



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

DOCTORADO EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

Relación entre los niveles de citocinas pro- y antiinflamatorias en saliva, caries de la infancia temprana y marcadores antropométricos

TESIS QUE PRESENTA:

Juan Carlos Hernández Cabanillas

PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Jesús Ramón Castillo Hernández

5 de noviembre San Luis Potosí, S.L.P.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

DOCTORADO EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

Relación entre los niveles de citocinas pro- y antiinflamatorias en saliva, caries de la infancia temprana y marcadores antropométricos

TESIS QUE PRESENTA:

Juan Carlos Hernández Cabanillas

PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Jesús Ramón Castillo Hernández

CODIRECTORA

Dra. María Guadalupe Martel Gallegos

ASESORES:

Dra. Nuria Patiño Marín

Dr. Celia Aradilla García

Dr. Carlo Medina Solís

5 de noviembre San Luis Potosí, S.L.P.

Repositorio

Relación entre los niveles de citocinas pro y antiinflamatorias en saliva, caries de la infancia temprana y marcadores antropométricos. © 2024 Por Juan Carlos Hernández Cabanillas. Se distribuye bajo Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International



Dedicatoria

A Dios, a mi esposa y mis padres y hermanos... sin todos ellos nada de esto ser

Resumen

Introducción: La caries dental es una de las enfermedades bucales más prevalentes según la OMS. Se caracteriza como una enfermedad multifactorial que implica la pérdida mineral de los tejidos dentales. Estudios recientes, como el de Manohar et al. (2019), indican una asociación entre caries dental y obesidad, sugiriendo que factores comunes como una dieta alta en azúcares y un nivel socioeconómico bajo podrían ser responsables. Además, investigaciones previas han mostrado un aumento en la expresión de citoquinas inflamatorias en la pulpa dental afectada por caries, como IL-1 β , IL-6, y TNF- α . Un estudio de De los Santos et al. (2021) observó que los niveles de IL8- eran más bajos en niños con sobrepeso u obesidad y caries. Esta evidencia apunta a una relación entre la inflamación y la salud dental en niños, aunque se necesitan más estudios con muestras más grandes para validar estas observaciones.

Pregunta de Investigación: ¿Cuál es la relación entre los niveles de citocinas pro-inflamatorias y antiinflamatorias (IL-8 e IL-10) en saliva, caries de la infancia temprana y marcadores antropométricos?

Hipótesis: Los niveles de citocinas pro-inflamatorias en saliva están aumentados y las antiinflamatorias disminuidas en niños con obesidad central y caries de la infancia temprana.

Objetivo General: Evaluar la relación entre los niveles de citocinas pro-inflamatorias y antiinflamatorias en saliva, la obesidad central y las caries de la infancia temprana.

Diseño: Estudio no experimental, analítico y transversal.

Resultados: Se incluyeron 174 niños de 3 a 5 años en tres instituciones educativas en México. Los índices ICDAS indicaron que las lesiones cariosas fueron más frecuentes en el grupo de mujeres (ICDAS 3-4) y en hombres (ICDAS 5-6). La prevalencia de caries fue del 58.6%. Se identificó un 28.7% de sobrepeso y un 47.4% de obesidad, utilizando puntos de corte adaptados para la población

pediátrica. En cuanto a las citocinas, se realizó un muestreo aleatorio de 80 sujetos, sin embargo al momento de procesar las muestras se tuvieron que eliminar a 4 sujetos, dando un $n=76$ sujetos distribuidos en 4 grupos (normopeso sin CIT, Obesidad central sin CIT, con CIT sin Obesidad central y Obesidad central con CIT). Los niveles de IL-8 mostraron una mediana de 19.9 en niños con caries, mientras que la IL-10 mostró una mediana de 2.58. Los análisis estadísticos, como Kruskal-Wallis y ANOVA de dos vías, no mostraron diferencias significativas en los niveles de citocinas entre los grupos analizados.

Conclusiones: Los resultados sugieren que no hay diferencias significativas en los niveles de citocinas pro-inflamatorias y antiinflamatorias en saliva entre los grupos de niños con diferentes condiciones de salud. Se requiere más investigación para comprender mejor la relación entre la inflamación, la obesidad y la salud dental en la infancia.

Listado de producción académica

Nombre del alumno: Juan Carlos Hernández Cabanillas

Asistencia a curso y taller

University Of California, Los Angeles	Metodología COIL (Collaborative Online International Learning)	Septiembre 2021	Los Ángeles, California, E.E.U.U	2021 invitación UCLA	Tercero
Universidad Privada de la Península	Fluoruros y nuevos coadyuvantes en el control del biofilm y desmineralización	Noviembre 2021	Mérida, Yucatán	2021 UPP	Tercero
Universidad Autónoma De Baja California	Manejo de TheraCAL LC, TheraCal PT y TheraBase	Febrero 2022	Tijuana, Baja California	2022 TheraCAL UABC	Cuarto
Universidad Autónoma De Baja California	Alternativas restaurativas en dientes temporales y permanentes	Febrero 2022	Tijuana, Baja California	2022 TheraCAL UABC	Cuarto

Indiana University	Bajale a la fresa	Mayo 2022	Indiana, Estados Unidos	2022 Indiana	Cuarto
Universidad Autónoma de Baja California	Conceptos actuales en el manejo de caries dentales	noviembre 2022	Mexicali, Baja California	2022 Mexicali	Quinto
Universidad Autónoma de Mexico	Nuevas tecnologías en la restauración de dientes temporales y permanentes jóvenes	Agosto 2022	Ciudad de México, México	2022 UNAM SABA	Quinto
Universidad Autónoma de San Luis Potosi	Materiales Bioactivos en Odontopediatría	Octubre 2022	San Luis Potosí, México	2022 UASLP MATERIALES	Quinto
Universidad Autónoma de Tlaxcala	Alternativas Restaurativas en Dientes Temporales y Permanentes Jóvenes	Agosto 2022	Tlaxcala de Xicohtécatl, Tlaxcala	2022 UAT	Quinto
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Odontología de mínima intervención	Agosto 2022	Juárez, Chihuahua	2022 UACJ	Quinto

Grupo de Egresado del Postgrado de odontología Infantil A.C	Retos Actuales en la restauración de dientes temporales y permanentes jóvenes	Septiembre 2022	Ciudad de México, Ciudad De México	2022 GEPOI	Quinto
Colegio de Odontólogos de Tijuana	Conceptos actuales en el manejo de caries dental	Octubre 2022	Tijuana, Baja California	2022 COT	Quinto
Colegio Queretaro de odontopediatría	Tratamientos pulpares en odontopediatría	Septiembre 2022	Querétaro, México	2022 COQ	Quinto
Academia Mexicana de Odontología Pediátrica	Tratamiento no invasivo de la caries dental en niños	Abril 2023	Ciudad de México, Virtual	2023 AMOP	Sexto

Universidad de Monterrey	Conceptos actuales del manejo de caries dentales	Abril 2023	Nuevo León, Monterrey	2023 UDEM	Sexto
--------------------------	--	------------	--------------------------	-----------	-------

Congresos Nacionales e Internacionales con o sin memorias

Otorga	Título de la ponencia	Autores	Nombre del congreso	Fechas	Memoria Clave	Lugar. Estado- País	PDF	Semestre
Universidad Autónoma de Chihuahua – Facultad de Odontología	Conceptos actuales en prevención y remineralización de lesiones cariosas		Seminario de Actualización en Maestría en Estomatología-Odontopediatría	Agosto 2021		Chihuahua, Chihuahua	2021 constancia UACH	Tercero

Universidad Autónoma de México	Fotografía Clínica En Odontopediatría		Educación Continua Digital Aprendiendo a Distancia	Agosto 2021		Ciudad de México, Ciudad De México	2021 constancia a UNAM	Tercero
Universidad Nacional De Córdoba	Alternativas actuales en restauraciones en dientes temporales y permanentes		Proyecto de Inclusión Académica Virtual Formación Intercátedras en Odontopediatría. FICO	Agosto 2021		Córdoba, Argentina	2021 constancia a UNC	Tercero
UNAM Zaragoza	Avances en terapia pulpar en dientes temporales jóvenes		Congreso Internacional de Especialización en	Agosto 2021		Ciudad De México, Ciudad	2021 constancia a Zaragoza UNAM	Tercero

			Estomatología del Niño y del Adolescente XXV			De México		
Asociación Dental Mexicana Federación de Colegios de Cirujanos Dentistas	Alternativas actuales en restauraciones		XXXVIII Congreso Internacional de Odontología ADM- AMIC	Noviembre 2021		Ciudad de México	2021 AMIC	Tercero
GC Corporation	Remineralización como herramienta de la odontología de mínima intervención		Congreso de celebración del 100 Aniversario GC Corporation	Enero 2022		Ciudad de México	2022 GC México	Cuarto

Universidad México Americana del Golfo	Prácticas en procesos de rehabilitación integral		Encuentro de Profesionales en Salud Estomatológica a 2022 Híbrido	Enero 2022		Puebla	2022 EPSE	Cuarto
Hospital Infantil de México Federico Gómez	Remineralización en mínima intervención		XXVII Curso monográfico de Estomatología	marzo 2022		Ciudad de México, México	2022 HIMFG	Cuarto
Universidad Autónoma de México	Alternativas restaurativas con materiales bioactivos		10mo Congreso de biomateriales	noviembre 2022		Ciudad de México, México	2022 x congreso UNAM	Quinto
Sociedad Chile de Odontopediatría	Tecnologías que favorecen remineralización		XII Congreso Nacional e Internacional de	Octubre 2022		Santiago, Chile	2022 MTA	Quinto

	de silicato de Ca, MTA		Odontopediatría					
La Benemérita Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García"	Terapia Pulpar y Materiales Dentales		Congreso Alusivo al 60 aniversario	Agosto 2022		Zacatecas, Zacatecas	2022 UAZ	Quinto
Universidad Nacional Autónoma de México	Desafíos en el manejo de hipomineralización molar incisivo		Congreso Nacional E Internacional De La Facultad De Odontología UNAM AMIC 2023	Mayo 2023		Ciudad de México. Ciudad de México	2023 AMIC	Sexto
Universidad Nacional	Nuevas tecnologías en la		Congreso Nacional E Internacional	Mayo 2023		Ciudad de México.	2023 AMIC	Sexto

Autónoma de México	tecnología pulpar vital		De La Facultad De Odontología UNAM AMIC 2023			Ciudad de México		
Universidad Espiritu Santo	Evaluación y tecnologías en Hipomineralización Molar Incisivo		2do Congreso Internacional De Especialidades Odontológicas	Octubre 2024		Guayas, República del Ecuador	2024 UEES HMI	Octavo

Asistencia a Congresos sin ponencia

Otorga	Nombre del congreso	Fechas	Lugar. Estado-País	PDF	Semestre
Universidad Finis Terrae	Caries cannot be prevented but controlled	Noviembre 2020	Webinar, Chile	2020 Finis Caries	Primero

Universidad Finis Terrae	The state of art in atraumatic restorative treatment	Noviembre 2020	Webinar, Chile	2020 Finis Restaurativo	Primero
Universidad Finis Terrae	Minimum intervention oral care delivery for contemporary caries prevention	Noviembre 2020	Webinar, Chile	2020 Finis Intervención	Primero

