The measurement was performed by a blinded operator. The experiment was carried out in the facilities of a private laboratory. A description of the procedure is shown in the study flow chart **[Figure 2]**.

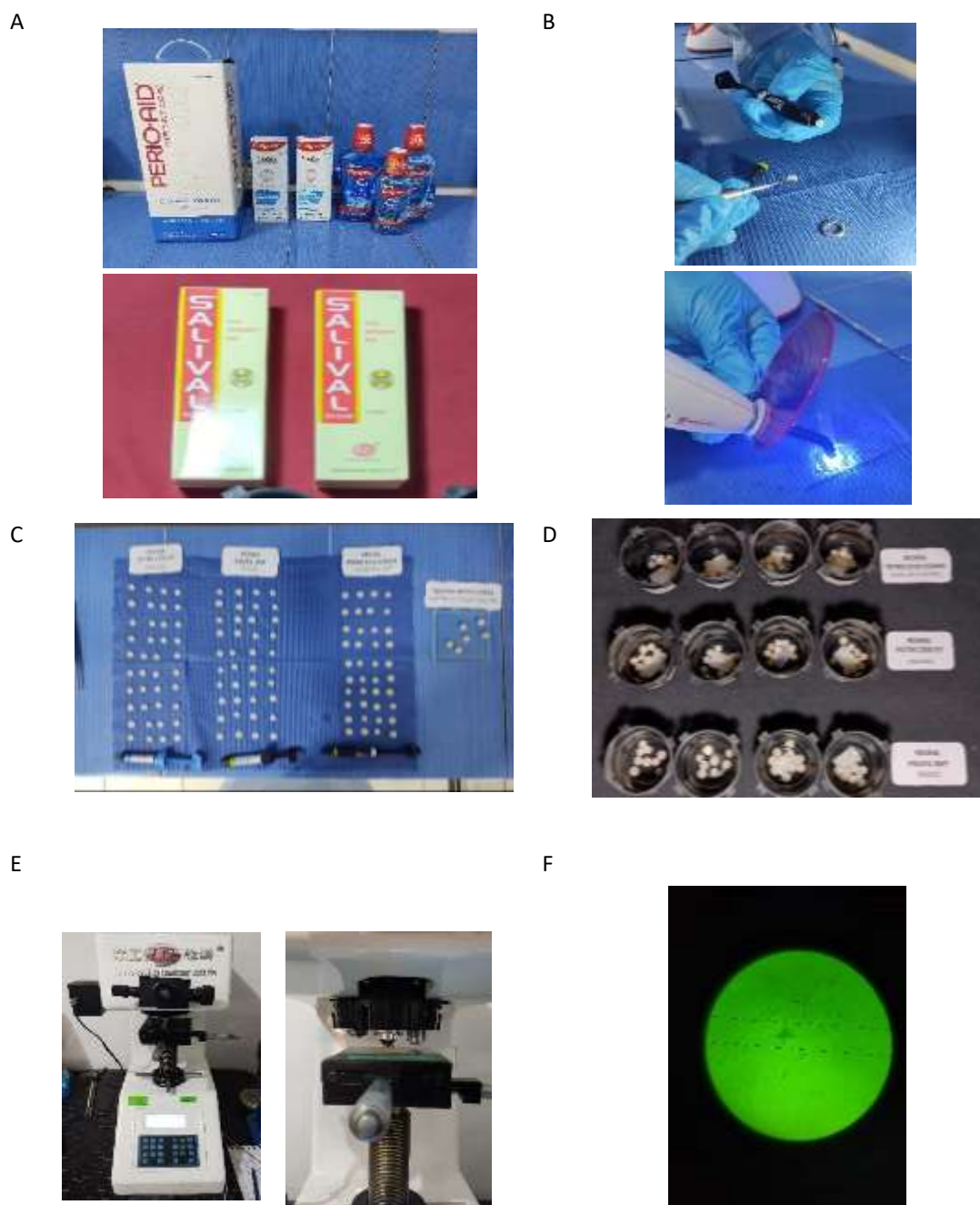


Figure 1: Procedure (A) resins and rinses used, (B) preparation of disks, (C) samples of resins, (D) rinse experiment), (E) microhardness measurement, (F) result of indentation.

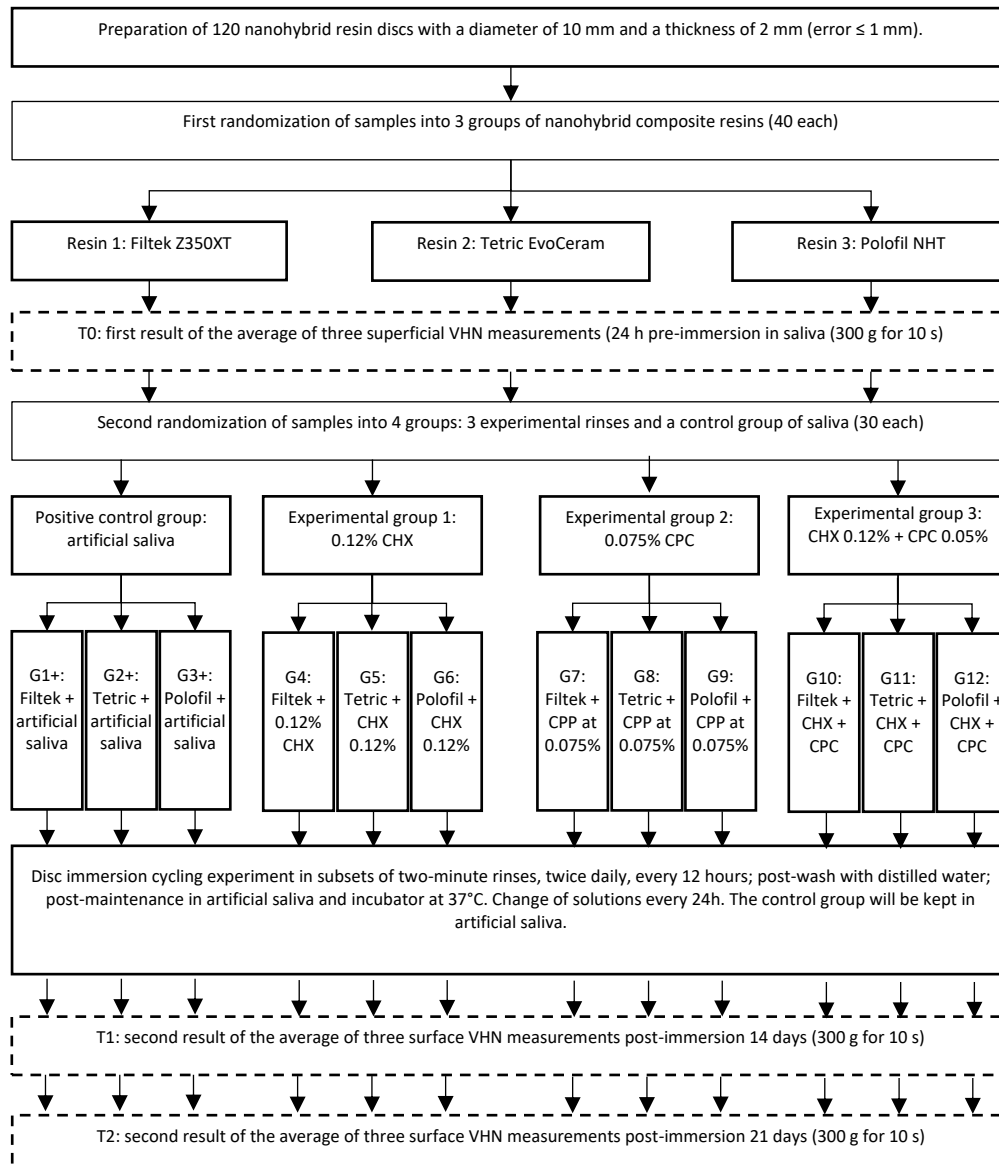


Figure 2: Flow chart.

The VHN was described in terms of mean and standard deviation (SD). Three-way ANOVA [repeated measures time (factor 1), rinses (factor 2), and resins (factor 3)] with post hoc Tukey analysis ($P < 0.05$) were used according to data distribution. The analyses were performed using Jamovi software version 2.3.17 (2021).

III. RESULTS

Significantly higher baseline VHN values were observed with Polofil NHT (84.3 ± 5.33) and Filtek Z350XT (78.4 ± 5.22) compared to Tetric EvoCeram (43.9 ± 2.43) ($P < 0.001$). Within

the resin group, the VHN of CHX+CPC was higher than that of other solutions in Polofil NHT (14 days) and Filtek Z350XT (21 days) and higher than CPC in Filtek Z350XT (14 days) ($P < 0.001$) and was similar to that of the other solutions in Tetric EvoCeram ($P \geq 0.05$). Within the immersion group, the VHN of Polofil NHT and Filtek Z350XT decreased at 14 days (CHX and CPC: $P < 0.001$) and 21 days (CHX, CPC and saliva: $P < 0.05$), while it was maintained over time in all resins (CHX+CPC) and in Tetric EvoCeram (all solutions) ($P \geq 0.05$). [Table 2]. Statistically significant differences were found in VHN for the factors time, rinses and resins when analyzed separately ($P < 0.001$) and by interaction ($P < 0.001$) [Table 3].

Table 2: Comparison of microhardness of nanohybrid resins according to rinses and time.

Mouth rinses	Nanohybrid resins (Media±SD)								
	Filtek Z350XT			Tetric EvoCeram			Polofil NHT		
	Baseline	14 days	21 days	Baseline	14 days	21 days	Baseline	14 days	21 days
Artificial saliva	80.91±5.62 ^{Aa}	70.83±7.69 ^{ABb}	66.30±8.18 ^{Bb}	45.63±2.24 ^{Aa}	40.59±2.18 ^{Ab}	36.56±2.36 ^{Ab}	80.61±4.39 ^{Aa}	70.16±4.09 ^{Bb}	64.63±4.62 ^{Bc}
CHX al 0.12 %	78.87±6.50 ^{Aa}	70.25±4.73 ^{ABb}	63.41±3.37 ^{Bc}	43.53±2.95 ^{Aa}	40.21±2.72 ^{Aa}	37.61±2.75 ^{Aa}	85.71±0.92 ^{Aa}	69.48±4.91 ^{Bb}	63.26±4.87 ^{Bc}
CPC al 0,075 %	76.11±3.86 ^{Aa}	66.51±4.21 ^{Bb}	57.16±6.56 ^{Cc}	42.88±2.39 ^{Aa}	40.34±2.33 ^{Aa}	38.63±1.88 ^{Aa}	83.08±6.32 ^{Aa}	70.46±7.90 ^{Bb}	62.38±6.40 ^{Bc}
CHX 0.12 % + CPC 0.05 %	77.78±4.00 ^{Aa}	78.29±1.83 ^{Aa}	75.44±3.15 ^{Aa}	43.65±1.24 ^{Aa}	40.50±2.31 ^{Aa}	40.06±2.35 ^{Aa}	87.64±5.64 ^{Aa}	85.56±5.71 ^{Aa}	83.06±4.34 ^{Aa}

Different capital letters indicate significant differences by columns. Different lower-case letters indicate significant differences by rows (separate resins).

Table 3: Interaction of variables rinses, time and nanohybrid resins.

Variables	df	MS	F	P	η ²
Time	2	4018.5	399.12	< 0.001	0.067
Rinse	3	1184.6	28.68	< 0.001	0.030
Resin	2	43478.5	1052.74	< 0.001	0.728
Time * Rinse	6	226.8	22.53	< 0.001	0.011
Time * Resin	4	288.8	28.68	< 0.001	0.010
Rinse * Resin	6	357.4	8.65	< 0.001	0.018
Time * Rinse * Resin	12	54.2	5.38	< 0.001	0.005

* Interaction of variables. Type 3 Sum of squares. Repeated measures ANOVA with post hoc Tukey analysis.