Pertenencia a una Asociación

Nombre de la asociación	Lugar o papel que representa	Fechas	Lugar. Estado-País	PDF	Semestre
Academia Mexicana de Odontología Pediátrica	Miembro activo	Octubre 2021	San Luis Potosí. México	MA AMOP	Tercero

Ponencia en Cursos

Dirigido a	Título de la ponencia	Fechas	Lugar. País	Estado- PDF
The journal of Evidence Based dental practice	Light-cured calcium silicate based-cements as pulp therapeutic agents: A meta-analysis of clinical studies.	Diciembre de 2022	Estados Unidos	2022 artículo thera
Universidad Autónoma de Coahuila	Co-asesor de protocolos de investigación	Agosto 2022	Torreón, Coahuila	2022 asesorías AUdeC
BMC Psychology	Depression and opinion of dental students regarding the hybrid learning model during the COVID-19 pandemic.	Abril de 2023	Reino Unido	2023 artículo BMC
Journal of Advanced Prosthodontics (JAP)	Effect of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanners: a meta-analysis of <i>in vitro</i> studies.	Diciembre 2023	Corea del Sur	2023 artículo JAP

Índice

Abreviaturas.....	4
Lista de definiciones.....	5
Introducción	1
Caries de la infancia temprana.....	1
Caries de la infancia temprana severa.....	1
Epidemiología	1
Etiología	3
Prevención	4
Métodos de diagnóstico de caries.....	5
Obesidad.....	8
Obesidad en población infantil	9
Métodos diagnósticos de obesidad en población infantil	10
Relación caries dental y obesidad central	12
Citocinas pro y antiinflamatorias	13
Materiales y métodos	18
Resultados.....	28
Discusión	39
Referencias.....	43
Diapositivas de la ponencia de la defensa de tesis	51
Artículos Publicados.....	56
Cartas de aprobación por el comité de bioética	99
Acta de registro de trabajo terminal.....	101

Agradecimientos	102
Anexos	103
Anexo 1. Consentimiento informado	103
Anexo 2. Hoja de registro de paciente	108
Anexo 3. Técnica de toma de muestra salival	110

Lista de tablas y figuras

Tabla 1. Prevalencia de CIT en población de 2 a 5 años en México.

Tabla 2. Prevalencia de CSIT en población de 3 a 5 años en México.

Tabla 3. Criterios de clasificación de las lesiones de caries según ICDAS.

Tabla 4. Cuadro de variables.

Tabla 5. Cronograma de actividades.

Abreviaturas

AAPD: American Academy of Pediatric Dentistry.

CIT: Caries de la infancia temprana.

CSIT: Caries severa de la infancia temprana.

IMC: índice de masa corporal

Lista de definiciones

Caries de la infancia temprana: presencia de uno o más dientes cariados (cavitados o no), ausentes (debido a caries) o restaurados, en la dentición temporal, en niñas y niños de 71 meses de edad o menores.

Caries severa de la infancia temprana: presencia de uno o más dientes cariados (cavitados o no), ausentes (debido a caries), o restaurados en la dentición primaria anterior superior en pacientes de 3 a 5 años.

Introducción

La caries dental es una de las enfermedades bucales más prevalentes según la OMS, en la actualidad, la caries se define como "una enfermedad dinámica, no transmisible, multifactorial, mediada por la biopelícula, que provoca una pérdida mineral neta de los tejidos dentales duros. Está determinada por factores biológicos, conductuales, psicosociales y ambientales. Como consecuencia de este proceso, se desarrolla una lesión de caries(1,2).

Caries de la infancia temprana

La Caries de la Infancia Temprana (CIT) es la aparición temprana de caries en niños con una progresión a menudo rápida, que puede acabar con la destrucción completa de la dentición primaria, incluye a la caries rampante; llamada: "caries de biberón" o "síndrome de biberón". La CIT es definida como la presencia de uno o más dientes cariados (cavitados o no), ausentes (debido a caries) o restaurados, en la dentición temporal, en niñas y niños de 71 meses de edad o menores(3,4)

Caries de la infancia temprana severa

En infantes menores de 3 años, cualquier signo de caries en una superficie lisa es indicativo de Caries Severa en la Infancia Temprana (CSIT) de acuerdo con el criterio establecido por la Academia Americana de Odontología Pediátrica (4). Entre la edad de 3 a 5 años, la presencia de uno o más dientes cariados (cavitados o no), ausentes (debido a caries), o restaurados en la dentición primaria anterior superior es considerada también como CSIT(3,4).

Epidemiología

La prevalencia mundial de caries según el estudio de Kassebaum y cols., en el 2010 se reportó en 35,4%, en ese mismo estudio la caries en dientes temporales no tratada fue la décima afección más prevalente, afectando al 9% de la población mundial (621 millones de personas en todo el mundo)(5).

México es uno de los países más afectados por esta patología; se ha reportado una prevalencia de caries superior al 60% en niños(6). La Secretaría de Salud de México en su informe de 2019 del SIVEPAB, informa de que alrededor del 75% de los niños en diferentes grupos de edad padecen caries(4).

Para CIT en población de 2 a 5 años se reportó de 70,3% presentan esta condición (ver tabla 2), en cuanto a CSIT para una población de niños y niñas de 3 a 5 años se reportó una prevalencia de 35,9% (ver tabla 2)(4).

Caries de la infancia temprana			
Edad	N	No. De niños con CIT	Porcentaje (%)
2	1,200	571	47.6
3	2,466	1,588	64.4
4	3,827	2,826	73.8
5	4,934	3,750	76.0
Total	12,427	8,735	70.3

Tabla 1. Prevalencia de CIT en población de 2 a 5 años en México. Tomado de: Secretaría de Salud. Resultados del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales. *J Chem Inf Model [Internet]. 2019;53(9):1689–99.*

Caries severa de la infancia temprana			
Edad	N	No. De niños con CIT	Porcentaje (%)
3	2,466	891	36.4
4	3,827	1,441	37.7

5	4,934	1,687	34.2
Total	11,227	4,026	35.9

Tabla 2. Prevalencia de CSIT en población de 3 a 5 años en México. Tomado de: Secretaría de Salud. Resultados del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales. *J Chem Inf Model* [Internet]. 2019;53(9):1689–99.

Etiología

El desarrollo de la caries dental es un proceso dinámico que implica ciclos repetidos de desmineralización y remineralización a lo largo del día(6). La etiología de la CIT es multifactorial, causada por 3 factores principales: los microorganismos, la dieta/sustrato cariogénico (carbohidratos fermentables) y el huésped susceptible (o diente), que forman una tríada. Cuando estos 3 factores esenciales interactúan durante un periodo de tiempo considerable, se produce un desequilibrio en la desmineralización y remineralización entre la superficie del diente y el biofilm, dando lugar al desarrollo de la caries dental o CIT(7).

Un factor de riesgo asociado a la etiología es una elevada ingesta de azúcares en la dieta, a menudo a través del biberón en ocasiones de manera nocturna y con contenidos como fórmula, zumo, refrescos, por mencionar algunos(2).

Lo anterior, aunado a prácticas de higiene bucal insuficientes o inexistentes conducen al desarrollo de lesiones cariosas relativamente atípicas y de rápida progresión que comienza en las superficies lisas de los dientes anteriores superiores de los niños en edades tempranas(2).

Se ha demostrado que las prácticas dietéticas cariogénicas parecen establecerse a los 12 meses de edad y se mantienen durante toda la primera infancia lo cual coloca al paciente en una posición de riesgo a caries considerable desde etapas tempranas del desarrollo del infante(8).

En una etapa temprana, subclínica, el esmalte presenta una disolución y reblandecimiento directo de la superficie, generando una abertura estructural que

es un medio de difusión, generando la primera manifestación de la enfermedad de caries conocida como "mancha blanca" que aún no está cavitada y es reversible mediante cambios en los hábitos de higiene y dieta, o la aplicación de flúor(8)

El esmalte superficial está relativamente intacto, debido a la constante precipitación de minerales procedentes de la saliva o de minerales externos como los dentífricos y/o colutorios. Este proceso de desmineralización en la profundidad del esmalte puede ocurrir durante semanas, meses o años antes de que se produzca la cavitación, e incluso puede que nunca llegue a producirse una lesión cavitada(8).

Este conocimiento actual de la enfermedad permite detectar las lesiones de caries en una etapa temprana, no cavitada, y una evaluación del riesgo para generar la prevención, los tratamientos adecuados y establecer la frecuencia de los controles(8).

Prevención

Antes del nacimiento y/o hasta la erupción del primer diente, los padres deben ser informados sobre la etiología de la caries dental y la importancia de una frecuencia restringida de ingesta de azúcar. Deben ser orientados en una adecuada higiene bucal y deben realizar y apoyar esta higiene bucal diariamente hasta que el niño sea capaz de realizarla adecuadamente por sí mismo(3,9). Los dientes de los niños deben cepillarse desde la erupción de su primer diente diariamente con pasta dental fluorada. El cepillado debe ser realizado por los padres o cuidadores. En ausencia de otras fuentes relevantes de flúor, especialmente el agua potable fluorada, la pasta dentífrica debe contener ≥ 1.000 ppm de flúor(2,3,8).

Las aplicaciones preventivas de barniz de flúor de alta concentración deben administrarse en niños, grupos o poblaciones con alto riesgo/prevalencia de caries en niños pequeños 2-4 veces al año(2).

Para disminuir el riesgo de desarrollar CIT, la AAPD fomenta las medidas preventivas profesionales y en el hogar que incluyen:

1. evitar el consumo frecuente de líquidos y/o alimentos sólidos que contengan azúcar, en particular
 - a. bebidas azucaradas (por ejemplo, zumos, refrescos, bebidas deportivas, té azucarado) en un biberón o en un vaso de entrenamiento antiderrame.
 - b. la lactancia materna ad libitum después de que empiece a salir el primer diente primario y se introduzcan otros hidratos de carbono en la dieta.
 - c. uso del biberón después de los 12-18 meses.
2. Aplicar medidas de higiene bucal a más tardar en el momento de la erupción del primer diente de leche. El cepillado de los dientes de los niños debe ser realizado por uno de los padres dos veces al día, utilizando un cepillo de dientes suave del tamaño adecuado para su edad. En los niños menores de tres años, debe utilizarse una cantidad de pasta dental fluorada del tamaño de un arroz. En los niños de tres a seis años, debe utilizarse una cantidad de pasta dental fluorada del tamaño de un guisante.
3. Proporcionar tratamientos de barniz de flúor aplicados por profesionales a los niños con riesgo de padecer CIT.
4. Establecer un régimen dental dentro de los seis meses siguientes a la erupción del primer diente y, a más tardar, a los 12 meses de edad, para realizar una evaluación del riesgo de caries y proporcionar educación a los padres, incluyendo orientación anticipada para la prevención de enfermedades bucodentales.
5. Trabajar con los proveedores de servicios médicos para garantizar que todos los bebés y niños pequeños tengan acceso a exámenes dentales, asesoramiento y procedimientos preventivos(7).

Métodos de diagnóstico de caries

Como se mencionó anteriormente la caries dental es el resultado de la interacción de múltiples factores que dan como resultado un desbalance en el proceso de desmineralización/remineralización del diente(7).

El diagnóstico es un proceso fundamental para llevar a cabo un tratamiento adecuado en función de las necesidades del paciente. Consiste en recolectar datos, signos y síntomas para analizarlos e interpretarlos, concluyendo en una condición o patología. Es importante que se realice antes de cualquier acción clínica para elegir el mejor tratamiento y así tener un mejor pronóstico(10).

Utilizar instrumentos como el *International Caries Detection and Assessment System* (ICDAS) permite detectar estas manifestaciones tempranas de las lesiones de caries, lo que no permite el índice cariado/perdidos/obturados en dientes temporales (ceod) o cariado/perdidos/obturados en dientes permanentes (CPOD).

En la actualidad se han realizado esfuerzos para mejorar el proceso de diagnóstico de la enfermedad de la caries y la toma de decisiones de tratamiento de esta; el más utilizado a nivel mundial y por la OMS es el índice ceod/CPOD, aunque hay que tener en cuenta que el enfoque actual del diagnóstico de caries se basa en el riesgo individual, analizando la presencia de lesiones de caries y los factores de riesgo y protección presentes.

Este índice proporciona una mirada rápida sobre la afectación del diente por la caries, pero no incorpora una mirada preventiva, ya que no detecta las lesiones en estadios tempranos, pudiendo subestimar la presencia de lesiones de caries, lo que limita la posibilidad de conocer la verdadera situación de la salud bucal respecto a la caries dental(10).

El examen para el índice CPOD se realiza en 28 dientes permanentes, excluyendo los terceros molares o también para los 32 dientes permanentes, para los dientes temporales, el índice ceod evalúa un máximo de 20 dientes, correspondientes a los dientes deciduos. Para obtener el resultado de estos índices, se suman todas las variables y el resultado indica el número de lesiones de caries recientes y/o pasadas, es decir, el historial de caries de la persona. Tanto para el índice ceod como para el CPOD, si un diente tiene una lesión de caries y está obturado, se considera que el criterio más grave es "cariado"(10).

Por otra parte, el Sistema Internacional de Detección y Evaluación de Caries, ICDAS, es un método visual reciente, trata de detectar las lesiones de caries en sus fases más tempranas, aunque también incluye las lesiones cavitadas. Comenzó a desarrollarse en 2002 y en 2005 se acordó como ICDAS II. El ICDAS es un sistema estandarizado basado en la mejor evidencia disponible que evalúa tanto la presencia de lesiones de caries como su gravedad, desde los estados iniciales y reversibles hasta las lesiones cavitadas, clasificando en códigos de gravedad creciente de 0 a 6(10,11).

ICDAS evalúa la actividad de la lesión de caries, diferenciando las lesiones activas e inactivas, independientemente del código de severidad, lo que permite realizar un diagnóstico y tratamiento más preciso y personalizado para el paciente en función del riesgo, esto debido a que, independientemente de la severidad de la lesión, no todos tendrán el mismo tratamiento ya que también depende de la actividad de la lesión de caries. De esta manera, se mejora el pronóstico del diente al evitar el sobret ratamiento o el infratratamiento, por ejemplo, en las lesiones no cavitadas, que no son detectadas por el índice ceod/CPOD(10,11).

ICDAS	DESCRIPCIÓN
ICDAS 0	Superficie dental sana, sin evidencia de caries
ICDAS 1	Primer cambio visual en el esmalte, opacidad visible o cambio de color (lesión blanca y/o marrón) sólo visible en una superficie dental seca
ICDAS 2	Cambio visual distinto en el esmalte, opacidad o decoloración visible (lesión blanca y/o marrón) visible en una superficie dental húmeda

ICDAS 3	Rotura localizada del esmalte debido a la caries, sin dentina visible o sombra subyacente, lesión blanca y/o marrón
ICDAS 4	Una sombra oscura subyacente de la dentina con o sin rotura localizada del esmalte. El aspecto de la sombra suele verse más fácilmente cuando el diente está húmedo
ICDAS 5	Una caries distinta con dentina visible en un esmalte opaco o descolorido. Afecta a más de la mitad de la superficie evaluada
ICDAS 6	Cavidad extensa con dentina visible en esmalte opaco o descolorido. Afecta a más de la mitad de la superficie evaluada

Tabla 3. Criterios de clasificación de las lesiones de caries según ICDAS. Tomado: Andrés M, Coelho G. ICDAS and dmft / DMFT. Sensitivity and specificity, the importance of the index used: a systematic review ICDAS y ceod / COPD. Sensibilidad y especificidad, la importancia del índice utilizado: una revisión sistemática. 2020;11(2):176–87

Se ha reportado una sensibilidad del índice ceod/CPOD que va entre el 69,8% y el 73,2%. La sensibilidad del ICDAS varía entre el 55% y el 98,7%. Además, la especificidad del índice ceod/CPOD tuvo una variación del 69%. Por último, la especificidad del ICDAS varió entre el 69% y el 100%.(10,11)

Obesidad

La obesidad se define como una enfermedad crónica, compleja y multifactorial desfavorable para la salud, caracterizada por un aumento excesivo de grasa corporal. Se presenta cuando hay un desequilibrio entre la ingesta energética y el gasto calórico que involucra factores genéticos y ambientales(12).

Obesidad central

La obesidad central u obesidad abdominal es el a cúmulo de tejido adiposo en la zona abdominal, se conoce éste es metabólicamente más activo produciendo un proceso inflamatorio de bajo grado (ICBG), esta se caracteriza por la elevación persistente en los niveles de mediadores proinflamatorios y células inmunitarias circulantes, por ejemplo niveles elevados de marcadores proinflamatorios como proteína C reactiva, IL-6, IL-8 e IL-10, así como factor de necrosis tumoral alfa, sin que esto produzca alteraciones estructurares o funcionales evidentes en los órganos involucrado(13–15).

La prevalencia de obesidad y comorbilidades asociadas son un serio problema de salud pública en México, no sólo porque afecta la calidad de vida sino también porque involucra importantes gastos económicos. Hace diez años, en México, el costo directo e indirecto del sobrepeso y la obesidad fue de 67,345 millones de pesos mexicanos, cantidad que, evidentemente, se ha incrementado(12).

Obesidad en población infantil

El sobrepeso y la obesidad infantil son dos de los mayores problemas de salud pública que se pueden prevenir y que se han convertido en una epidemia mundial en los últimos tiempos(6,16).

El Estudio de la Carga Global de la Enfermedad estimó que la prevalencia de la obesidad infantil se duplicó entre 1980 y 2015, tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo(16).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó que, a nivel mundial, alrededor de 41 millones de niños menores de 5 años tenían sobrepeso u obesidad en 2016. La OMS considera que el sobrepeso y la obesidad en la infancia son un factor de riesgo biomédico crítico para la obesidad en la edad adulta, que posteriormente conduce a enfermedades potencialmente mortales como la diabetes de tipo II, las enfermedades cardiovasculares, los trastornos musculoesqueléticos y ciertos tipos de cáncer, discriminación, depresión(17).

El desequilibrio entre la ingesta calórica y el gasto energético también afecta la microbiota intestinal generando una disbiosis, compuesta principalmente por Firmicutes y Bacteroidetes, lo cual es otro factor que se asocia con la obesidad y el sobrepeso(12).

La Encuesta de Salud y Nutrición 2022, reveló que en México la prevalencia de sobrepeso más obesidad es de 7.7% en menores de 5 años. Donde la región Pacífico-Norte cuenta con el mayor porcentaje de sobrepeso más obesidad (8.7%), seguida por la región Centro con 6.1%(12,18).

Un tipo especial de obesidad es, la obesidad abdominal (visceral, central) es más frecuente en hombres que en mujeres y aumenta con la edad, la cual se informa como "radio cintura-cadera" se correlaciona positivamente con concentraciones elevadas de glucosa en ayunas, hipertensión, dislipidemia y enfermedades cardíacas(19).

La distribución central de la grasa desempeña un papel importante en el desarrollo de las anomalías metabólicas y cardiovasculares relacionadas con la obesidad. Estos trastornos se han asociado a la actividad metabólica del tejido adiposo abdominal visceral, un órgano endocrino activo, que segrega un gran número de factores y mediadores celulares, conocidos como adipocinas (20).

La obesidad abdominal también se ha caracterizado por la presencia de una inflamación crónica de bajo grado con un aumento de la producción de péptidos inflamatorios como la proteína C reactiva (PCR), IL-6, IL-8, el factor de necrosis tumoral- α (TNF- α), el inhibidor del activador del plasminógeno-1, entre otros(19–22).

Métodos diagnósticos de obesidad en población infantil

El IMC ha demostrado ser poco confiable en los niños debido a los cambios en la composición corporal que ocurren en diferentes etapas de crecimiento y desarrollo. Los niños sanos muestran fluctuaciones en relación entre el peso y la altura a medida que avanzan desde la infancia hasta la infancia(23), esta medición no ha

demostrado tener una sensibilidad y especificidad suficiente para el diagnóstico/pronóstico de enfermedades metabólicas y riesgo cardiovascular en población infantil, se conoce que la grasa visceral tiene una acción metabólica e inflamatoria y el IMC es limitado para determinar la distribución de la grasa corporal(14,24). El índice cintura-talla, ajusta el perímetro de cintura a la estatura, ha demostrado mayor utilidad para diagnosticar obesidad visceral, y se ha demostrado en diversos estudios su efectividad en la detección de alteraciones metabólicas en la población pediátrica en general (ambos géneros y diversas edades), cuando el punto de corte es mayor o igual a 0,5(15). En el estudio de Valle y Cols., se reportó que el índice cintura-talla $\geq 0,5$ mostró una sensibilidad del 100% para la detección de hiperglucemia, del 93% para hipercolesterolemia y del 77% para hipertrigliceridemia, contra el IMC de 56,70 y 59% respectivamente, todo esto para una población entre 6 y 12 años(25).

El índice cintura-talla (ICT), ajusta el perímetro de cintura a la estatura, ha demostrado mayor utilidad para diagnosticar obesidad visceral, y se ha demostrado en diversos estudios su efectividad en la detección de alteraciones metabólicas en la población pediátrica en general (ambos géneros y diversas edades), cuando el punto de corte es mayor o igual a 0,5(26). En el estudio de Valle y Cols., se reportó que el índice cintura-talla $\geq 0,5$ mostró una sensibilidad del 100% para la detección de hiperglucemia, del 93% para hipercolesterolemia y del 77% para hipertrigliceridemia, contra el IMC de 56,70 y 59% respectivamente, todo esto para una población entre 6 y 12 años(25). En esta misma línea Rodea Montero y Cols., concluyó que ICT fue mejor prediciendo riesgo metabólico que le IMC y perímetro de la cintura en adolescentes mexicanos(27). Una revisión sistemática en sujetos entre 3 – 18 años de edad concluyó que el punto de corte para ICT puede variar 0.46 – 0.50 según el grupo de edad(15).