The rinse × resin interaction showed that the VHN of Filtek Z350XT and Polofil NHT was higher when immersed in CHX+CPC compared to other rinses ($P < 0.001$ and $P < 0.05$, respectively), being similar in all solution groups for Tetric EvoCeram ($P > 0.05$). The VHN values of the immersion in CHX-CPC were higher with Filtek Z350XT and Polofil NHT compared to Tetric EvoCeram, while in the other rinse groups they were higher to lower with Filtek Z350XT>Polofil NHT>Tetric EvoCeram ($P < 0.001$). For the rinse × time interaction, VHN was statistically equal among rinse groups at baseline ($P > 0.05$) and

higher at 14 and 21 days with CHX-CPC compared to other rinses ($P<0.001$). Intragroup VHN significantly decreased at 14 days for all rinses except CHX-CPC, which show a reduction in VHN at 21 days ($P<0.05$). Finally, in the resin \times time interaction, VHN showed differences among nanohybrid resins at baseline (Filtek Z350XT>Polofil NHT>Tetric EvoCeram) ($P<0.001$) and was higher at 14 and 21 days with Filtek Z350XT and Polofil NHT versus Tetric EvoCeram ($P<0.001$). The intragroup VHN significantly decreased between time points for all resins (baseline>14 days>21 days) ($P<0.05$) [Table 4]. There was a greater decrease in VHN with Polofil NHT compared to Tetric EvoCeram immersed in CHX after 14 days and with Polofil NHT and Filtek Z350XT compared to Tetric EvoCeram immersed in CPC after 21 days ($P<0.001$) [Figure 3].

Table 4: Comparison of microhardness according to rinse \times resin, rinse \times time, and resin \times time interaction.

Variables	Artificial saliva	CHX 0.12%	CPC 0.075%	CHX 0.12%-CPC 0.05%
Filtek Z350XT	72.68 \pm 9.35 ^{Aab}	70.85 \pm 8.06 ^{Abc}	66.59 \pm 9.24 ^{Ac}	77.17 \pm 3.27 ^{Ba}
Tetric EvoCeram	40.93 \pm 4.36 ^{Ba}	40.45 \pm 3.66 ^{Ba}	40.61 \pm 2.78 ^{Ba}	41.40 \pm 2.55 ^{Ca}
Polofil NHT	71.80 \pm 7.95 ^{Ab}	72.82 \pm 10.38 ^{Ab}	71.97 \pm 10.93 ^{Ab}	85.42 \pm 5.43 ^{Aa}
Variables	Artificial saliva	CHX 0.12%	CPC 0.075%	CHX 0.12%-CPC 0.05%
Baseline Microhardness	69.05 \pm 17.35 ^{Aa}	69.37 \pm 19.22 ^{Aa}	67.37 \pm 18.36 ^{Aa}	69.69 \pm 19.57 ^{Aa}
Microhardness 14 days	60.52 \pm 15.19 ^{Bb}	59.98 \pm 14.80 ^{Bb}	59.10 \pm 14.54 ^{Bb}	68.12 \pm 20.41 ^{ABa}
Microhardness 21 days	55.83 \pm 14.89 ^{Cb}	54.76 \pm 12.86 ^{Cb}	52.72 \pm 11.60 ^{Cb}	66.19 \pm 19.33 ^{Ba}
Variables	Filtek Z350XT	Tetric EvoCeram	Polofil NHT	
Baseline Microhardness	78.42 \pm 5.22 ^{Ab}	43.92 \pm 2.43 ^{Ac}	84.26 \pm 5.33 ^{Aa}	
Microhardness 14 days	71.47 \pm 6.51 ^{Ba}	40.41 \pm 2.31 ^{Bb}	73.92 \pm 8.82 ^{Ba}	
Microhardness 21 days	65.58 \pm 8.65 ^{Ca}	38.21 \pm 2.61 ^{Cb}	68.33 \pm 9.95 ^{Ca}	

Different capital letters indicate significant differences by columns. Different lower-case letters indicate significant differences by rows. Repeated measures ANOVA with post hoc Tukey analysis.

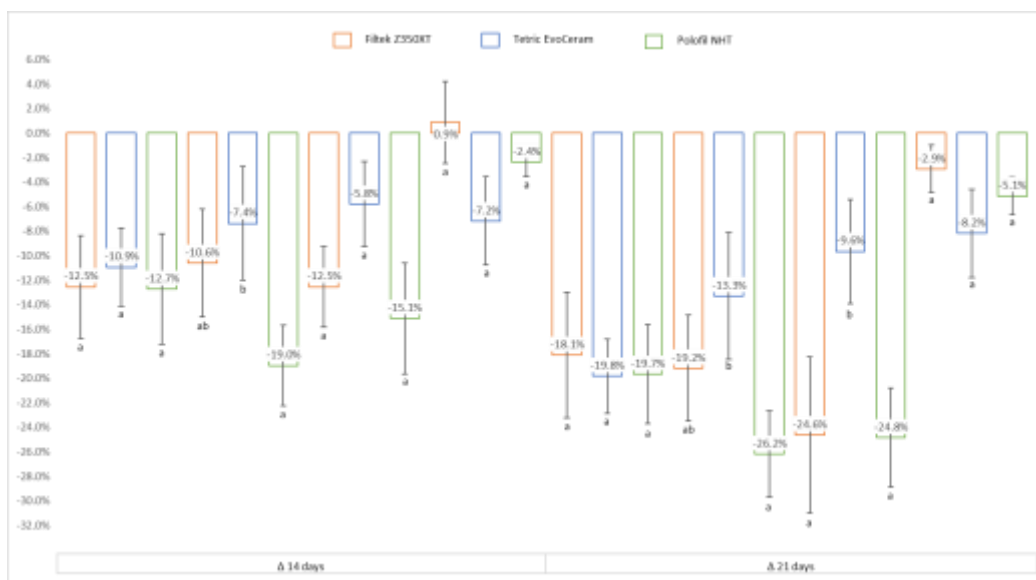


Figure 3: Comparison of microhardness variation among groups of nanohybrid resins for each rinse (Mean and standard error values evaluated by ANOVA with post hoc Tukey analysis are shown).

IV. DISCUSSION

Composite resin is the most widely accepted restorative material and has undergone modifications that differentiate its filler, matrix, and interaction characteristics. The properties of nanohybrid resins could counteract local factors of oral rinses that could reduce the hardness of their surface and decrease the quality of oral health [24].

Mouthwash research is widespread, however, we found limited evidence on the long-term effects of oral antiseptics of different formulations on the properties of new technology resins. It is essential to understand whether NCRs are altered by chemical solutions since this could indirectly affect their efficiency of resistance to fracture, wear and chewing. Although microhardness cannot measure the direct change in the composition of the resins before mouthwashes, it does reflect changes in hardness [7-10, 20, 24, 25].

Determination of surface VHN is a conventional non-invasive technique frequently used to evaluate the physical properties of biomaterials such as resins [25, 26]. Greater resistance of the composite to indentation represents opposition to the influence of other structures providing greater durability over time and a lower risk of replacement due to failure [7, 8]. Increasing hybrid filler content in the NCR microstructure would increase wear resistance and decrease aqueous absorption (saliva, beverages, acids, etc.) [20, 24].

The present study aimed to determine the *in vitro* effect of mouth rinses such as CHX 0.12%, CPC 0.075%, and the combination of the two (CHX 0.12% + CPC 0.05%) on the VHN of three different NCR at 14- and 21-days post-immersion. According to our

analysis, a significant reduction in VHN was observed with respect to the combinations of rinses ($p < 0.05$), with the test confirming that there are no subsets among the microhardness of the resins.

In studies on the interaction of rinses, resins, and measurement time, a reduction in VHN was observed in hybrid [12, 14], nanohybrid [13] and nanofilled [11, 13] resins. NCRs are a more recent innovation among resin-based compounds, developed with greater complexity in the interaction of organic and inorganic compounds to improve their optical properties [7-9]. Despite these improvements, it is important to evaluate their resistance to the interaction of adverse factors such as those evaluated in the present study. Despite the lack of previous studies that agree on the multiple interactions of types of manufacturing, rinses and measuring time, our results were consistent with the findings reported in other studies.

Previous research found that NCRs showed less VHN involvement than hybrids when exposed to acidic liquids ($pH \leq 3.2$) after 7 days [27] and 15 days ($p < 0.05$) [26]. Another study found less VHN involvement in Z350 XT resins, especially when exposed to CHX at 0.12 ($pH = 6.07$) compared to other classifications of resin fillers and rinses with a lower $pH (< 4.1)$ after 7 days ($p < 0.05$) [28].

Regarding studies on the interaction of VHN with resin and time related to roughness conditions, higher resistance to indentation is reported in nanohybrid resin composites [3], leading to higher durability and lower risk of replacement due to failure [7, 8], justifying the mechanical performance observed by Polofil NHT. The surface VHN then suggests a procedural advantage over a non-invasive technique that allows estimating

the physical properties of biomaterials [25], since indirect analysis of wear and aqueous absorption can support a scientifically-based decision. Thus, the determination of the highest reduction of VHN *in vitro* by the Polofil NHT resin immersion (-26.2%) in CHX at 0.12% can be considered as the best alternative.

In studies on the interaction of rinses and time on VHN, it was found that mouth rinses for adjunctive use, with or without the presence of alcohol, altered microhardness [15, 16] or roughness [17, 18]. However, the interaction of rinses on VHN could differ with respect to the time of progressive concentration of the mouth rinse, as observed in the study by Gurdal *et al.* [22]. In this study, the VHN values of immersion in CHX-CPC (pH=6.2) were less affected in contrast to other mouthwashes (pH≤5.84) regardless of NCR manufacture and immersion time. This type of oral mouthwash is referred to recommended for its good antimicrobial properties that make it suitable for regular cleaning use at home and for surgical intervention, examination and/or treatment in the office. On the other hand, due to the COVID-19 pandemic, in recent years there has been a growing interest among health personnel in its incorporation as a routine protocol. Its use could reduce the viral load of the drops or aerosols generated during the dental visit according to recent randomized clinical trials [22, 23].

Another result of interest was the interaction of VHN on resin in relation to time, with differences in NCR generally after 14 days of immersion ($p < 0.05$), regardless of NCR manufacture and rinsing. The importance of this evaluation is to demonstrate that although mouthwashes used in dental clinics can be quite useful for daily use in patients, their prolonged use can ultimately degrade resin restorations. In addition to this, are other adverse effects have been described in the literature, such as dry mouth,

elimination of certain healthy bacteria, pigmentation, or taste disturbances [1-4]. A control of the time of use must be prescribed and, in turn, monitored by professionals.

The findings of this study are consistent with those mentioned above. This could be explained in that a greater volume of the filler and a smaller particle size of resins based on nanohybrid compounds compared to hybrid compounds provide greater efficiency in the response to degradation of the polymer matrix, especially with low pH values [26, 28, 29]. Likewise, an acidic environment caused by interaction with alcohol-based mouthwashes can hydrolyze ester radicals into monomer-like compounds. Nonetheless, NCRs have standard compounds with the substitution of phenolic groups (Bis-GMA and UDMA, and TEGDMA) and a greater surface interaction between their fillers, with both characteristics generating greater stability to water (less reabsorption), especially for counteracting chemical damage by rinses with low pH values (acidity), higher alcohol content or a longer interaction with their use [10, 14, 27-29].

Regarding the methodological scope of this study, its *in vitro* nature may be modified by oral factors such as food and saliva. Although the necessary measures were taken to reduce the risks, isolating, and carefully using each element, the restorations of the studied elements may vary the expected results. However, there are limitations inherent to a simulated environment compared to a real (clinical) environment in which patients may present differences in mouthwash exposure times, different pH according to the type of rinses, different capacities of saliva properties and temperature of the oral cavity, NCR with different compositions and different areas of NCR that are exposed to immersion. Therefore, it is recommended to carry out *in vivo* studies that determine a

greater number of factors related to NCR degradation, including other physical measurements such as surface roughness and morphology.

V. CONCLUSION

According to the results of this *in vitro* study, microhardness was found to decrease according to the individual and collective interaction of time, type of nanohybrid composite resin, and the components of mouth rinses. Lower microhardness values were found after 14 days and were more affected in resins with lower filler content and in mouth rinses with a lower pH.