Relación caries dental y obesidad central

En 2019 Manohar y Cols., reportaron en una revisión sistemática con metaanálisis algunos factores asociados en relación caries dental y sobrepeso/obesidad y sugieren que la asociación probablemente se derive de factores de riesgo comunes, como una dieta rica en azúcares, un nivel socioeconómico (SES) más bajo y otros factores socioambientales(16). Se asoció el sobrepeso/obesidad con la experiencia de caries dental y se informó que los niños con sobrepeso y/u obesidad tienen una mayor experiencia de caries dental (OR = 1,05-3,02)(16).

En cuanto a los factores de riesgo en común para el sobrepeso y/o la obesidad infantil y la caries dental identificaron que los bajos niveles de ingresos y educación de los padres se asocian tanto al sobrepeso/obesidad como a la caries dental.

Al comparar experiencia de caries en niños con peso normal frente a sobrepeso el resultado no mostró diferencias estadísticamente significativas en la experiencia de caries dental de los dos grupos (PR = 1,36; IC del 95%, 0,97-1,90). Por otro lado, la experiencia de caries en niños con peso normal frente a obesidad mostró que los niños con obesidad tienen una mayor experiencia de caries dental en comparación con los niños con peso normal (PR = 1,45; IC del 95%, 1,13-1,85; P = .003)(16).

También se reportó la experiencia de caries en niños con peso normal frente a sobrepeso y obesidad combinados en una sola categoría los resultados combinados mostraron que los niños con las puntuaciones más altas de IMC tenían una mayor experiencia de caries dental (PR = 1,29, IC del 95%, 1,03-1,61, P = 0,025)(16).

Se ha reportado en la literatura que tanto la caries dental como el sobrepeso y obesidad son enfermedades que presentan procesos inflamatorios que dan como resultado el aumento en algunas proteínas involucradas en estas situaciones llamadas citocinas proinflamatorias(6,16,28,29). El estudio de cohorte realizado por Leary y Cols., no observaron diferencias entre el sobrepeso/obesidad y la caries dental, el índice de placa o el índice gingival en niños en edad preescolar. Sin embargo, plantean pueden surgir asociaciones a medida que los niños crecen por arriba de los 7 años(30).

Citocinas pro y antiinflamatorias

Las citoquinas son productos de los monocitos-macrófagos activados y son importantes mediadores de la infección, la inflamación y el desafío inmunológico; y se ha demostrado que son importantes para controlar la respuesta inflamatoria a la infección bacteriana(31). Los macrófagos (M1) realizan la mayor parte de sus funciones mediante la secreción de citoquinas, como la interleucina 6 (IL-6), la interleucina 8 (IL-8), la interleucina 15 (IL-15) y la interleucina 18 (IL-18), por mencionar algunas(6). Otras células como los linfocitos B y los linfocitos T CD8+, influyen en la diferenciación de los macrófagos en el tipo M1, por lo que promueven el desarrollo de la inflamación. Los linfocitos T CD4+ se pueden dividir en Linfocitos Th1 y Th17 que promueven la inflamación (21).

El TNF- α es una citocina proinflamatoria que promueve la infiltración de células inflamatorias mediante moléculas de adhesión de leucocitos en las células endoteliales y activa los mecanismos de eliminación de fagocitos, tiene efectos citostáticos y citotóxicos sobre ciertas células tumorales, influye en el crecimiento, la diferenciación y/o la función de prácticamente todos los tipos de células. Además, se cree que forma parte de una red integral de señales interactivas que orquestan los acontecimientos inflamatorios e inmunológicos(31).

La IL-6 es una citocina multifuncional que desempeña un papel central en la inflamación y la lesión tisular. Sus niveles se correlacionan positivamente con una mayor mortalidad por cualquier causa, angina inestable, propensión a la diabetes y sus complicaciones, hipertensión y obesidad. Además, las citocinas proinflamatorias se revelaron como marcadores sistémicos sensibles del daño tisular y predictivos de futuros acontecimientos cardíacos adversos entre hombres aparentemente sanos(29).

La IL-6 y el TNF- α son dos citocinas tradicionalmente consideradas como mediadores clave de la inflamación aguda. Ambos factores son también cruciales para el desarrollo de respuestas inmunitarias específicas(29,32,33).

La inflamación y la inducción inmunitaria se consideran acontecimientos íntimamente relacionados, ya que la resolución satisfactoria del proceso inflamatorio conduce a la transición de la inmunidad innata a la adaptativa, la IL-6 en particular a través del control diferencial del reclutamiento, la activación y la apoptosis de los leucocitos, también se ha implicado en la regulación del tráfico de linfocitos a través del ganglio linfático tras un estímulo inflamatorio(29).

Citocinas como el TNF- α y la IL-1 son fuertes inductores de la interleucina-8 (IL-8). La IL-8 es un factor inflamatorio y de quimiotaxis que pertenece a la familia de proteínas CXC, activa múltiples vías de señalización intracelular a partir de dos receptores de superficie celular, es sintetizada por un gran número de células diferentes, como monocitos, macrófagos, células T, neutrófilos, fibroblastos, células endoteliales y condrocitos. La función principal de la IL-8 es atraer a los neutrófilos y activarlos, desempeña un papel importante en el crecimiento tumoral, la angiogénesis y la metástasis(7,34,35). Las adipocinas y citocinas, secretadas por las células del tejido adiposo blanco, son en su mayoría de naturaleza proinflamatoria. Pueden exhibir no solo efectos paracrinos y autocrinos, sino también efectos endocrinos y, por lo tanto, afectar el estado y la función de otros tejidos y del cuerpo en su conjunto. Las adipocinas y citocinas proinflamatorias son un factor que contribuye al desarrollo de una serie de complicaciones metabólicas, incluyendo la dislipidemia aterogénica, la hipertensión, la resistencia a la insulina, la diabetes tipo 2, la aterosclerosis y la enfermedad del hígado graso no alcohólica. Por el contrario, las adipocinas con propiedades antiinflamatorias reducen el riesgo cardiovascular(36).

Células presentes en los tejidos (ej., adiposo) que pueden promover efectos antiinflamatorios son los linfocitos T CD4+ a diferenciarse en Th2. Macrófago (M2) predomina por ejemplo en el tejido adiposo de individuos metabólicamente sanos y de peso normal. Los macrófagos tipo M2 tienen un papel opuesto al M1, es decir, su mecanismo de acción implica la secreción de IL-10, una citocina antiinflamatoria, que en cantidades significativas reduce la síntesis de interleucinas proinflamatorias, como IL-12 e IL-23, entre otras. Además, participan en los

procesos de reparación de los tejidos dañados, contrarrestan los efectos de la inflamación crónica, lo que tendría como consecuencia disminuir el riesgo de resistencia a la insulina(21).

Relación entre citocinas pro y antiinflamatorias, caries y obesidad central.

Diversos estudios han reportado que caries dental y obesidad están involucradas en procesos inflamatorios a nivel celular (ej. macrófagos y neutrófilos) y molecular (ej. IL-6, IL-8, etc.). En un estudio reportado por De los Santos y Cols., en 2021 donde se registraron 80 niños de entre 3 y 8 años, para evaluar las citocinas inflamatorias en pacientes con caries y obesidad reportaron los siguientes datos: 43 tenían peso normal y 37 tenían exceso de peso 18 sobrepeso y 19 obesidad(6).

La mayoría de los sujetos del estudio fueron clasificados bajo los códigos 5 y 6 del ICDAS, para aquellos con peso normal y sobrepeso/obesidad, el porcentaje de lesiones cariosas cavitadas fue mayor en el grupo de niños con sobrepeso/obesidad (94,6%), pero no fue estadísticamente significativo(6).

Los niveles de IL-6 e IL-15 aumentaron en los niños con sobrepeso/obesidad en comparación con los del grupo de peso normal y la IL-6 también estaba aumentada en los niños con lesiones cariosas cavitadas(6).

Por el contrario, la IL-8 disminuyó en el mismo grupo de estudio. Los niveles salivales de IL-6 fueron mayores entre los participantes femeninos que los masculinos ($56,8 \pm 17,4$ frente a $23,8 \pm 8,7$, respectivamente; $p= 0,003$)(6).

En contra parte, IL-10 es una citocina que previene al huésped de una inflamación crónica. Por este motivo, la IL-10 también podría desempeñar un papel en el control y el desarrollo de la inflamación periodontal y la caries dental(31,37). Hasta el momento de este estudio se conocen solo un par de estudios que hayan evaluado IL-10 con resultados contradictorios o poco concluyentes, en caso de Gur y Cols., reportaron un aumento estadísticamente significativo en los valores de IL-32, IL-10, IL-6, y TNF-a en pacientes con CIT(38). Cogulu y Cols., no encontró una

correlación entre el polimorfismo del gen IL-10 con la caries dental(31), mientras que Hu y Cols., no observaron diferencias significativas entre los pacientes con y sin caries dental en relación con los alelos y genotipos de IL-10(39), en otra investigación determinaron niveles más bajos de IL-10 en los niños con CIT en comparación con el grupo de sujetos sano, sin embargo esta diferencia no fue estadísticamente significativa(40).

Las citocinas generalmente no actúan de forma aislada; se conectan en red y algunas de ellas funcionan sinérgicamente, mientras que algunas citocinas son antagónicas a otras. Por lo tanto, el equilibrio pro y antiinflamatorio de citoquinas o niveles relativos de citocinas puede ser de mayor importancia que los niveles absolutos de citoquinas per se. El cociente de la división entre una citocina pro-inflamatorio y otra antiinflamatoria (ej. IL-2/IL-10, TNF- α /IL-10 and IFN- γ /IL-10, IL-6/IL-10 y IL-8/IL-10) facilita las comparaciones cuando se utilizan diferentes tipos de muestras(32). Ejemplo de este análisis fue el estudio ElSalhy y cols., quienes evaluaron muestras sanguíneas de dientes permanentes con pulpa sana, pulpitis irreversible y con exposición pulpar por consecuencia de lesiones cariosas, los valores de IL-6/IL-10 e IL-8/IL-10 estaban más altos en las muestras de sujetos con pulpitis irreversible en comparación a aquellos con exposición pulpar y dientes con pulpas normales, sin una diferencia significativa entre las pulpas de exposición normal y a la caries. Esto sugiere que estas dos proporciones tienen el potencial de ser marcadores de inflamación pulpar(32).

La evidencia anteriormente descrita sugiere la relación entre los niveles de citocinas proinflamatorias y antiinflamatorias, tanto en caries dental como obesidad central. Sin embargo, los resultados contradictorios nos hacen evidente la falta de más estudios para poder determinar si realmente existe una relación entre estas dos enfermedades, y entender mejor sus efectos en proceso inflamatorio. Por último, hasta el momento de la realización de este estudio no se ha encontrado evidencia

que estudie el comportamiento y/o balance de las citocinas pro y antiinflamatorias (ej. IL-8 e IL-10), en sujetos que padecen CIT más obesidad central.

Materiales y métodos

Pregunta de investigación

¿Cuál es el efecto de la obesidad central en los niveles de citocinas pro y antiinflamatorias en saliva de niños con caries de la infancia temprana?

Justificación

Obesidad y caries de infancia temprana son consideradas entre las enfermedades más prevalentes a nivel mundial, las cuales tienen un impacto negativo en la calidad de vida del paciente a largo plazo. Los diversos estudios en el tema no han mostrado una clara relación entre obesidad y caries dental, debido a que los indicadores de obesidad usados en estos estados estudios, son más bien indicadores de masa corporal y no indicadores de distribución de la grasa, la cual correlaciona de mejor manera con enfermedad metabólica.

Sin embargo, Ramírez-De los Santos y cols., (2021) *reportaron* que los niveles de citocinas pro-inflamatorias (IL-6 e IL-15) se encuentran aumentadas en niños de 5 a 8 años que presentaban sobrepeso (evaluado por IMC) y caries dental. Además, no se han hecho estudios del efecto de la obesidad central y caries de la infancia temprana en el nivel pro-inflamatorios, y en menor medida en las citocinas antiinflamatorias.

El conocer más sobre esta relación, permitirá diseñar intervenciones con un enfoque multidisciplinario, con un impacto en la condición de salud de los infantes a lo largo de su vida.

Hipótesis

Los niveles de citocinas proinflamatorias se encuentran aumentadas y/o las citocinas antiinflamatorias disminuidas en saliva de niños con obesidad central y caries de la infancia temprana.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la relación de los niveles de citocinas pro y antiinflamatorias en saliva, caries de la infancia temprana (CIT) y marcadores antropométricos de obesidad central.5.2

Objetivos Específicos

Específicos

- Determinar mediante ICDAS la presencia/ausencia de caries de infancia temprana.
- Medir índice cintura-talla como marcador antropométrico de obesidad central.
- Determinar mediante método ELISA el nivel de citocina pro-inflamatoria (IL-8) en saliva.
- Determinar mediante método ELISA perfil de citocinas anti-inflamatoria (IL-10) en saliva.

Evaluar el relación niveles de citocinas pro y antiinflamatorias, caries de la infancia Material y métodos

Lugar de realización

- Evaluación clínica y toma de muestra salival en Instituciones de educación preescolar en los Estados de San Luis Potosí y BajaCalifornia en el periodo 2022-2023.
- Procesamiento de las muestras salivales en el laboratorio de Biomedicina de La Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media de la UASLP.

Diseño del estudio

El presente estudio cuenta con diseño no experimental, analítico, transversal.

Población de estudio

Sujetos de 3 a 5.9 años de edad que acudan a las escuelas invitadas para participar en San Luis Potosí ó Baja California en el periodo 2022-2023.

Tipo de muestreo

No probabilístico consecutivo

Criterios de selección

Sujetos de 3 a 5.9 **años** que acudan a las escuelas invitadas para participar en San Luis Potosí ó Baja California en el periodo 2022-2023.

Criterios de no inclusión

- Participantes cuyos padres no firmen el consentimiento informado.
- Participantes con enfermedades infecciosas.
- Participantes con enfermedades crónicas no transmisibles y/o autoinmunes.
- Participantes que bajo tratamiento farmacológico.

Criterios de eliminación

- Participantes que no permitan la evaluación clínica, antropométrica y/o toma de la muestra salival.
- Participantes cuyas muestras salivales no sea posible procesar

VARIABLES DE ESTUDIO

Variable	Código	Definición conceptual	Definición operacional	Variable	Valor
Citocina proinflamatoria	CPI	Grupo de proteínas y glucoproteínas producidas por diversos tipos celulares que actúan fundamentalmente como reguladores de las respuestas inmunitaria e inflamatoria IL-8	Medida en saliva por método ELISA	Continua	pg/mL
Citocinas antiinflamatorias	CAI	Grupo de proteínas y glucoproteínas producidas por diversos tipos celulares que actúan fundamentalmente como reguladores de las respuestas inmunitaria e inflamatoria IL-10	Medida en saliva por método ELISA	Continua	pg/mL
Obesidad central	OBC	Condición caracterizada por la acumulación y el almacenamiento excesivos de grasa en el cuerpo; la	Índice Talla Cintura ≥ 0.5	Dicotómica	1= Obesidad central 2=Normopeso

		obesidad no sólo afecta a la apariencia, sino también a los procesos de enfermedad.			
Caries dental	CIT	Presencia de uno o más dientes cariados (cavitados o no), ausentes (debido a caries) o restaurados, en la dentición temporal, en niñas y niños de hasta 71 meses	ICDAS	Dicotómica	1= Con CIT 2= Sin CIT
Sexo	Sexo	Características biológicas y fisiológicas que definen al hombre y a la mujer	Sexo fenotípico asentado en el registro	Dicotómica	1= Hombre 2= Mujer
Edad	Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento	Edad en años y/o meses	Continua	3 a 5.9 años

Tabla 4. Cuadro de variables.

Cálculo del tamaño de muestra

Dadas las características planteadas en este estudio, y debido a que no existen datos semejantes reportados en la literatura para realizar el cálculo del tamaño muestral; se propuso realizarlo como un estudio incluyendo un total de 20 sujetos

para cada una de las categorías y grupos propuestos, dando un total de 80 pacientes a incluir en el estudio.

Análisis de las variables

Se realizó análisis descriptivo de las variables, analizando la distribución normal por prueba de Shapiro-Wilk o la prueba gráfica de cuartil-cuartil.

Las variables con distribución normal se describieron como media y desviación estándar, o como mediana y rangos intercuartílicos cuando presentaron una distribución normal. Las variables dicotómicas y/o categóricas se mostraron cómo frecuencias y porcentajes.

La inferencia estadística se realizó por medio prueba Kruskal- Wallis para establecer la diferencia entre los grupos y ANOVA de 2 vías para la relación entre citocinas, CIT y Obesidad central considerando un p -valor= 0.05 como estadísticamente significativo.

Concordancia de las mediciones

Para asegurar la calidad de las mediciones de la variable de CIT se realizará una capacitación a los pasantes y alumnos de 9no semestre que decidan participar la cual consistirá en la explicación de los criterios de ICDAS mediante una presentación de Power Point, reforzando con imágenes los posibles escenarios a encontrar en los pacientes.

Para después llevar a cabo la concordancia entre el investigador principal y los pasantes y alumnos, mediante imágenes con el fin de registrar los diferentes tipos de lesiones de caries dental.

Aspectos bioéticos

El estudio se llevó a cabo tomando en cuenta las normas mexicanas e internacionales establecidas para investigaciones en seres humanos, norma oficial

mexicana NOM-012-SSA3-2012 y Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, que concuerda con el Protocolo de Estambul y la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.

Con base al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en su título II, capítulo I, artículo 17, se considera una investigación de riesgo mayor al mínimo, debido que al paciente se le someterá a la toma de muestra salival.

Se mantuvo la integridad, respeto, dignidad, bienestar y protección a los derechos de los sujetos, basados en los principios éticos del Código de Núremberg y los Reglamentos de la Ley General de Salud y la Ley General de Salud en Materia de Investigación.

El manejo de los datos fue exclusivamente realizado por el grupo de investigadores a cargo, preservando siempre la confidencialidad de toda la información recabada. Así mismo se pedirá autorización a las autoridades correspondientes para el acceso a las clínicas y a los datos de los expedientes clínicos de los pacientes a incluir en el presente estudio.

El estudio fue aprobado de manera unánime por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí mismo que cuenta con la clave de registro: CIE-FE-079-022.

Declaración de no conflicto de intereses

El investigador principal, los asesores, las clínicas de UABC y demás involucrados que participarán en la realización del presente proyecto de investigación declaran no tener conflicto de intereses.

Factibilidad

Clínica de odontología Facultad de Ciencias de la Salud (FACISALUD) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) cuenta con 6 clínicas de atención odontológica dentro de la Facultad y 2 clínicas periféricas en zonas urbanas

aledañas. En las cuales se atiende a un promedio de 16 a 32 pacientes pediátricos por día de lunes a viernes. Con lo anterior se plantea conseguir el tamaño muestral en 4 meses.

Recursos humanos

El investigador principal realizó la recolección de datos, evaluaciones clínicas y toma de muestras salivales, con ayuda de pasantes y alumnos de 9no semestre de FACISALUD.

Recursos materiales

- Hojas blancas
- Impresora
- Equipo informático
- Báscula y cinta métrica
- Espejos, sonda periodontal, gasas y rollos de algodón para diagnóstico de caries.
- Kits ELISA para recolección y análisis de muestras

Recursos económicos

El financiamiento del estudio estuvo a cargo del investigador principal.

Plan de trabajo

1. Realización de revisión sistemática del tema.
2. Elaboración del protocolo de investigación.
3. Presentación del protocolo de investigación ante el Comité Académico del Doctorado en Ciencias en Odontológicas UASLP.

4. Presentación del protocolo de investigación ante el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
5. Presentación del protocolo al director de FACISALUD - UABC.
6. Plática de invitación a pasantes y alumnos de 9no semestre FACISALUD-UABC para participar en el registro de los pacientes.
7. Capacitación y concordancia del investigador principal con pasantes y alumnos de 9no semestre FACISALUD-UABC.
8. Explicación e invitación a los padres/tutores/cuidadores de los pacientes y solicitud de firma del consentimiento informado (Anexo 1).
9. Toma de mediciones corporales, índice cintura/talla
10. Explicación al paciente del procedimiento y toma de muestra (Anexo 2 y 3).
11. Realización de profilaxis y diagnóstico de caries del paciente.
12. Almacenamiento y envío de las muestras para su análisis.
13. Realización de base de datos y análisis de los datos obtenidos de las muestras.
14. Presentación de resultados en un congreso internacional.
15. Publicación de artículo en revista indexada.
16. Presentación de la tesis para obtención del grado académico.

Flujo de trabajo

- Evaluación física (hoja de registro anexo 2)

Registro del sujeto

- Firma del consentimiento informado

Marcadores antropométricos de obesidad central

- Índice perímetro

Limpieza dental

- Llenado del formato

Registro de ICDAS

- Llenado del formato

Toma de muestra salival (anexo 3)

- La saliva no estimulada se recolecta al escupir en un tubo de ensayo.
- El sujeto evitó comer, beber, cepillarse o utilizar hilo dental durante 90 minutos antes de la toma de muestras.
- Las muestras de saliva se homogeneizaron y se clasificaron mediante centrifugación a 10.000 g durante 15 minutos a 4 °C. Las muestras se resguardaron a -80 °C para su uso futuro en las mediciones de citoquinas.