COPIAS DE CARTAS DE RESPUESTAS DE LOS REVISORES

← BACK DASHBOARD / ARTICLE DETAILS Updated on 2023-07-12 Version 1

IN VITRO EFFECT OF MOUTH RINSES ON THE MICROHARDNESS OF THREE DIFFERENT NANOHYBRID COMPOSITE RESINS VIEW AN OLDER VERSION
ID 9161638

From Bernabé-Fuentes ¹, Jilisa Dulanto-Vargas ², Kider Carrasco-Sánchez ¹
+ Show Affiliations

Article Type
Research Article

Journal
International Journal of Dentistry

Associate Editor: Gilberto Sammartino Academic Editor: Marco Viviani Carlos A. Submitted on 2023-03-24 (10 months ago)

> Abstract
> Author Declaration
> Files (1)

— Editorial Comments

Carlos A. Marco-Viviani  12/07/2023

Recommendation
Major Revision Requested

Message for Author
Dear authors, Please review the comments and suggestions from the reviewers. Please incorporate the recommendations of the reviewers into the text and re-submit.

← BACK DASHBOARD / ARTICLE DETAILS Updated on 2023-03-16 Version 2

IN VITRO EFFECT OF MOUTHRINSES ON THE MICROHARDNESS OF THREE DIFFERENT NANOHYBRID COMPOSITE RESINS VIEW AN OLDER VERSION
ID 9161638

From Bernabé-Fuentes ¹, Jilisa Dulanto-Vargas ², Kider Carrasco-Sánchez ¹
+ Show Affiliations


Article Type
Research Article

Journal
International Journal of Dentistry

Associate Editor: Gilberto Sammartino Academic Editor: Marco Viviani Carlos A. Submitted on 2023-03-24 (10 months ago)


> Abstract
> Author Declaration
> Files (1)

— Editorial Comments


Shahri SarehKam  04/10/2023

Decision
Publish

— Response to Revision Request

Jilisa Dulanto-Vargas  20/07/2023

Your Reply
Dear reviewers, We have corrected the manuscript based on comments and suggestions.

File
Research articles Bernabé 20-07-2023.docx 258 kB 

VERSIÓN EN ESPAÑOL

I. INTRODUCCIÓN

El cepillado dental es el método convencional principal de higiene oral para prevenir enfermedades orales. Se conoce que esta limpieza requiere de otros procedimientos mecánicos como el hilo dental [1]. No obstante, aún pueden presentarse situaciones que impidan el control de la biopelícula dental, por lo que las personas recurren al uso de enjuagatorios orales disponibles usualmente sin receta odontológica. Últimas revisiones sobre ciertos enjuagatorios de uso complementario reconocen el efecto beneficioso en la reducción de placa como en el caso de la clorhexidina (CHX) y el cloruro de cetilpiridino (CPC) a partir de cuatro semanas de uso, no obstante, también se informa de algunos efectos secundarios como tinción extrínseca dental, cálculos y alteración del gusto [1, 2].

El enjuague oral se formula de aceites esenciales, sales, conservantes y agua; con un pH ligeramente ácido [3, 4]. Puede contener diferentes concentraciones de alcohol, aunque cada vez son más comercializados los «free alcohol» que contienen agentes antimicrobianos de alto espectro como bisguanida catiónica (CHX), amonio cuaternario catiónico (CPC) y la combinación de ambos (CHX + CPC) para uso común o en consultorio [3, 4]. Debido a la coyuntura pandémica COVID-19, se viene estudiando los beneficios virucidas de estos colutorios ante procedimientos dentales [6, 7].

Con más de 60 años de historia, la resina compuesta es el material restaurador aceptado universalmente. La alta demanda funcional-estética desarrolló una rápida modificación de sus materiales, centrada sobre todo en sus componentes monoméricos que incluyen

tamaño, forma y carga de partículas [8]. Resinas modernas compuestas «nanohíbridas» se caracterizan por presentar un relleno de sílice de distintos tamaños como partículas nano (20 - 75 nm) y submicrónicas ($\leq 1 \mu\text{m}$) [9]. Su uso frecuente se debe a la versatilidad de restaurar dientes anteriores y posteriores [10]. La diversidad de tamaño del relleno generaría rigidez y resistencia similar entre diferentes marcas comercializadas, pero ello no define sus propiedades considerando otros elementos de contenido, forma y distribución [11].

La matriz de resina puede degradarse ante el contenido de alcohol debido a la hidrofilia polimérica [12]. Asimismo, el pH bajo provocaría pérdida de iones al catalizar grupos éster de los monómeros de dimetacrilato (Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA). Este efecto generaría alteración de las propiedades de resinas como la microdureza [13-16], rugosidad [12, 17, 18], y morfología de superficies [14]. Aunque el uso de enjuagues bucales antimicrobianos es un complemento justificado del cepillado para mantener la salud periodontal y controlar la actividad anticariogénica, se deben considerar los efectos perjudiciales sobre las restauraciones de resina compuesta [4]. Ya que el uso diario de enjuagues bucales en casa y la selección del composite dental en la práctica clínica pueden alterar las propiedades químicas, reduciendo la longevidad y durabilidad [12, 19]. Es importante estudiar estos efectos porque desempeñan un papel crucial en la reducción de tratamientos adicionales y mejoran la satisfacción del paciente [9].

La degradación de resinas compuestas expuestas a soluciones químicas ha sido ampliamente estudiada, sin embargo, se han realizado pocos estudios sobre resinas compuestas nanohíbridas y enjuagues bucales sin alcohol. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el cambio en la microdureza Vickers (VHN) de resinas

compuestas nanohíbridas (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT) sumergidas en enjuagues bucales de diferentes composiciones (CHX, CPC, CHX + CPC) utilizando un procedimiento *in vitro*. Como hipótesis nula se propuso que ninguno de los enjuagues bucales tendría un efecto significativo en la reducción del VHN de las tres resinas compuestas nanohíbridas (NCR) a los 21 días postinmersión en un modelo *in vitro*.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio tuvo un diseño experimental *in vitro* y fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur (N° 140-CIEI-CIENTÍFICA-2022). Un total de 120 muestras de discos de resina compuesta se prepararon y distribuyeron en 12 grupos de NCR (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT) y cuatro enjuagues bucales (control de saliva artificial, CHX 0,12%, CPC 0,075%, y CHX 0,12% + CPC 0,05%). (n=10, por grupo). Los discos se prepararon según las instrucciones del fabricante (norma ISO 4049), con dimensiones estándar (diámetro 10 mm, espesor 2 mm, margen de error ≤ 1 mm). Las características de los materiales se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1: Descripción de los materiales del experimento.

Material	Composición	Manufactura	Lote
Enjuagatorios			
Periogard	Digluconato de clorhexidina al 0,12 %; agua; glicerina; PEG-40; saborizante y sacarina de sodio. Libre de alcohol, (pH 5,6)	Colgate Palmolive Ind.®	R1020
Colgate Plax	Cloruro de cetilpiridino al 0,075 %; fluoruro de sodio 0,05 % (225 ppm fluoruro); agua; glicerina; sorbitol; propilenglicol; polaxamer 407, sorbato de potasio, mentol y sacarina sódica. (Libre de alcohol; pH 5,84)	Colgate Palmolive Ind.®	1040
Perio Aid	Digluconato de clorhexidina al 0,12 %; cloruro de cetilpiridino al 0,05 %; agua; glicerina; xilitol; sacarina sódica; acesulfamo de potasio; neohesperidina. (Libre de alcohol; pH 6,2)	Dentaid	51119
Resinas nanohíbridas			
Filtek Z350XT	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA y TEGDMA. La carga de relleno es 72,5 % por peso con una combinación de relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nanómetros (nm); relleno de zirconia no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm.	3M ESPE®	NE41882
Tetric EvoCeram	Bis-GMA, UDMA, Ethoxylated Bis-EMA. La carga de relleno es 82-83 % por peso con vidrio de silicato de aluminio y bario con dos tamaños de partícula, trifluoruro de iterbio y óxido mixto.	Ivoclar Vivadent®)	Z02X74
Polofil NHT	TEGDMA, UDMA, BisGMA. La carga de relleno es 88,7 % con silicato de vidrio, sílice, alcanfor quinona, dabe, bht, sílice, óxido férrico, óxido de titanio, benzotriazol y metilfenol.	(Voco®)	2114441

El tamaño de muestra se calculó con fórmula de comparación de medias emparejadas del Programa Epidat (versión 4.2), basado en el estudio sobre CHX, CPC y saliva artificial de Jyothi et al. (2012) [13], donde se usó la diferencia de dos medias más cercanas (Δ_{pre}

vs. postinmersión = 1,5) hallada en el grupo experimental de CPC al 0,075 % ($\Delta DS \approx 1,5$), nivel de confianza de 95 % y potencia de 80 %; resultando en 10 muestras por subgrupo. Las muestras fueron designadas al azar en tres grupos experimentales de enjuagatorios bucales y un grupo control de saliva artificial para cada tipo de resina compuesta.

Los discos de resina compuesta se prepararon según la norma técnica ISO 4049 [13, 17, 20]. El molde de acero inoxidable se lubricó con vaselina para facilitar la extracción de la muestra. El molde se colocó sobre y debajo de dos placas portaobjetos gemelas (22 mm x 22 mm) separadas por una cinta de matriz de celuloide para evitar la formación de una capa superficial inhibida por oxígeno que reduce la dureza. La resina compuesta se introdujo en incrementos homogéneos de 1 mm hasta un ligero exceso con una espátula. Una presión con los dedos se aplicó sobre ambas placas durante 20 s hasta que se eliminó el exceso de resina compuesta y se obtuvo una superficie lisa y homogénea. Cada lado del disco se fotopolimerizó automáticamente durante 20 s con una lámpara LED (1000-1200 mW/cm²; Woodpecker Led F) calibrada con un radiómetro (intensidad ≥ 1100 mW/cm², rango espectral 460-480 nm) a 1 mm de la superficie (grosor del portaobjetos de vidrio) [14, 16]. Las resinas compuestas se pulieron con discos Sof-Lex grueso, medio, fino y extrafino (3M ESPE, EE. UU.) bajo agua corriente.

Las muestras se distribuyeron aleatoriamente en pastilleros etiquetados del 1 al 120 según el tipo de enjuagues bucales y resinas compuestas. Estas se mantuvieron en saliva artificial en una incubadora durante 24 hr a $37 \pm 3^\circ\text{C}$ para simular el ambiente oral. La saliva artificial tuvo la siguiente composición: NaCl (0,084 g), KCl (0,120 g) y $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,015 g), $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,005 g), carboximetilcelulosa sódica (0,375 g), propilenglicol (4

g), metilparabeno (0,1 g), propilparabeno (0,01 g) y agua purificada (100 ml) (Salival®, Lusa, Laboratorios Unidos S.A., Perú).

El experimento del ciclo de inmersión fue el mismo para los tres enjuagues bucales: preenjuague después de 24 hr de inmersión en saliva artificial y secado con papel absorbente; dos minutos de inmersión dos veces al día cada 12 hr; posenjuagar con agua destilada después de cada inmersión por un período de 21 días. El resto del tiempo fueron sumergidos en saliva artificial y mantenidos en una incubadora a una temperatura media de 37°C, mientras que la muestra de saliva artificial se mantuvo en el mismo lugar todo el tiempo. Las soluciones de enjuague bucal y saliva artificial se cambiaron cada 24 hr. Para evitar cambios químicos en las soluciones, las muestras se mantuvieron en recipientes oscuros y se controlaron los valores de pH.

La microdureza se midió por el método Vickers en todas las muestras en orden ascendente del etiquetado a las 24 hr de inmersión en saliva artificial (preinmersión basal=T0) y a los 14 (T1) y 21 días (T2) postinmersión. Las mediciones medias de VHN de cada superficie del disco de resina compuesta se realizaron mediante tres indentaciones de diamante realizadas al azar (2 μm de diámetro). Un microdurómetro (LG HV 1000; Certificado de Laboratorio de Alta Tecnología S.A.C.) se utilizó a 30 N (300 gf) durante 10 s [20]. La fórmula utilizada para calcular VHN fue la carga aplicada dividida por el área de superficie (diagonales) de la hendidura (mm^2), multiplicada por una constante (1,854), expresada en kgf. Una descripción del procedimiento se muestra en el diagrama de flujo del estudio **[Figura 1]**.

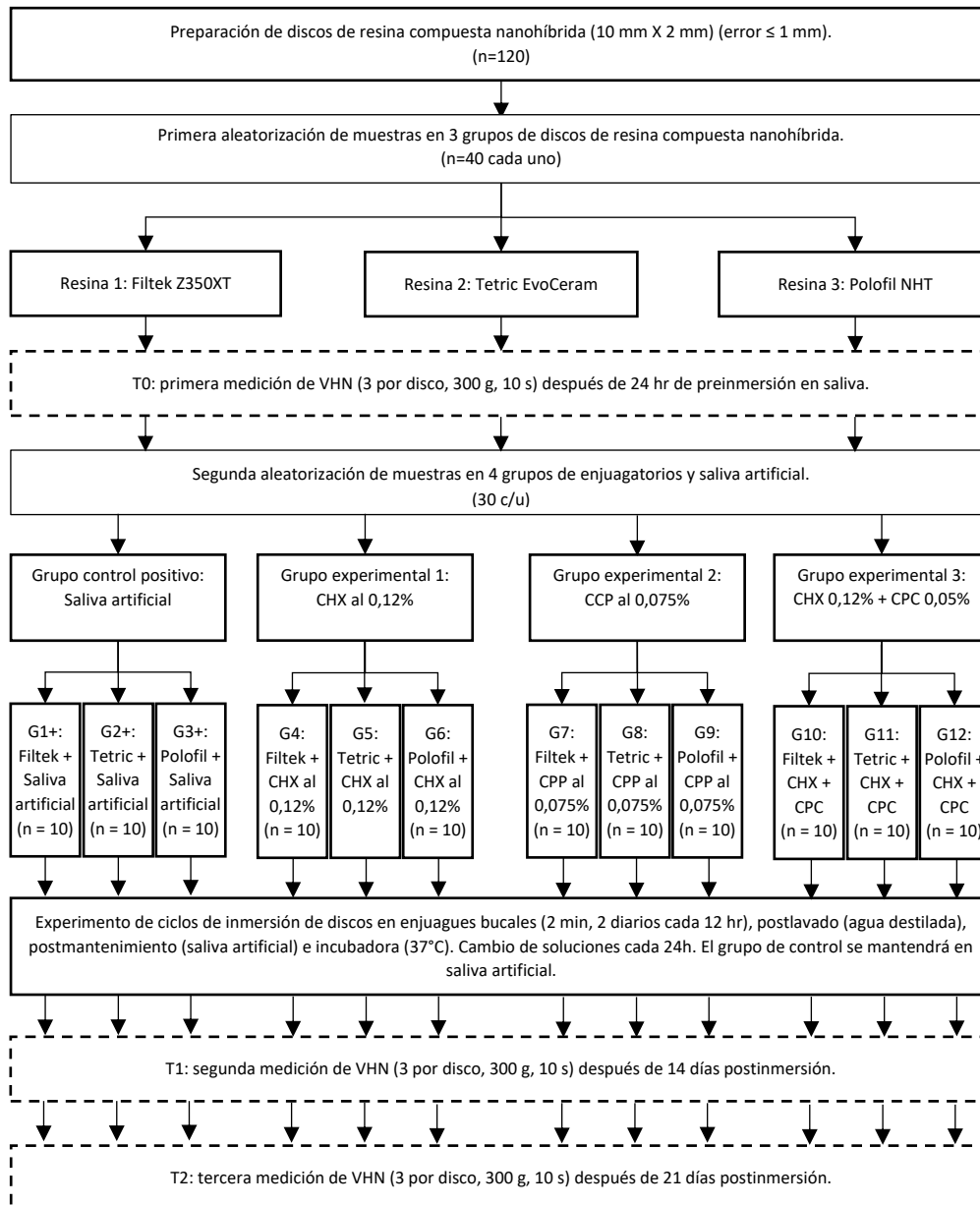


Figura 1: Diagrama de flujo del experimento en resinas compuestas nanohíbridas.

El análisis fue realizado con el software Jamovi versión 2.3.17 (2021). La VHN se describió en términos de media y desviación estándar (DE). El análisis de la varianza (ANOVA) de tres vías [tiempo de medidas repetidas (factor 1), enjuagues bucales (factor 2) y resinas compuestas (factor 3)] fue utilizada con análisis de post hoc de Tukey ($P < 0,05$) de acuerdo con la distribución de los datos.

III. RESULTADOS

Valores significativamente más altos de VHN basal se observaron con Polofil NHT (84,3 ± 5,33) y Filtek Z350XT (78,4 ± 5,22) en comparación a Tetric EvoCeram (43,9 ± 2,43) ($P < 0,001$). Dentro del grupo de resinas compuestas, VHN de CHX + CPC fue mayor a otras soluciones en Polofil NHT (14 días) y Filtek Z350XT (21 días), y a CPC en Filtek Z350XT (14 días) ($P < 0,001$), mientras que fue similar a las demás soluciones con Tetric EvoCeram ($P \geq 0,05$). Dentro del grupo de inmersión, VHN de Polofil NHT y Filtek Z350XT disminuyó a los 14 días (CHX y CPC: $P < 0,001$) y 21 días (CHX, CPC y saliva: $P < 0,05$), mientras que se mantuvo en todas las resinas compuestas en el tiempo (CHX + CPC) y en Tetric EvoCeram (todas las soluciones) ($P \geq 0,05$) (Tabla 2). Diferencias estadísticamente significativas se encontró para VHN con respecto a los factores tiempo, enjuagatorios y resinas compuestas cuando se analizaron por separado ($P < 0,001$) y por interacciones ($P < 0,001$) (Tabla 3).

Tabla 2: Comparación de microdureza de resinas compuestas nanohíbridas según enjuagatorios y tiempo.

Enjuagatorios bucales	Resinas compuestas nanohíbridas (media±SD)								
	Filtek Z350XT			Tetric EvoCeram			Polofil NHT		
	Basal	14 días	21 días	Basal	14 días	21 días	Basal	14 días	21 días
Saliva artificial	80,91±5,62 ^{Aa}	70,83±7,69 ^{A^{bb}}	66,30±8,18 ^{Bb}	45,63±2,24 ^{Aa}	40,59±2,18 ^{A^{ab}}	36,56±2,36 ^{Ab}	80,61±4,39 ^{Aa}	70,16±4,09 ^{B^b}	64,63±4,62 ^{B^c}
CHX al 0,12 %	78,87±6,50 ^{Aa}	70,25±4,73 ^{A^{bb}}	63,41±3,37 ^{B^{cc}}	43,53±2,95 ^{Aa}	40,21±2,72 ^{Aa}	37,61±2,75 ^{Aa}	85,71±0,92 ^{Aa}	69,48±4,91 ^{B^b}	63,26±4,87 ^{B^c}
CPC al 0,075 %	76,11±3,86 ^{Aa}	66,51±4,21 ^{B^b}	57,16±6,56 ^{B^c}	42,88±2,39 ^{Aa}	40,34±2,33 ^{Aa}	38,63±1,88 ^{Aa}	83,08±6,32 ^{Aa}	70,46±7,90 ^{B^b}	62,38±6,40 ^{B^c}
CHX 0,12 % + CPC 0,05 %	77,78±4,00 ^{Aa}	78,29±1,83 ^{Aa}	75,44±3,15 ^{Aa}	43,65±1,24 ^{Aa}	40,50±2,31 ^{Aa}	40,06±2,35 ^{Aa}	87,64±5,64 ^{Aa}	85,56±5,71 ^{Aa}	83,06±4,34 ^{Aa}

Letras mayúsculas distintas significan diferencias significativas por columnas. Letras minúsculas distintas significan diferencias significativas por filas (resinas compuestas separadas).

Tabla 3: Interacción de variables enjuagatorios, tiempo y resinas compuestas nanohíbridas.

Variables	df	MS	F	P	η^2
Tiempo	2	4018,5	399,12	< 0,001	0,067
Enjuagatorio	3	1184,6	28,68	< 0,001	0,030
Resina	2	43478,5	1052,74	< 0,001	0,728
Tiempo * enjuagatorio	6	226,8	22,53	< 0,001	0,011
Tiempo * resina compuesta	4	288,8	28,68	< 0,001	0,010
Enjuagatorio * resina compuesta	6	357,4	8,65	< 0,001	0,018
Tiempo * enjuagatorio * resina compuesta	12	54,2	5,38	< 0,001	0,005

*: Interacción de variables. Tipo 3 Suma de cuadrados. ANOVA de medidas repetidas con análisis post hoc de Tukey.

De la interacción de enjuagatorio x resina, se observó que VHN de Filtek Z350XT y Polofil NHT fueron superiores sumergidos en CHX + CPC que en comparación a otros

enjuagatorios ($P < 0,001$ y $P < 0,05$; respectivamente), en cambio en Tetric EvoCeram fue similar en todos los grupos de soluciones ($P > 0,05$). Valores de VHN de la inmersión en CHX-CPC resultó superior con Filtek Z350XT y Polofil NHT frente a Tetric EvoCeram, en cambio en los demás grupos de enjuagatorios resultó de mayor a menor resultado con Filtek Z350XT > Polofil NHT > Tetric EvoCeram ($P < 0,001$). Para la interacción de enjuagatorio \times tiempo, se observó que VHN fue estadísticamente igual en basal entre grupos de enjuagatorios ($P > 0,05$) y superior a los 14 y 21 días con CHX-CPC frente a otros enjuagatorios ($P < 0,001$). La VHN intragrupos disminuyó significativamente a los 14 días en todos los enjuagatorios excepto en CHX-CPC que fue a los 21 días ($P < 0,05$). Finalmente, en la interacción de resina \times tiempo se halló que VHN mostró diferencias entre resinas nanohíbridas en basal (Filtek Z350XT > Polofil NHT > Tetric EvoCeram) ($P < 0,001$), mientras que los 14 y 21 días resultó mayor con Filtek Z350XT y Polofil NHT frente a Tetric EvoCeram ($P < 0,001$). La VHN intragrupos disminuyó significativamente en todas las resinas entre tiempos (basal > 14 días > 21 días) ($P < 0,05$) (**Tabla 4**). Hubo mayor disminución de VHN con Polofil NHT frente a Tetric EvoCeram inmerso a CHX a partir de los 14 días, y de Polofil NHT y Filtek Z350XT frente a Tetric EvoCeram inmersos en CPC a partir de los 21 días ($P < 0,001$) (**Figura 2**).

Tabla 4: Comparación de microdureza según interacción enjuagatorio \times resina compuesta, enjuagatorio \times tiempo, y resina compuesta \times tiempo.

Variables	Saliva artificial	CHX 0,12%	CPC 0,075%	CHX 0,12%-CPC 0,05%
Filtek Z350XT	72,68 \pm 9,35 ^{Aab}	70,85 \pm 8,06 ^{Abc}	66,59 \pm 9,24 ^{Ac}	77,17 \pm 3,27 ^{Ba}
Tetric EvoCeram	40,93 \pm 4,36 ^{Ba}	40,45 \pm 3,66 ^{Ba}	40,61 \pm 2,78 ^{Ba}	41,40 \pm 2,55 ^{Ca}
Polofil NHT	71,80 \pm 7,95 ^{Ab}	72,82 \pm 10,38 ^{Ab}	71,97 \pm 10,93 ^{Ab}	85,42 \pm 5,43 ^{Aa}
	Saliva artificial	CHX 0,12%	CPC 0,075%	CHX 0,12%-CPC 0,05%
Microdureza Basal	69,05 \pm 17,35 ^{Aa}	69,37 \pm 19,22 ^{Aa}	67,37 \pm 18,36 ^{Aa}	69,69 \pm 19,57 ^{Aa}
Microdureza 14 días	60,52 \pm 15,19 ^{Bb}	59,98 \pm 14,80 ^{Bb}	59,10 \pm 14,54 ^{Bb}	68,12 \pm 20,41 ^{ABa}
Microdureza 21 días	55,83 \pm 14,89 ^{Cb}	54,76 \pm 12,86 ^{Cb}	52,72 \pm 11,60 ^{Cb}	66,19 \pm 19,33 ^{Ba}
	Filtek Z350XT	Tetric EvoCeram	Polofil NHT	
Microdureza Basal	78,42 \pm 5,22 ^{Ab}	43,92 \pm 2,43 ^{Ac}	84,26 \pm 5,33 ^{Aa}	
Microdureza 14 días	71,47 \pm 6,51 ^{Ba}	40,41 \pm 2,31 ^{Bb}	73,92 \pm 8,82 ^{Ba}	
Microdureza 21 días	65,58 \pm 8,65 ^{Ca}	38,21 \pm 2,61 ^{Cb}	68,33 \pm 9,95 ^{Ca}	

Letras mayúsculas distintas significan diferencias significativas por columnas. Letras minúsculas distintas significan diferencias significativas por filas. ANOVA de medidas repetidas con análisis post hoc de Tukey.