Resultados

Se consideraron para este estudio una n=174 infantes de cuatro diferentes instituciones educativas en México, dos ubicadas en SLP (Soledad de Graciano Sánchez y Rioverde) y dos en BC (Valle de las Palmas). Las edades se encontraban entre 3 a 5 años de con una media de 4.35 ± 0.712 (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de población por zona geográfica n (%)					
SGC		RV		VLP	
Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
35 (46.7%)	40 (53.3%)	30 (53.6%)	26 (46.4%)	20 (56.5%)	23 (53.5%)
n= 74 (43.10%)		n= 56 (32.18%)		n= 43 (24.71%)	
Edad					
SGC		RV		VLP	
Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
$\mu=4.43$	$\mu=4.30$	$\mu=4.20$	$\mu=4.15$	$\mu=4.50$	$\mu=4.61$
3-5 ± 0.655	3-5 ± 0.758	3-5 ± 0.761	3-5 ± 0.732	3-5 ± 0.688	3-5 ± 0.583

Con respecto al cuestionario de los hábitos en salud bucal, destaca que a pesar de que los padres reportaron practicar el cepillado dental (97.1%), un porcentaje importante de los sujetos de estudio mostraban placa visible (79.3%) al momento del examen bucal; otro dato relevante es que el 20.1% de los infantes había

padecido de dolor de origen dental, sin embargo, solo el 12.1% había recibido algún tipo de tratamiento (Tabla 2.)

Tabla 2. Cuestionario de los hábitos en salud bucal	Sí	No
Cepillado dental	169 (97.1)	5 (2.9%)
Placa dentobacteriana visible	138 (79.3%)	36 (20.7%)
Uso de pasta fluorada	144 (82.8%)	30 (17.2%)
Biberón al dormir	31 (17.8%)	143 (82.2%)
Lactancia a libre demanda (después de 12 meses)	43 (24.7%)	131 (75.3%)
+3 alimentos entre comidas	82 (47.1%)	92 (52.9%)
Dolor dental	35 (20.1%)	139 (79.9%)
Tratamiento dental	21 (12.1%)	153 (87.9%)

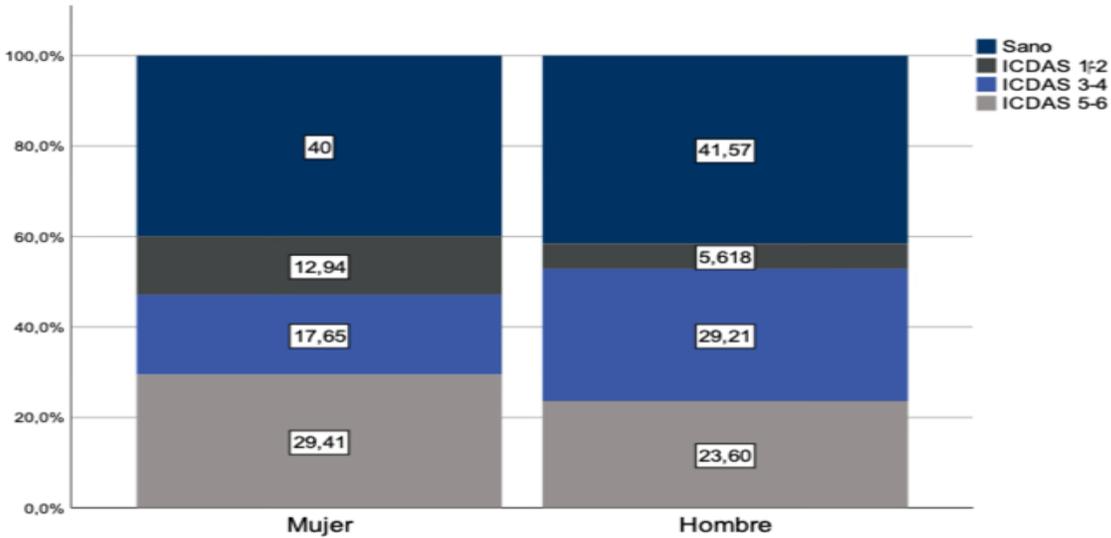
Con respecto a la distribución de las lesiones cariosas, los códigos ICDAS 3-4 e ICDAS 5-6 fueron los más frecuentes, mismos resultados se muestran en la tabla 3 (Table 3).

Tabla 3. Lesiones cariosas (ICDAS)		
	Frecuencia	%
Sano	71	40.80
ICDAS 1-2	16	9.19

ICDAS 3-4	41	23.56
ICDAS 5-6	46	26.43
Total	174	100

Segmentando la muestra por sexo y lesiones cariosas, vemos que el índice ICDAS 3-4 se presentó con mayor frecuencia en mujeres, mientras que ICDAS 5-6 en hombres (Gráfica 1).

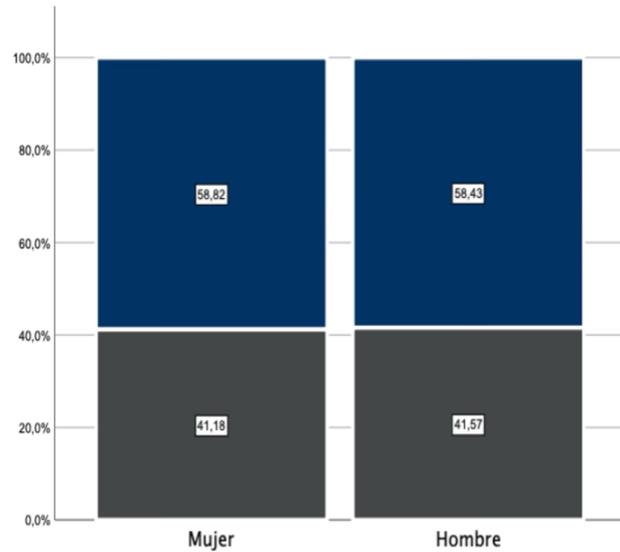
Gráfica 1. ICDAS y sexo



Utilizando ICDAS se estableció una prevalencia de CIT de 59.2%. Se observó una distribución similar en hombres y mujeres, estos resultados se resumen en la gráfica 2.

Gráfica 2. CIT y sexo

■ CIT ■ No CIT



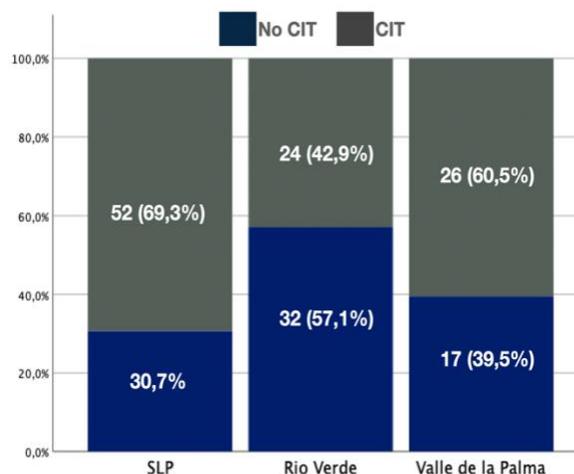
La distribución del CIT fue similar independiente a la edad: 3 años (62.5%), 4 años (56.92%) y 5 años (58.82%), resultados resumidos en la tabla 4.

Tabla 4. CIT y edad		
	Con CIT	No CIT
3 años	15 (62.5%)	37 (37.5%)
4 años	37 (56.92%)	5 (43.8%)
5 años	50 (58.82)	26 (41.18)
Total	102 (100%)	72 (100%)

La distribución del CIT fue distinta dependiendo de la localidad, siendo SLP y VLP las regiones con mayor prevalencia, encontrando una diferencia estadísticamente significativa con p-valor =0.009 (tabla 5 y gráfica 4).

Tabla 5. Ji Cuadra - CIT			
No CIT	72 (41.4%)		
CIT	102 (58.6%)		
Total	174 (100%)		
Ji ²	Valor	df	p
	9.345a	2	0.009

Gráfica 4. CIT y zona geográfica

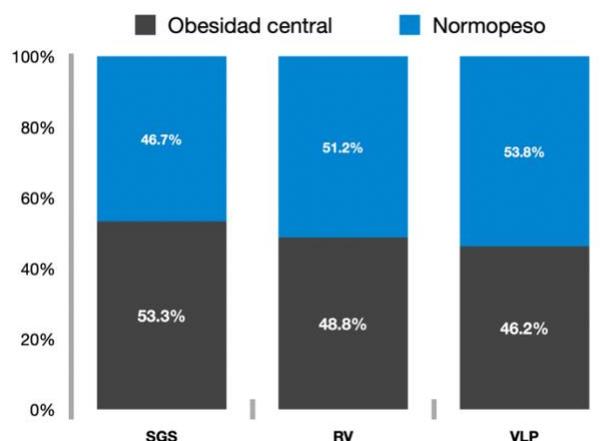


Se utilizó en índice cintura talla con un punto de corte ≥ 0.50 para determinar obesidad central, el análisis inferencial mostró que el estado nutricional no se asoció con el lugar de residencia: SGS presentó la mayor prevalencia de OBC (53.3%), mientras que RV (48.8%) y VLP (46.2%) fueron las regiones con mayor obesidad central (tabla 6 y gráfica 5).

Tabla 6. Obesidad central y zona geográfica

Región	N	Estado nutricional	Frecuencia
SGS	75	Obesidad Central	55
		Normopeso	20
RV	56	Obesidad Central	39
		Normopeso	17
VLP	43	Obesidad Central	29
		Normopeso	14
Ji ²	0.512	gl=2	p= 0.778

Gráfica 5. Obesidad central y zona geográfica

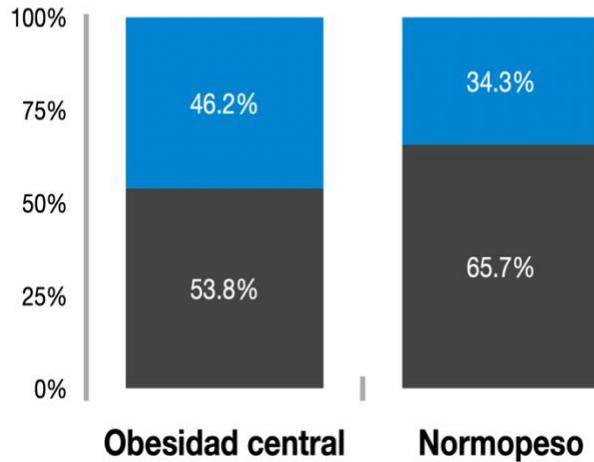


El análisis inferencial no estableció una diferencia estadísticamente significativa entre CIT y obesidad central, por otro lado, hubo un mayor porcentaje de niños con CIT sin alteraciones en el estado nutrimental (tabla 7 y gráfica 6).

Tabla 7. Obesidad Central y

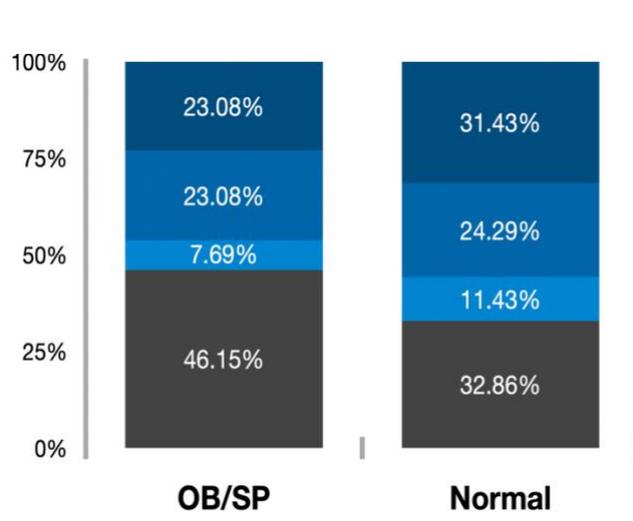
	OBC	Normopeso	Total
Con CIT	56	46	102
No CIT	48	24	72
Total	104	70	174
Ji ²	2.439	gl=1	p=0.158

Gráfica 6. Obesidad Central y CIT



No se encontró diferencia entre la severidad de las lesiones y estado nutricional, esto a pesar de los sujetos con los sujetos con Obesidad central (>0.50), dichos resultados se muestran en la gráfica 7.