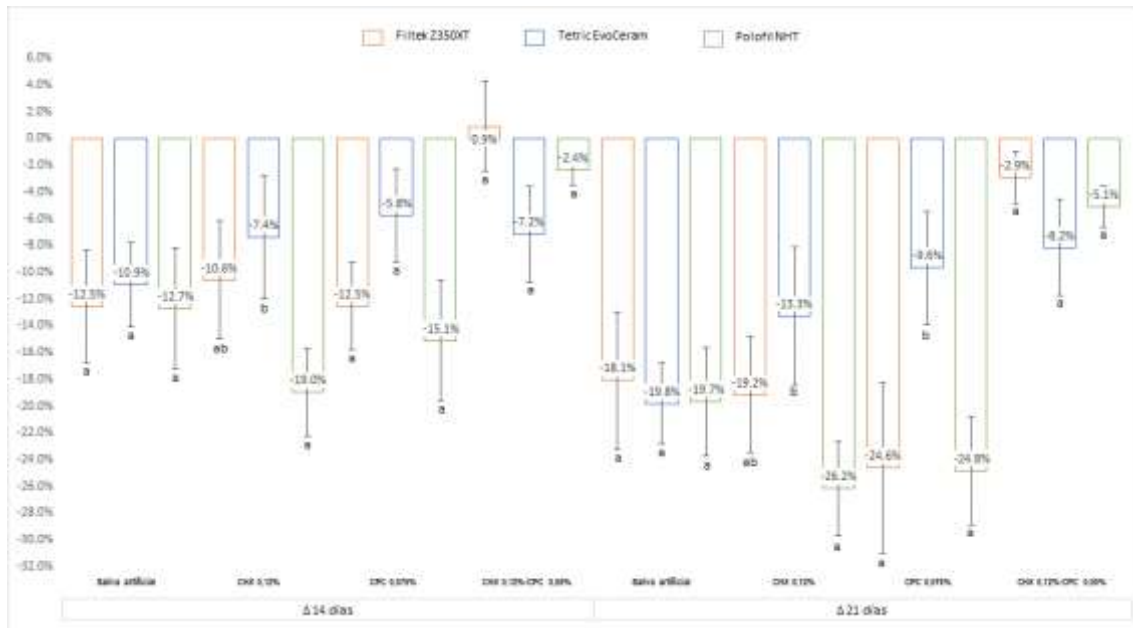


Figura 2: Comparación de la variación de la microdureza entre grupos de resinas compuestas nanohíbridas para cada enjuague bucal (se muestran los valores de error promedio y estándar evaluados por ANOVA con análisis post hoc de Tukey. Diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas por filas. Diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas por resinas en un mismo enjuague/tiempo).

IV. DISCUSIÓN

La resina compuesta es el material restaurador más aceptado que ha adquirido modificaciones que hacen diferenciar sus características de relleno, matriz e interacción. Las propiedades de las NCR podrían contrarrestar los factores locales de los enjuagatorios bucales que pudieran degradar la dureza de su superficie y aminorar la calidad de salud bucal [21].

La investigación sobre enjuagues bucales está muy extendida; sin embargo, encontramos evidencia limitada sobre los efectos a largo plazo de los antisépticos orales de diferentes formulaciones sobre las propiedades de las resinas de nueva tecnología. Es esencial entender si los NCR son alterados por soluciones químicas ya que esto podría afectar indirectamente su eficiencia de resistencia a la fractura, desgaste y masticación. Aunque la microdureza no puede medir el cambio directo en la composición de las

resinas antes de los enjuagues bucales, sí refleja cambios en la dureza [8, 10-12, 19, 21, 22].

La determinación del VHN de superficie es una técnica convencional no invasiva que se utiliza frecuentemente para evaluar las propiedades físicas de biomateriales como las resinas [22, 23]. La mayor resistencia del composite a la indentación representa la oposición a la influencia de otras estructuras proporcionando mayor durabilidad en el tiempo y menor riesgo de reemplazo por falla [8-10]. Aumentar el contenido de relleno híbrido en la microestructura de NCR aumentaría la resistencia al desgaste y disminuiría la absorción acuosa (saliva, bebidas, ácidos, etc.) [19, 21].

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto *in vitro* de enjuagues bucales como CHX 0,12%, CPC 0,075% y la combinación de ambas (CHX 0,12% + CPC 0,05%) en el VHN de tres NCR diferentes a 14 y 21 días postinmersión. Según nuestro análisis, se observó una reducción significativa en VHN con respecto a las combinaciones de enjuagues bucales, confirmando la prueba que no existen subconjuntos entre la microdureza de las resinas compuestas.

En estudios sobre la interacción de enjuagues bucales, resinas y tiempo de medición, se observó una reducción en VHN en resinas compuestas híbridas [14, 15] y nanorellenos [13]. Los NCR son una innovación más reciente entre los compuestos a base de resinas, desarrollados con mayor complejidad en la interacción de compuestos orgánicos e inorgánicos para mejorar sus propiedades ópticas [8, 10, 11]. A pesar de estas mejoras, es importante evaluar su resistencia a la interacción de factores adversos como los evaluados en el presente estudio. A pesar de la falta de estudios previos que coincidan en las múltiples interacciones entre los tipos de fabricación, los enjuagues bucales y el

tiempo de medición, nuestros resultados fueron consistentes con los hallazgos informados en otros estudios.

Investigaciones anteriores encontraron que NCR mostró menos participación de VHN que los híbridos cuando se expusieron a líquidos ácidos ($\text{pH} \leq 3,2$) después de 7 días [24] y 15 días [23]. Otro estudio encontró una menor participación de VHN en las resinas Z350 XT, especialmente, cuando se exponen a CHX a 0,12 ($\text{pH} = 6,07$) en comparación con otras clasificaciones de rellenos de resina y enjuagues bucales con un pH más bajo ($< 4,1$) después de 7 días [25].

Respecto a los estudios sobre la interacción de VHN con la resina y el tiempo relacionado con las condiciones de rugosidad, se reporta una mayor resistencia a la indentación en la resina compuesta nanohíbrida [5], lo que lleva a una mayor durabilidad y un menor riesgo de reemplazo por falla [8, 10], lo que justifica el Rendimiento mecánico observado por Polofil NHT. El VHN de superficie sugiere entonces una ventaja procesal sobre una técnica no invasiva que permite estimar las propiedades físicas de los biomateriales [22], ya que el análisis indirecto del desgaste y la absorción acuosa puede respaldar una decisión con base científica. Así, la determinación de la mayor reducción de VHN *in vitro* mediante la inmersión de la resina Polofil NHT (-26,2%) en CHX al 0,12% puede considerarse como la mejor alternativa.

En estudios sobre la interacción de los enjuagues bucales y el tiempo en VHN, se encontró que los enjuagues bucales para uso complementario, con o sin presencia de alcohol, alteraban la microdureza [16] o la rugosidad [4, 17]. Los enjuagues bucales que contienen CHX y CPC se recomiendan por sus buenas propiedades antimicrobianas que los hacen adecuados para el uso regular de limpieza en el hogar y para intervenciones

quirúrgicas, exámenes y/o tratamientos en el consultorio. Por otro lado, debido a la pandemia de COVID-19, en los últimos años ha habido un creciente interés entre el personal sanitario por su incorporación como protocolo de rutina. Su uso podría reducir la carga viral de las gotas o aerosoles generados durante la visita al dentista según recientes ensayos clínicos aleatorios [26, 27].

Otro resultado de interés fue la interacción de VHN sobre la resina compuesta en relación con el tiempo, con diferencias en el NCR generalmente después de 14 días de inmersión, independientemente de la fabricación y el enjuague del NCR. La importancia de esta evaluación es demostrar que, si bien los enjuagues bucales utilizados en las clínicas dentales pueden ser bastante útiles para el uso diario en los pacientes, su uso prolongado puede en última instancia degradar las restauraciones de resina. Además de esto, en la literatura se han descrito otros efectos adversos, como sequedad de boca, eliminación de determinadas bacterias saludables, pigmentación o alteraciones del gusto [1-3, 5]. Se debe prescribir un control del tiempo de uso y, a su vez, vigilado por profesionales.

Los hallazgos de este estudio son consistentes con los mencionados anteriormente. Esto podría explicarse porque un mayor volumen de la carga y un menor tamaño de partícula de las resinas compuestas basadas en compuestos nanohíbridos en comparación con los compuestos híbridos proporcionan una mayor eficiencia en la respuesta a la degradación de la matriz polimérica, especialmente con valores de pH bajos [23, 25, 28]. Asimismo, un ambiente ácido causado por la interacción con enjuagues bucales a base de alcohol puede hidrolizar los radicales éster en compuestos similares a monómeros. Sin embargo, los NCR presentan compuestos estándar con sustitución de grupos

fenólicos (Bis-GMA y UDMA, y TEGDMA) y una mayor interacción superficial entre sus cargas, generando ambas características una mayor estabilidad al agua (menor reabsorción), especialmente para contrarrestar el daño químico por enjuagues bucales con valores de pH bajos (acidez), mayor contenido de alcohol o una interacción más prolongada con su uso [12, 15, 24, 25, 28].

En cuanto al alcance metodológico de este estudio, su carácter *in vitro* puede verse modificado por factores orales como la alimentación y la saliva. Si bien se tomaron las medidas necesarias para reducir los riesgos, aislando y utilizando cuidadosamente cada elemento, las restauraciones de los elementos estudiados pueden variar los resultados esperados. Sin embargo, existen limitaciones inherentes a un ambiente simulado en comparación con un ambiente real (clínico) en el que los pacientes pueden presentar diferencias en los tiempos de exposición a los enjuagues bucales, diferentes pH según el tipo de enjuagues bucales, diferentes capacidades de las propiedades de la saliva y temperatura de la cavidad bucal. NCR con diferentes composiciones y diferentes áreas de NCR que están expuestas a inmersión. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios *in vivo* que determinen un mayor número de factores relacionados con la degradación del NCR, incluyendo otras mediciones físicas como la rugosidad y la morfología de la superficie.

V. CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones del presente estudio, se encontró que la microdureza disminuye según la interacción individual y colectiva del tiempo, el tipo de NCR y los componentes de los enjuagues bucales. Valores de microdureza más bajos se

encontraron después de 14 días y se vieron más afectados en resinas compuestas con menor contenido de carga y en enjuagues bucales con un pH más bajo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. P. James, H. V. Worthington, C. Parnell, M. Harding, T. Lamont, A. Cheung, H. Whelton, and P. Riley, "Chlorhexidine mouthrinse as an adjunctive treatment for gingival health," *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, vol. 3, no. 3, Article ID CD008676, 2017.
2. G. P. J. Langa, F. W. M. G. Muniz, R. D. S. A. Costa, T. M. da Silveira, and C. K. Rösing, "The effect of cetylpyridinium chloride mouthrinse as adjunct to toothbrushing compared to placebo on interproximal plaque and gingival inflammation—a systematic review with meta-analyses," *Clinical Oral Investigations*, vol. 25, no. 2, pp. 745–757, 2021.
- A. Komine, E. Yamaguchi, N. Okamoto, and K. Yamamoto, "Virucidal activity of oral care products against SARS-CoV-2 in vitro," *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology*, vol. 33, no. 4, pp. 475–477, 2021.
3. Y. Bayraktar, K. Karaduman, B. Ayhan, and M. Karsiyaka Hendek, "The effect of SARS-CoV-2 effective mouthwashes on the staining, translucency and surface roughness of a nanofilled resin composite," *American Journal of Dentistry*, vol. 34, no. 3, pp. 166–170, 2021.
4. E. Yilmaz and A. Mujdeci, "The effect of mouthrinses on surface roughness of two nanohybrid resin composites," *Brazilian Dental Science*, vol. 24, no. 2, pp. 1–10, 2021.
5. R. Elzein, F. Abdel-Sater, S. Fakhreddine, P. A. Hanna, R. Feghali, H. Hamad, and F. Ayoub, "In vivo evaluation of the virucidal efficacy of chlorhexidine and povidone-iodine mouthwashes against salivary SARS-CoV-2. A randomized-controlled clinical trial," *The Journal of Evidence-Based Dental Practice*, vol. 21, no. 3, Article ID 101584, 2021.
6. F. Elmahgoub and Y. Coll, "Could certain mouthwashes reduce transmissibility of COVID-19?" *Evidence-Based Dentistry*, vol. 22, no. 2, pp. 82–83, 2021.
- A. A. Elkaffas, R. I. Eltoukhy, S. A. Elnegoly, and S. H. Mahmoud, "The effect of preheating resin composites on surface hardness: a systematic review and meta-analysis," *Restorative Dentistry & Endodontics*, vol. 44, no. 4, Article ID e41, 2019.
7. V. Torno and P. Soares, "Tribological behavior and wear mechanisms of dental resin composites with different polymeric matrices," *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, vol. 144, Article ID 105962, 2023.
8. R. Jaramillo-Cartagena, E. J. López-Galeano, F. Latorre-Correa, and A. A. Agudelo-Suárez, "Effect of polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid and nano-filling composite resins: a systematic review," *Dentistry Journal*, vol. 9, no. 8, Article ID 95, 2021.
9. L. D. Randolph, W. M. Palin, G. Leloup, and J. G. Leprince, "Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico-mechanical properties," *Dental Materials*, vol. 32, no. 12, pp. 1586–1599, 2016.
10. M. A. B. DA Silva, R. P. Vitti, M. A. C. Sinhoreti, R. L. X. Consani, J. G. da Silva-Júnior, and J. Tonholo, "Effect of alcoholic beverages on surface roughness and microhardness of dental composites," *Dental Materials Journal*, vol. 35, no. 4, pp. 621–626, 2016.
11. K. N. Jyothi, S. Crasta, and P. Venugopal, "Effect of five commercial mouthrinses on the microhardness of a nanofilled resin composite restorative material: an in vitro study," *Journal of Conservative Dentistry*, vol. 15, no. 3, pp. 214–217, 2012.
- A. A. Khan, A. Z. Siddiqui, S. F. Mohsin, and A. A. Al-Kheraif, "Influence of mouthrinses on the surface hardness of dental resin nano-composite," *Pakistan Journal of Medical Sciences*, vol. 31, no. 6, pp. 1485–1489, 2015.
12. D. de AzevedoMiranda, C. E. D. S. Bertoldo, F. H. B. Aguiar, D. A. N. L. Lima, and J. R. Lovadino, "Effects of mouthwashes on knoop hardness and surface roughness of dental composites after different immersion times," *Brazilian Oral Research*, vol. 25, no. 2, pp. 168–173, 2011.
13. B. Karabulut, D. C. Can-Karabulut, S. Gulec, and C. M. Dogan, "Effect of a novel commercial potassium-oxalate containing tooth-desensitizing mouthrinse on the microhardness of

- resin composite restorative materials with different monomer compositions," *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, vol. 8, no. 5, pp. e491–e497, 2016.
14. K. G. S. Trauth, Godoi APTd, V. Colucci, S. A. M. Corona, and A. B. C. E. B. Catirse, "The influence of mouthrinses and simulated toothbrushing on the surface roughness of a nanofilled composite resin," *Brazilian Oral Research*, vol. 26, no. 3, pp. 209–214, 2012.
 15. S. Ozer, E. Sen Tunc, N. Tuloglu, and S. Bayrak, "Solubility of two resin composites in different mouthrinses," *BioMed Research International*, vol. 2014, Article ID 580675, 4 pages, 2014.
 16. G. S. Lin, N. R. Ghani, N. H. Ismail, K. Singbal, T. Y. Noorani, and N. Mamat, "New experimental zirconia-reinforced rice husk nanohybrid composite and the outcome of its surface roughness and microhardness in comparison with commercialized nanofilled and microhybrid composite resins," *Contemporary Clinical Dentistry*, vol. 12, no. 1, pp. 21–27, 2021.
 17. L. St-Pierre, C. Martel, H. Crépeau, and M. A. Vargas, "Influence of polishing systems on surface roughness of composite resins: polishability of composite resins," *Operative Dentistry*, vol. 44, no. 3, pp. E122–E132, 2019.
 18. Z. Khurshid, M. Zafar, S. Qasim, S. Shahab, M. Naseem, and A. AbuReqaiba, "Advances in nanotechnology for restorative dentistry," *Materials*, vol. 8, no. 2, pp. 717–731, 2015.
 - A. Karimzadeh, S. S. R. Kolor, M. R. Ayatollahi, A. R. Bushroa, and M. Y. Yahya, "Assessment of nano-indentation method in mechanical characterization of heterogeneous nanocomposite materials using experimental and computational approaches," *Scientific Reports*, vol. 9, no. 1, Article ID 15763, 2019.
 19. G. Escamilla-Gómez, O. Sánchez-Vargas, D. M. Escobar-García, A. Pozos-Guillén, N. V. Zavala-Alonso, M. Gutiérrez-Sánchez, J. E. Pérez-López, G. Sánchez-Balderas, G. F. Romo-Ramírez, and M. Ortiz-Magdaleno, "Surface degradation and biofilm formation on hybrid and nanohybrid composites after immersion in different liquids," *Journal of Oral Science*, vol. 64, no. 4, pp. 263–270, 2022.
 20. C. Poggio, M. Viola, M. Mirando, M. Chiesa, R. Beltrami, and M. Colombo, "Microhardness of different esthetic restorative materials: evaluation and comparison after exposure to acidic drink," *Dental Research Journal*, vol. 15, no. 3, pp. 166–172, 2018.
 21. S. Tanthanuch, B. Kukiattrakoon, C. Naiyanart, T. Promtong, P. Yothinwatthanabamrung, and S. Pumpua, "Effect of mouthwashes for COVID-19 prevention on surface changes of resin composites," *International Dental Journal*, vol. 73, no. 4, pp. 511–517, 2023.
 22. C. J. Seneviratne, P. Balan, K. K. K. Ko, N. S. Udawatte, D. Lai, D. H. L. Ng, I. Venkatachalam, K. S. Lim, M. L. Ling, L. Oon, B. T. Goh, and X. Y. J. Sim, "Efficacy of commercial mouth-rinses on SARS-CoV-2 viral load in saliva: randomized control trial in Singapore," *Infection*, vol. 49, no. 2, pp. 305–311, 2021.
 23. F. de Paula Eduardo Eduardo, L. Corrêa, D. Heller, C. A. Daep, C. Benitez, Z. Malheiros, B. Stewart, M. Ryan, C. M. Machado, N. Hamerschlag, J. R. Rebello Pinho, and L. M. Bezinelli, "Salivary SARS-CoV-2 load reduction with mouthwash use: a randomized pilot clinical trial," *Heliyon*, vol. 7, no. 6, Article ID e07346, 2021.
 24. E. M. da Silva, C. U. F. de Sá Rodrigues, D. A. Dias, S. da Silva, C. M. Amaral, and J. G. A. Guimarães, "Effect of toothbrushing-mouthrinse-cycling on surface roughness and topography of nanofilled, microfilled, and microhybrid resin composites," *Operative Dentistry*, vol. 39, no. 5, pp. 521–529, 2014.

VII. ABREVIATURAS

Cetylpyridine chloride (CPC)

Chlorhexidine (CHX)

Nanohybrid composite resins (NCR)

Vickers microhardness (VHN)

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>Problema general ¿Cuál es el efecto <i>in vitro</i> de enjuagatorios bucales de clorhexidina (CHX 0,12 %), cloruro de cetilpiridino (CPC 0,075 %) y la combinación de ambos (CHX 0,12 % + CPC 0,05 %) en la microdureza de tres diferentes resinas compuestas nanohíbridas [Filtek Z350XT (3M ESPE®), Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent®) y Polofil NHT (Voco®)] a los 14 y 21 días postinmersión?</p>	<p>Objetivo general Determinar el efecto <i>in vitro</i> de enjuagatorios bucales de clorhexidina (CHX 0,12 %), cloruro de cetilpiridino (CPC 0,075 %) y la combinación de ambos (CHX 0,12 % + CPC 0,05 %) en la microdureza de tres diferentes resinas compuestas nanohíbridas [Filtek Z350XT (3M ESPE®), Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent®) y Polofil NHT (Voco®)] a los 14 y 21 días postinmersión.</p>	<p>Hipótesis alterna (H1) Todos los enjuagatorios bucales (CHX 0,12 %, el CPC 0,075 %, y CHX 0,12 % + CPC 0,05 %) tienen un efecto reductor significativo de la microdureza de las tres resinas compuestas nanohíbridas (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT) a los 21 días postinmersión bajo un modelo <i>in vitro</i>.</p>	<p>Tipo y diseño de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Tipo: Enfoque cuantitativo, finalidad aplicada y alcance explicativo. – Diseño: Experimental <i>in vitro</i> con preprueba-post prueba y grupo control
<p>Problemas específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Existen diferencias de la microdureza <i>in vitro</i> por cada resina compuesta nanohíbrida (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT) a la preinmersión de tres enjuagatorios bucales de distintas composiciones (CHX 0,12 %, el CPC 0,075 %, y CHX 0,12 % + CPC 0,05 %) y saliva artificial? 2. ¿Existen diferencias de la microdureza <i>in vitro</i> por cada resina compuesta nanohíbrida (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT) a los 14 días postinmersión de tres enjuagatorios bucales de distintas composiciones (CHX 0,12 %, el CPC 0,075 %, y CHX 0,12 % + CPC 0,05 %) y saliva artificial? 3. ¿Existen diferencias de la microdureza <i>in vitro</i> por cada resina compuesta nanohíbrida (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT) a los 21 días postinmersión de tres enjuagatorios bucales de distintas composiciones (CHX 0,12 %, el CPC 0,075 %, y CHX 0,12 % + CPC 0,05 %) y saliva artificial? 	<p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comparar la microdureza <i>in vitro</i> por cada resina compuesta nanohíbrida (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT) a la preinmersión de tres enjuagatorios bucales de distintas composiciones (CHX 0,12 %, el CPC 0,075 %, y CHX 0,12 % + CPC 0,05 %) y saliva artificial. 2. Comparar la microdureza <i>in vitro</i> por cada resina compuesta nanohíbrida (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT) a los 14 días postinmersión de tres enjuagatorios bucales de distintas composiciones (CHX 0,12 %, el CPC 0,075 %, y CHX 0,12 % + CPC 0,05 %) y saliva artificial. 3. Comparar la microdureza <i>in vitro</i> por cada resina compuesta nanohíbrida (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT) a los 21 días postinmersión de tres enjuagatorios bucales de distintas composiciones (CHX 0,12 %, el CPC 0,075 %, y CHX 0,12 % + CPC 0,05 %) y saliva artificial. 	<p>Hipótesis nula (H0) Todos los enjuagatorios bucales (CHX 0,12 %, el CPC 0,075 %, y CHX 0,12 % + CPC 0,05 %) no tienen un efecto reductor significativo de la microdureza de las tres resinas compuestas nanohíbridas (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT) a los 21 días postinmersión bajo un modelo <i>in vitro</i>.</p>	<p>Muestra y grupos: La muestra estará conformada por 120 discos de resinas nanohíbridas nanohíbridas (Filtek Z350XT, Tetric EvoCeram y Polofil NHT). El tamaño final de muestra fue definido con la fórmula de comparación de medias emparejadas con el programa EPIDAT 4.1, según el estudio de Jyothi et al. (2012)¹⁶, donde dos resultados de medias más cercanas del grupo experimental CPC; con un nivel de confianza de 95 % y una potencia de 80 %.</p> <p>Asignación: Aleatoria por tipo de resina y colutorio.</p> <p>Técnica: Experimento <i>in vitro</i>.</p> <p>Instrumento: Microdurómetro y observación estructurada.</p>

Anexo 2. Tabla de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	CATEGORÍA O VALOR	TIPO Y ESCALA DE MEDICIÓN
<u>Variable dependiente:</u> Microdureza	Promedio de ensayo de dureza de una fuerza aplicada a través de una punta sobre la superficie de un disco de resina nanohíbrida registrada con microdurómetro vickers luego de tres indentaciones repetidas a 30 N/10 s.	Promedio de tres indentaciones resultado del microdurómetro vickers.	Fuerza expresada en kgf	Cuantitativa, continua, de razón
<u>Variable independiente 1:</u> Enjuagatorios bucales	Grupos experimentales de soluciones acuosas de tres marcas obtenidas de manera comercial que tienen principios activos de CHX, CPC y CHX + CPC utilizados para tratar afecciones en la boca.	Grupos experimentales según tipo de enjuagatorios bucales.	(1) Saliva artificial (control positivo) (2) Clorhexidina al 0,12 % (3) Cloruro de cetilpiridino al 0,075 % (4) CHX 0,12 % + CPC 0,05 %	Cualitativa, nominal, politómica
<u>Variable interviniente 1:</u> Resinas nanohíbridas	Grupos de muestras designadas de tres marcas distintas de resinas registradas como nanohíbridas confeccionadas en forma de discos con medidas estándar siguiendo las instrucciones del fabricante y norma ISO 4049:2019.	Grupos de muestras según tipo de resinas nanohíbridas.	(1) Z350XT (2) Tetric EvoCeram (3) Polofil NHT	Cualitativa, nominal, politómica
<u>Variable interviniente 2:</u> Tiempo	Período determinado durante el que se realizara la inmersión de las resinas nanohíbridas en los colutorios	Número de días en los cuales se realizará la observación de los discos de resina inmersos en los colutorios	(1) T0: preinmersión, basal (2) T1: postinmersión 14 días (3) T2: postinmersión 21 días	Cualitativa, ordinal

Anexo 3. Diseño muestral.