Gráfica 7. Obesidad central e ICDAS



Por método muestreo consecutivo se seleccionaron a 80 sujetos para analizar los valores de citocinas IL-8 e IL-10, la población se dividió en cuatro grupos (sano,

OBC, CIT y CIT + OBC). Durante el procesamiento de las muestras salivales no fue posible obtener el valor de 4 sujetos por los fueron descartados del análisis final por lo que se aplicó el criterio de eliminación obteniendo al final 76 resultados de citocinas, la tabla 8 muestra la distribución de los sujetos con respecto al sexo.

Tabla 8. Obesidad central – CIT y Sexo				
	Sano n (%)	OBC n (%)	CIT n (%)	OBC/CIT n (%)
Mujer	6 (36.8%)	11 (55.0%)	8 (40%)	11 (55.0%)
Hombre	10 (63.2%)	9 (45.0%)	11 (60%)	9 (45.0%)
Total	16 (100%)	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)

No se logró establecer la distribución normal para ninguno de los valores de las diferentes citocinas, por lo que utilizaron la prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes (mejorar la redacción de este párrafo), sin embargo, no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, los resultados a continuación (tablas 9 y 10 y gráficas 8 y 9).

Tabla 9. Distribución y análisis inferencial de IL- 8				
Valor	Sano (n=16)	OBC (n=20)	CIT (n=19)	CIT + OBC (n=20)
Mediana	2.8950	2.2650	2.5800	2.4850
Min-Max	0.00- 211.76	0.00 - 293.82	0.00 - 293.82	0.00 - 301.77
N			76	

Estadístico de prueba	1.980
Grado de libertad	3
$p=$	0.577

Gráfica 8. Distribución de IL-8

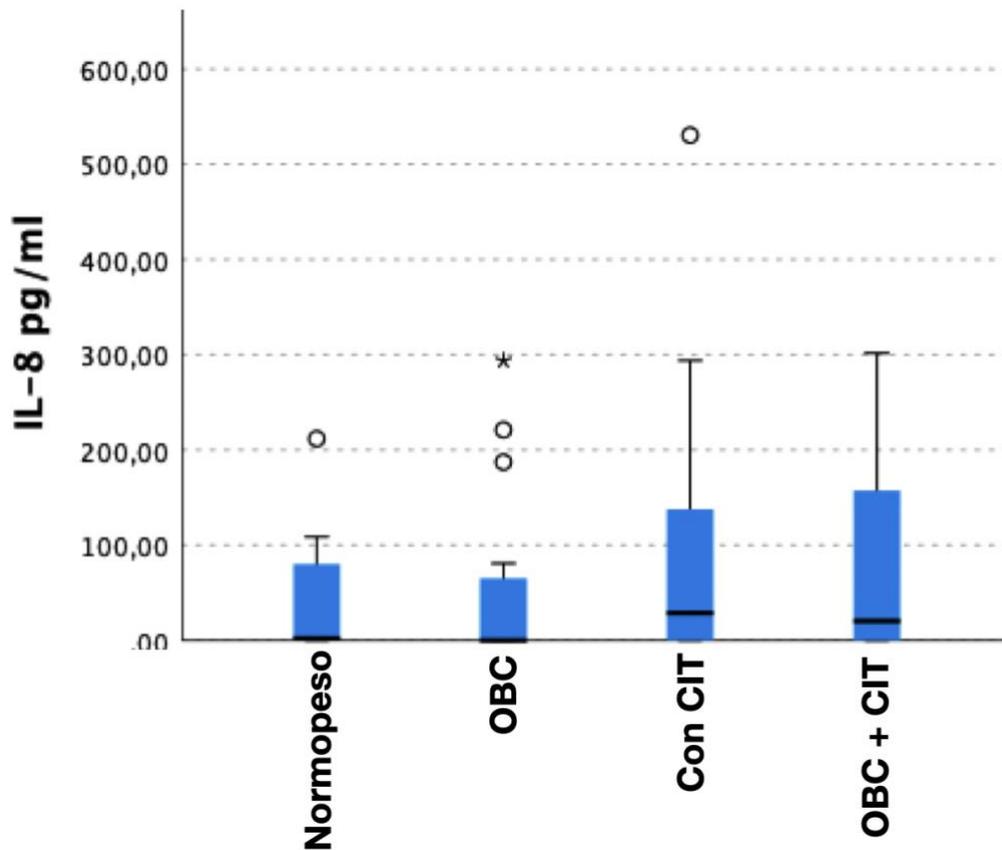
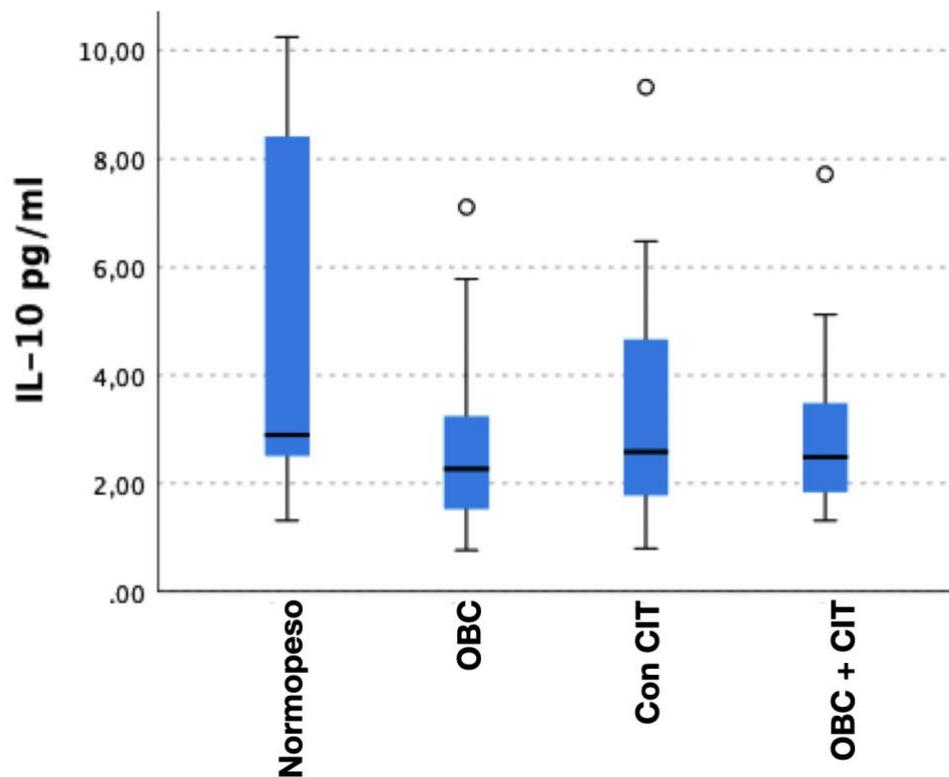


Tabla 10. Distribución y análisis inferencial de IL- 10

Valor	Sano (n=16)	OBC (n=20)	CIT (n=19)	CIT + OBC (n=20)
Mediana	2.8950	2.2650	2.5800	2.4850

Min-Max	0.00 - 268.00	0.76 - 7.11	0.79 - 9.33	1.31 - 7.72
N	76			
Estadístico de prueba	5.194			
Grado de libertad	3			
$p=$	0.158			

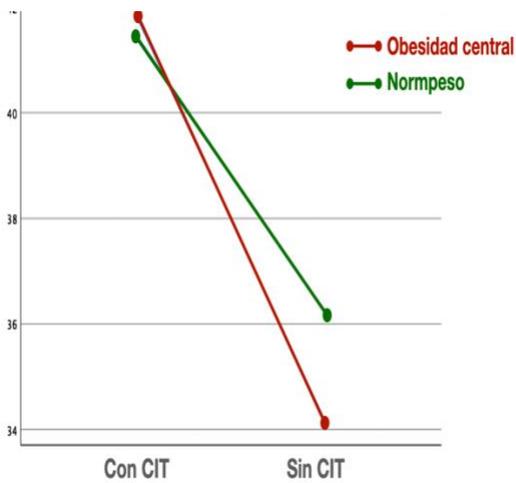
Gráfica 9. Distribución de IL-10



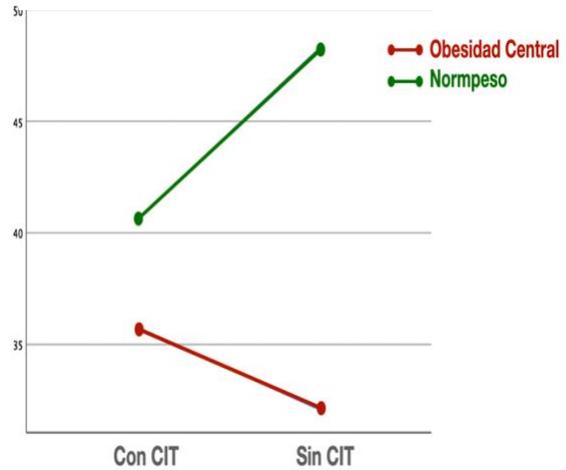
Se analizó en perfil pro- y anti-inflamatorio (IL-8/IL-10) por medio de un ANOVA de dos vías para conocer la interacción de CIT y OBC con estas citocinas, no fue posible establecer diferencias estadísticamente entre los grupos los resultados se muestran en las tablas 11, los gráficos 10, 11 y 12 representan el comportamiento de las citocinas en relaciona a las dos variables independientes.