[1] Tamaños de muestra. Comparación de medias emparejadas:

Datos:

Diferencia de medias a detectar: 1,500
 Desviación estándar de las diferencias: 1,500
 Nivel de confianza: 95,0%

Resultados:

Potencia (%)	Número de pares
80,0	10

[2] Asignación de muestras a grupos de soluciones del estudio:

Datos:

Tipo de grupos a crear: Grupos de igual tamaño
 Número de grupos: 4
 Número total de sujetos: 120

Número de los sujetos seleccionados:

Grupo 1						
7	14	19	21	26	30	32
37	45	46	48	53	61	63
65	67	73	75	81	82	86
89	100	105	107	109	111	112
113	118					

Grupo 2						
5	6	9	10	11	12	13
22	23	24	29	31	33	34
35	39	40	41	42	43	44
50	56	66	68	69	70	77
90	91					

Grupo 3						
1	2	4	15	18	20	28
36	47	52	57	58	60	62
64	71	72	80	92	93	94
95	96	97	98	104	106	117
119	120					

Grupo 4						
3	8	16	17	25	27	38
49	51	54	55	59	74	76
78	79	83	84	85	87	88
99	101	102	103	108	110	114
115	116					

Epdat: programa para análisis epidemiológico de datos. Versión 4.2, julio 2016. Consellería de Sanidade, Xunta de Galicia, España; Organización Panamericana de la Salud (OPS-OMS); Universidad CES, Colombia. Disponible en: <http://www.sergas.es/Saude-publica/EPIDAT>

Distribución de grupos de las muestras de resinas por tipo de soluciones.

Grupos de soluciones	Grupos de resinas nanohíbridas	Pre-inmersión basal	Post-inmersión 14 días	Post-inmersión 21 días
CHX al 0,12 % (Grupo experimental 1)	Filtek Z350XT (3M ESPE®)	10	10	10
	Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent®)	10	10	10
	Polofil NHT (Voco®)	10	10	10
CPC al 0,075 % (Grupo experimental 2)	Filtek Z350XT (3M ESPE®)	10	10	10
	Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent®)	10	10	10
	Polofil NHT (Voco®)	10	10	10
CHX 0,12 % + CPC 0,05 % (Grupo experimental 3)	Filtek Z350XT (3M ESPE®)	10	10	10
	Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent®)	10	10	10
	Polofil NHT (Voco®)	10	10	10
Saliva artificial (Grupo control positivo)	Filtek Z350XT (3M ESPE®)	10	10	10
	Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent®)	10	10	10
	Polofil NHT (Voco®)	10	10	10
Sub-Total por inmersión (medidas repetidas)		120	120	120

Anexo 4. Base de datos en el instrumento de recolección de datos.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Realizado en: Laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C. (RUC: 20565244877) _____

Fecha: _____

Nombres y apellidos del/la operador/a: _____

Resina 1	Solución 1										Solución 2										Solución 3										Solución 4										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
T0	M1	82,4	81,4	87,6	76,2	70	70,2	83,8	75,1	81,3	80,2	80,8	72,5	77,3	86,4	79,0	72,2	79,0	81,4	87,1	61,7	74,4	76,3	81,4	76,8	80,9	75	83,8	75,9	71,9	79,4	80,2	76,7	85,7	78,8	83,8	75,8	75,1	85,1	78,4	80,3
	M2	91,9	86,0	89,1	77,9	75,3	63,7	79,7	79,3	86,4	81,7	82,3	74,6	71,5	83,2	81,4	69,4	96,4	70,2	87,1	79,0	69,6	75,8	79,0	79,7	78,1	69,1	80,1	68,4	73,5	80,1	76,7	81,4	75,3	80,0	80,3	63,4	68,1	74,6	80,3	73,7
	M3	89,9	85,4	85,6	74,3	93,6	73,6	81,2	80,4	84,3	79,8	79,2	74,6	73,3	87,3	83,1	71,0	84,4	75,5	91,0	74,2	74,3	76,3	81,5	70,1	79,3	67,2	77,4	69,5	78,4	80,2	78,9	80,2	84,7	79,3	81,2	73,5	69,1	76,9	81,4	74,6
T1	M1	65,0	71,5	77,9	75,1	68,1	53,8	76,7	67,7	71,5	73,5	68,6	73,5	65,5	65,9	73,5	60,2	75,6	67,7	80,2	75,6	63,7	70,5	70,5	58,6	67,7	59,4	65,9	64,2	65,6	65,9	78,2	78,4	71,6	78,2	78,4	71,6	78,2	78,4	71,6	78,2
	M2	71,5	75,1	86,4	77,7	64,2	51,9	73,0	71,2	80,6	71,5	67,0	71,0	72,0	67,4	66,2	61,7	74,6	72,5	81,4	73,8	74,6	71,5	71,8	66,8	69,4	57,2	62,1	68,6	67,1	71,9	74,5	79,4	75,5	74,5	79,4	75,5	74,5	79,4	75,5	74,5
	M3	66,9	74,2	80,3	68,3	66,5	52,3	74,6	69,9	73,6	74,3	69,0	75,1	67,2	67,1	70,5	59,8	74,9	70,6	70,1	69,4	64,8	70,8	72,1	60,4	68,5	57,1	62,8	69,9	67,2	68,6	83,1	83,1	80,5	83,1	83,1	80,5	83,1	83,1	80,5	83,1
T2	M1	64,5	70,5	71,5	70,0	64,6	54,6	72,5	51,3	65,5	69,6	79,0	51,3	63,5	63,7	72,0	61,3	65,0	65,0	54,4	53,1	65,5	67,7	65,9	60,1	69,6	51,6	43,1	70,5	53,8	51,9	78,0	72,6	81,0	76,4	80,5	75,9	69,5	81,5	77,9	79,4
	M2	69,0	73,0	75,4	71,1	65,9	50,1	73,0	50,4	72,5	73,5	62,4	67,7	66,1	56,1	67,7	57,5	66,8	67,1	65,9	66,8	51,0	68,1	59,4	60,9	43,8	49,2	56,8	60,5	60,9	42,4	78,1	73,6	80,4	75,5	74,2	70,6	68,2	72,6	76,1	69,4
	M3	61,7	72,1	73,5	70,7	66,4	52,2	72,1	51,8	67,5	72,6	56,5	56,8	65,8	57,3	62,6	60,8	66,3	69,0	67,3	67,6	56,1	69,0	55,8	59,3	51,5	53,1	54,6	63,1	54,9	44,8	70,5	74,5	78,8	80,4	79,5	76,5	69,5	75,1	77,7	69,4

Anexo 5. Fotos de la ejecución de la tesis.

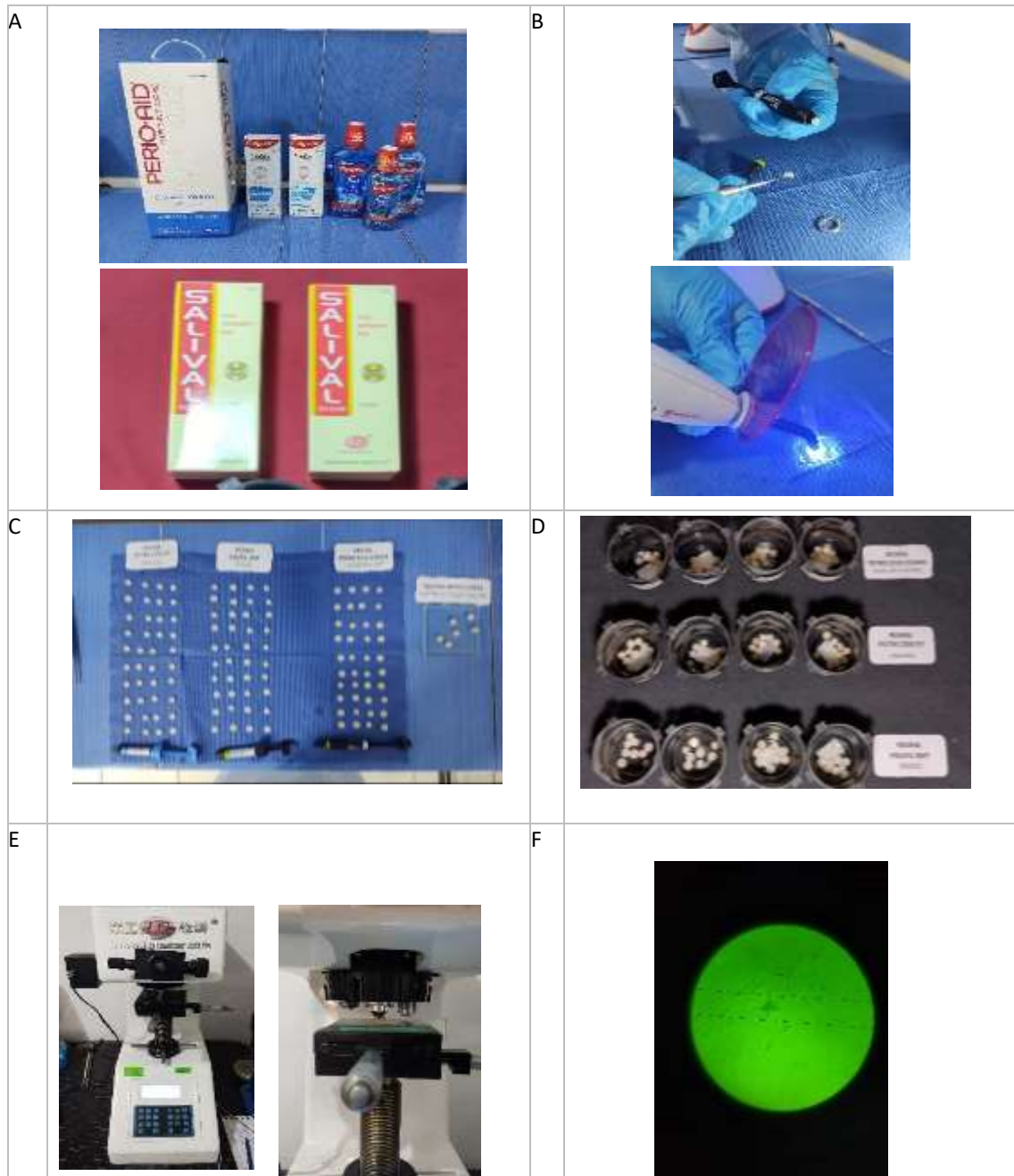


Figura 1. Procedimiento (A) resinas y enjuagatorios utilizados, (B) preparación de discos, (C) muestras de resinas, (D) experimento en enjuagatorios), (E) medición de microdureza, (F) resultado de indentación.

Table with columns for material type (e.g., Saliva artificial, Polifli NHT), concentration (e.g., CHX 0,12%, CPC 0,075%), duration (e.g., 14 dias, 21 dias), material name (e.g., Tetric EvoCeram, Z350XT, Polofli NHT), and numerical values (e.g., 5.2865, 2, 108, 2.64634, 0.749).

	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Z350XT	0.06522	0.0297	108	2.1949	0.864
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Tetric EvoCerám	-0.0845	0.0297	108	-2.8436	0.418
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Polofil NHT	0.06736	0.0297	108	2.2668	0.826
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Z350XT	-0.15173	0.0297	108	-5.1058	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Tetric EvoCerám	-0.09928	0.0297	108	-3.3408	0.147
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Polofil NHT	-0.12961	0.0297	108	-4.3616	0.006
	- Variación a 21 días	Saliva artificial	Polofil NHT	-0.00371	0.0297	108	-0.0577	1
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%	Z350XT	-0.00647	0.0297	108	-0.2177	1
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%	Tetric EvoCerám	-0.06551	0.0297	108	-2.2044	0.859
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%	Polofil NHT	0.06359	0.0297	108	2.1397	0.889
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Z350XT	0.04794	0.0297	108	1.6133	0.995
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Tetric EvoCerám	-0.10179	0.0297	108	-3.4252	0.138
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Polofil NHT	-0.05008	0.0297	108	-1.6852	0.991
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Z350XT	-0.16901	0.0297	108	-5.6874	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Tetric EvoCerám	-0.11656	0.0297	108	-3.9223	0.028
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Polofil NHT	-0.1469	0.0297	108	-4.9432	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%	Z350XT	-0.00476	0.0297	108	-0.16	1
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%	Tetric EvoCerám	-0.06379	0.0297	108	-2.1467	0.886
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%	Polofil NHT	0.0653	0.0297	108	2.1974	0.862
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Z350XT	0.04966	0.0297	108	1.6709	0.992
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Tetric EvoCerám	-0.10007	0.0297	108	-3.3676	0.137
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Polofil NHT	0.05179	0.0297	108	1.7429	0.986
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Z350XT	-0.16773	0.0297	108	-5.6297	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Tetric EvoCerám	-0.11485	0.0297	108	-3.8647	0.033
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Polofil NHT	-0.14518	0.0297	108	-4.8856	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%	Tetric EvoCerám	-0.05904	0.0297	108	-1.9867	0.943
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%	Polofil NHT	0.07006	0.0297	108	2.3574	0.771
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Z350XT	0.05441	0.0297	108	1.831	0.976
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%	Tetric EvoCerám	-0.09532	0.0297	108	-3.2075	0.202
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Polofil NHT	0.05655	0.0297	108	1.9029	0.963
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Z350XT	-0.16254	0.0297	108	-5.4696	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Tetric EvoCerám	-0.11009	0.0297	108	-3.7046	0.054
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Polofil NHT	-0.14043	0.0297	108	-4.7255	0.002
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Tetric EvoCerám	-0.13909	0.0297	108	-4.3442	0.007
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Z350XT	0.11345	0.0297	108	3.8177	0.039
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Tetric EvoCerám	-0.03628	0.0297	108	-1.2208	1
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Polofil NHT	0.11559	0.0297	108	3.8897	0.031
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Z350XT	-0.1035	0.0297	108	-3.4829	0.102
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Tetric EvoCerám	-0.05305	0.0297	108	-1.7179	0.988
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Polofil NHT	-0.08139	0.0297	108	-2.7388	0.494
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Z350XT	-0.01565	0.0297	108	-0.5265	1
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Tetric EvoCerám	-0.16537	0.0297	108	-5.565	<.001
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Polofil NHT	-0.01351	0.0297	108	-0.4545	1
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Z350XT	-0.2326	0.0297	108	-7.8271	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Tetric EvoCerám	-0.18015	0.0297	108	-6.0621	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Polofil NHT	-0.21048	0.0297	108	-7.083	<.001
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Tetric EvoCerám	-0.14973	0.0297	108	-5.0385	<.001
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Polofil NHT	0.00214	0.0297	108	0.072	1
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Z350XT	-0.21695	0.0297	108	-7.3006	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Tetric EvoCerám	-0.1645	0.0297	108	-5.3356	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Polofil NHT	-0.19484	0.0297	108	-6.5565	<.001
	- Variación a 21 días	CPC 0,075%	Polofil NHT	0.15187	0.0297	108	5.1105	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Z350XT	-0.06722	0.0297	108	-2.2621	0.829
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Tetric EvoCerám	-0.01477	0.0297	108	-0.4971	1
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Polofil NHT	-0.04511	0.0297	108	-1.518	0.998
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Z350XT	-0.21909	0.0297	108	-7.3726	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Tetric EvoCerám	-0.16664	0.0297	108	-5.6076	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Polofil NHT	-0.19698	0.0297	108	-6.6285	<.001
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Tetric EvoCerám	0.05245	0.0297	108	1.765	0.984
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Polofil NHT	0.02211	0.0297	108	0.7441	1
	- Variación a 21 días	CHX 0,12%-CPC 0,05%	Polofil NHT	-0.03034	0.0297	108	-1.0209	1

References

1. The jamovi project (2021). *jamovi*. (Version 2.2) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
2. R Core Team (2021). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.0) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2021-04-01).
3. Singmann, H. (2018). *afex: Analysis of Factorial Experiments*. [R package]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=afex>.
4. Lenth, R. (2020). *emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means*. [R package]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=emmeans>.

Anexo 7. Evidencia de aprobación del comité de ética UCSUR.

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN 

CONSTANCIA N° 140-CIEI-CIENTÍFICA-2022

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur (CIEI-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado** por el CIEI-CIENTÍFICA.

Código de registro: **891-2021-POS53**
 Título: **Efecto in vitro de enjuagatorios bucales en la microdureza de tres diferentes resinas compuestas nanohíbridas**
 Investigador(a): **Jhonn Luis Bernaldo Faustino**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente. Adicionalmente, en el contexto de la pandemia de enfermedad por COVID-19, le recomendamos cumplir con las normas publicadas por el estado peruano (accesos, medidas de bioseguridad, etc.) y tener los permisos de las instituciones en las que realizará el estudio antes de ejecutarlo.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 18 de octubre del 2023**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada. La presente aprobación sería ratificada en la sesión del CIEI más próxima.

Villa El Salvador, 19 de abril de 2022



 Mg. Fulton Paul Rivera Albinagorta
 Presidente
 Comité Institucional de Ética en Investigación

Anexo 8. Evidencia de aprobación del proyecto de tesis.



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS
Y NOMBRAMIENTO DEL ASESOR**

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE LA CARRERA DE ESTOMATOLOGÍA
N° 066-DACE-DAFCS-U. CIENTÍFICA-2022**

Lima, 05 de mayo del 2022

VISTO:

El informe técnico del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur con código N° 891-2021-POS53, se aprueba el proyecto de Tesis Titulado: **“EFECTO IN VITRO DE ENJUAGATORIOS BUCALES EN LA MICRODUREZA DE TRES DIFERENTES RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS”** presentado por **JHONN LUIS BERNALDO FAUSTINO**.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pre/posgrado para obtener el Grado Académico de **MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA** en la Carrera de Estomatología de la Universidad Científica del Sur, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo con la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

ART. 1°: APROBAR E INSCRIBIR el Proyecto de Tesis titulado: **“EFECTO IN VITRO DE ENJUAGATORIOS BUCALES EN LA MICRODUREZA DE TRES DIFERENTES RESINAS COMPUESTAS NANOHÍBRIDAS”** de el/la **Bach. JHONN LUIS BERNALDO FAUSTINO**, con registro: N° 891-2021-POS53 y establecer el inicio de periodo de ejecución del mencionado proyecto, 19 de abril del 2022.

ART. 2°: NOMBRAR Asesor/a del trabajo de tesis señalado, a al/la **Dra. Julissa Amparo Dulanto Vargas**.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dr. Claudio Peña Soto
Director Académico de la Carrera de Estomatología



Anexo 9. Evidencia de publicación.

<https://www.hindawi.com/journals/ijd/2023/9161639/>

International Journal of Dentistry (Q2, Scopus – WOS)

Hindawi
International Journal of Dentistry
Volume 2023, Article ID 9161639, 8 pages
<https://doi.org/10.1155/2023/9161639>



Research Article

In Vitro Effect of Mouthrinses on the Microhardness of Three Different Nanohybrid Composite Resins

Jhonn Luis Bernaldo-Faustino , Julissa Amparo Dulanto-Vargas , and Kilder Maynor Carranza-Samanez 

Research Group in Dental Sciences, School of Dentistry, Universidad Científica del Sur, Lima, Peru

Correspondence should be addressed to Julissa Amparo Dulanto-Vargas; jdulanto@cientifica.edu.pe

Received 24 March 2023; Revised 20 July 2023; Accepted 14 October 2023; Published 7 November 2023

Academic Editor: Carlos A. Muñoz-Viveros

Copyright © 2023 Jhonn Luis Bernaldo-Faustino et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction. Daily use of different mouthrinses at home or in the dental office can alter the properties of resin hardness. The present study aimed to compare Vickers microhardness (VHN) *in vitro* of nanohybrid composite resins (NCRs) immersed in mouthrinses. **Materials and Methods.** In total, 120 discs (10 × 2 mm) were prepared from three NCR shade A2 ($n = 40$ /group) with Filtek™ Z350 XT (Z350XT), Tetric EvoCeram (TEC), and Polofil NHT (PNHT). The specimens were incubated in artificial saliva (37°C × 24 hr). Specimens were distributed into four mouthrinses ($n = 10$ /group) of artificial saliva (control), chlorhexidine (CHX 0.12%, pH 5.6), cetylpyridine chloride (CPC 0.075%, pH 5.84), and CHX 0.12% + CPC 0.05% (pH 6.2) (2 times/day, 2' × 12 hr). The VHN (300 gf/10²) was measured after 24 hr, 14, and 21 days. Data were analyzed by three-way analysis of variance, followed by post hoc Tukey analysis at 0.05 level of significance. **Results.** The results revealed a global effect of the interaction of the mouthrinses × time between NCR evaluated ($P = 0.001$). Baseline VHN in PNHT and Z350XT was higher than TEC. Within each group of NCR, VHN of CHX + CPC > other mouthrinses (PNHT/14 days; Z350XT/21 days), and >CPC (Z350XT/14 days). In mouthrinses-intragroups, VHN of PNHT and Z350XT decreased at 14 days (CHX, CPC) and was maintained over time in NCR (CHX + CPC). VHN-TEC was similar among groups. **Conclusion.** Microhardness showed differences due to the interaction of the type of NCR, the composition of the mouthrinses, and time. VHN decreased after 14 days and was more affected in composite resins with lower filler content and in mouthrinses with a lower pH.

1. Introduction

Toothbrushing is the main conventional method of oral hygiene to prevent oral diseases. It is well known that this cleaning requires other mechanical procedures, such as dental flossing [1]. However, situations can arise that prevent dental biofilm control, and people resort to the use of oral rinses, which are usually available without a dental prescription. Recent reviews of certain rinses for adjunctive use recognize the beneficial effect on plaque reduction, as in the case of chlorhexidine (CHX) and cetylpyridine chloride (CPC) after four weeks of use. However, some side effects, such as extrinsic tooth staining, calculus, and taste alteration, are also reported [1, 2].

Oral rinses are formulated from essential oils, salts, preservatives, and water and have a slightly acidic pH [3, 4]. They may contain various concentrations of alcohol, although “free

alcohol” rinses containing broad-spectrum antimicrobial agents such as cationic biguanide (CHX), cationic quaternary ammonium (CPC), and the combination of both (CHX + CPC) are increasingly being marketed for common or office use [3, 5]. Due to the COVID-19 pandemic, the virucidal benefits of these mouthrinses in dental procedures have been studied [6, 7].

Composite resin has been used for more than 60 years and is the universally accepted restorative material. The demand for high functional esthetics has led to a rapid modification of this material, mainly focusing on its monomeric components, including particle size, shape, and loading [8]. Modern “nanohybrid” composite resins are characterized by the presence of silica fillers of different sizes, such as nano (20–75 nm) and submicron ($\leq 1 \mu\text{m}$) particles [9]. Their frequent use is due to their versatility in restoring both anterior and posterior teeth [10]. The variety of filler sizes among