Tabla 11. ANOVA de dos vías para citocinas con relación a CIT y OBC					
IL-8	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	<i>p</i>
	876.154	3	292.051	0.638	0.593
IL-10	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	<i>p</i>
	2563.539	3	854.513	1.809	0.153
IL-8/IL-10	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	<i>p</i>
	722.377	3	230.792	0.523	0.668

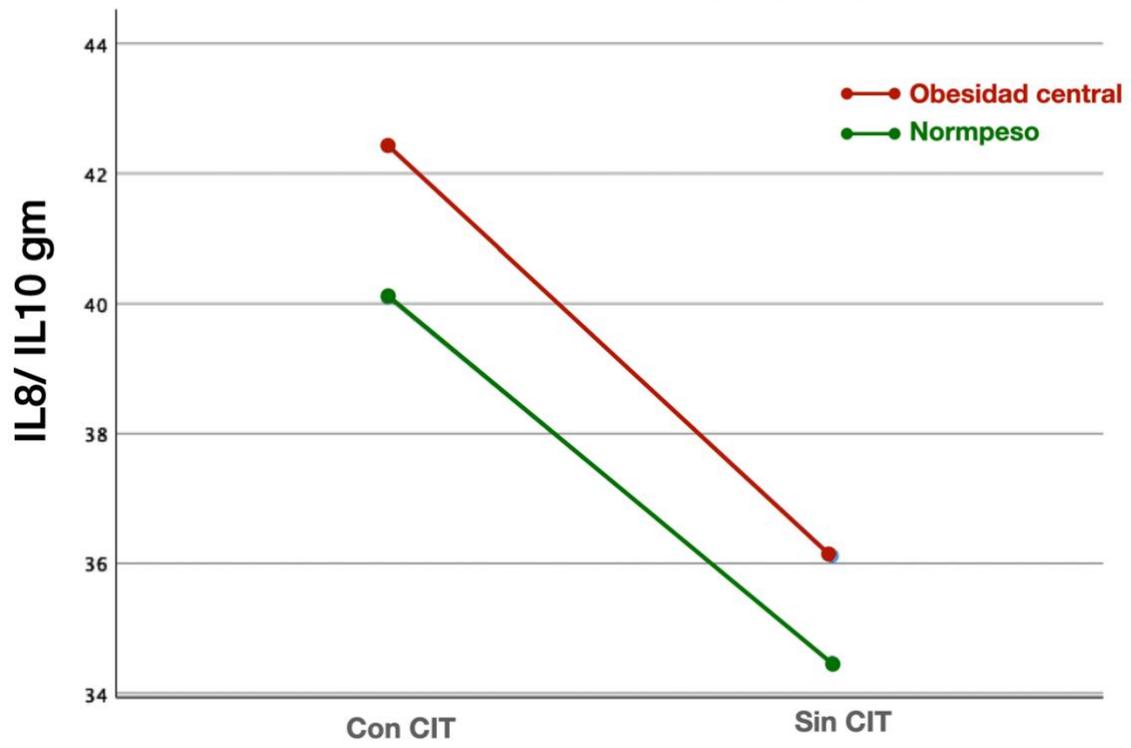
Gráfica 10. ANOVA de dos vías IL-8



Gráfica 11. ANOVA de dos vías IL-10



Gráfica 12. ANOVA de dos vías IL-8/IL-10



Discusión

Caries dental es reconocida por la OMS como una enfermedad no transmisible (ENT). Éstas generalmente tienen múltiples factores asociados que pueden explicar su aparición, incluidos determinantes biológicos (por ejemplo, edad, estado inmunológico y propiedades y tasas de flujo de la saliva), genéticos, fisiológicos, ambientales y conductuales (hábitos de nutrición e higiene)(1). Estudios han demostrado un aumento de la expresión de diversas citoquinas en la pulpa dental y/o odontoblastos afectados por caries dental, incluyendo IL-1 β , IL2, IL-4, IL-6, IL-8, IL-10, IL11, IFN- γ y TNF- α , TGF- β 1, y otras(35). La Carga Global de la Enfermedad mostró que la prevalencia de lesiones de cariosas en dentina cavitada no tratada en niños menores de 5 años fue del 37.6% en 2019, lo que equivale a 249 millones de casos a nivel mundial. En los países de América Latina y el Caribe, la prevalencia de la caries de la primera infancia (CIT) sigue siendo muy alta, afectando a más de la mitad de los niños en edad preescolar (5,6).

Dado que uno de los principales factores etiológicos en caries dental es el consumo de azúcares, los malos hábitos alimentarios y el control deficiente de *biofilm*, es plausible argumentar que la enfermedad comparte factores de riesgo y/o etiologías comunes con otras ENT sistémicas, como la diabetes y la obesidad(29). Por ejemplo, los alimentos dulces incorporados en los refrigerios son los principales factores de una dieta cariogénica. Los desequilibrios dietéticos también pueden llevar a diferentes grados de obesidad, lo que resulta en la hipofunción de las glándulas salivales, así como en una composición salival alterada y una capacidad de tamponamiento reducida(28). Además, se ha reportado en la literatura que tanto la caries dental como la obesidad son enfermedades que presentan procesos inflamatorios que dan como resultado el aumento en algunas proteínas involucradas en estas situaciones llamadas citocinas proinflamatorias(6,16,28,29) La obesidad central u obesidad abdominal es el a cúmulo de tejido adiposo en la zona abdominal, se conoce éste es metabólicamente más activo produciendo un proceso inflamatorio de bajo grado (ICBG), esta se caracteriza por la elevación persistente en los niveles de mediadores proinflamatorios y células inmunitarias circulantes, por ejemplo

niveles elevados de marcadores proinflamatorios como proteína C reactiva, IL-6, IL-8 e IL-10, así como factor de necrosis tumoral alfa, sin que esto produzca alteraciones estructurales o funcionales evidentes en los órganos involucrados (13–15). Sin embargo, estudios realizados sobre la relación de la obesidad central y CIT la evidencia muestra resultados inconclusos.

Los datos de este estudio coinciden con la revisión sistemática de Antonelli y *cols.*, mostrando que es posible utilizar la saliva para medir nivel de citocinas, siendo éste un método sencillo y menos invasivo sobre todo en población infantil. Con respecto a citocinas proinflamatorias ElSalhy y *cols.*, reportaron niveles elevados de IL-8 en sangre proveniente de pulpas con pulpitis irreversible en comparación a pulpa normal. Sharma y *cols.*, reportaron valores salivales de IL-8 más altos en cuadros más severos de CIT, mismos disminuyeron después de que los niños fueran sometidos a procedimientos de rehabilitación bucal. Seyedmajidi y *cols.*, no encontraron diferencias al evaluar el nivel de IL-8 en la saliva de niños con y sin CIT y CIT severa, en contraste con todo lo anterior Ramírez-De los Santos y *cols.*, describieron niveles salivales más bajos de IL-8 en la saliva de niños con CIT (ICDAS) y Sobrepeso/Obesidad (IMC). Los resultados de presente estudio difieren con los hallazgos de Ramírez y *cols.*, ya que las concentraciones salivales de IL-8 fueron mayores en niños con CIT (ICDAS) y OBC (índice cintura/talla).

Para evaluar el contexto antiinflamatorio se evaluó en este trabajo el nivel en saliva de IL-10. Los sujetos con OBC independientemente a la presencia de CIT presentaron niveles más bajos de IL-10, sin embargo, la diferencia no fue estadísticamente significativa. Gur y *cols.*, reportaron un aumento estadísticamente significativo en los valores salivales de IL-32, IL-10, IL-6, y TNF- α en pacientes con CIT (CPOD). Cogulu y *cols.*, no encontró una correlación entre el polimorfismo del gen IL-10 (saliva y sangre) con la caries dental (CPOD). Hu y *cols.*, no observaron diferencias significativas entre los pacientes de 12 a 15 años con y sin caries (CPOD) en relación con los alelos y genotipos de IL-10 (saliva). Indrawati y *cols.*, determinaron niveles salivales más bajos de IL-10 en los niños con CIT (CPOD) en comparación con el grupo de sujetos sano, sin embargo esta diferencia no fue

estadísticamente significativa. En la revisión sistemática de Zys'k y cols., la disminución de los niveles de IL-10 en la saliva se correlacionó con el exceso de peso corporal, el aumento del perímetro de la cintura, la elevación de los triglicéridos séricos y la aparición del síndrome metabólico, estos resultados deben ser tomados con reserva pues algunos estudios que reportaron esta relación no encontraron diferencias estadísticamente significativas, por el momento IL-10 en la saliva no puede definirse inequívocamente como un marcador de obesidad metabólica. Los datos indican la necesidad de seguir investigando en este sentido.

La relación IL-8/IL-10 fue evaluada por ElSalhy y cols., ellos reportaron valores significativamente más altos en muestras de sangre provenientes de dientes permanentes con de pulpas en estado de inflamación irreversible esto comparado con pulpas normales y aquellas que presentaban de exposición debio a lesiones cariosas, por otra parte, no se encontró diferencia significativa entre los grupos de pulpa normal y exposición pulpar. Estos resultados son concordantes con los reportados en este estudio, los valores IL-8/IL-10 fueron superiores en los grupos de CIT más OBC y en aquellos con CIT en comparación a los sujetos con solo OBC ó Normopeso, a pesar de esto, las diferencias no fueron estadísticamente significativas; sin embargo, estos resultados deben ser interpretados con cautela, ya que existen diferencias metodológicas (ej, lugar de donde se tomó la muestra, sujetos de estudio) con el trabajo de ElSalhy y cols. Hasta la terminación de este estudio se desconoce de otra investigación donde se haya evaluado el perfil pro y antiinflamatorio (IL-8/IL-10) en saliva de población infantil con CIT y OBC.

Conclusiones

- No se estableció una relación estadísticamente significativa entre la CIT y OBC, sin embargo es posible observar una tendencia en los valores de IL-8, IL-10 y balance pro-antiinflamatorio de IL-8/IL-10.

Los resultados muestran un aumento en los valores de IL-8 en los grupos que presenta CIT y CIT más OBC en comparación a los grupos de OBC y Normopeso, sin embargo la diferencia no fue estadísticamente significativa. El comportamiento de IL-8 en los grupos con caries infancia temprana no hace considerar que CIT influye en el proceso pro-inflamatorio en mayor grado que el estado nutricional.

- Los valores de IL-10 fueron más bajos en los grupos que presenta OBC y CIT más OBC en comparación a los grupos de CIT y Normopeso, sin embargo esta diferencia no fue estadísticamente significativa. La tendencia en los resultados de IL-10 en los grupos presentaron OBC nos hace considerar que el estado nutricional, particularmente la presencia de OBC influye negativamente disminuyendo el efecto anti-inflamatorio.
- Se necesitan más estudios, con mayor tamaño muestral y tiempo de seguimiento que nos permita conocer mejor las interacciones entre estas dos enfermedades para reducir su prevalencia y comorbilidades.

Referencias

1. Machiulskiene V, Campus G, Carvalho JC, Dige I, Ekstrand KR, Jablonski-Momeni A, et al. Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR. *Caries Res* [Internet]. 2020 [citado el 30 de agosto de 2024];54(1):7–14. Disponible en: <https://karger.com/CRE/article/doi/10.1159/000503309>
2. Schmoeckel J, Gorseta K, Splieth CH, Juric H. How to Intervene in the Caries Process: Early Childhood Caries – A Systematic Review. *Caries Res* [Internet]. 2020 [citado el 30 de agosto de 2024];54(2):102–12. Disponible en: <https://karger.com/CRE/article/doi/10.1159/000504335>
3. Tinanoff N, Baez RJ, Diaz Guillory C, Donly KJ, Feldens CA, McGrath C, et al. Early childhood caries epidemiology, aetiology, risk assessment, societal burden, management, education, and policy: Global perspective. *Int J Paediatr Dent* [Internet]. mayo de 2019 [citado el 3 de septiembre de 2024];29(3):238–48. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ipd.12484>
4. Resultados del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucles SIVEPAB 2021 [Internet]. Secretaria de Salud; 2021 p. 70. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/direccion-general-de-epidemiologia>
5. GBD 2017 Oral Disorders Collaborators, Bernabe E, Marcenes W, Hernandez CR, Bailey J, Abreu LG, et al. Global, Regional, and National Levels and Trends in Burden of Oral Conditions from 1990 to 2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease 2017 Study. *J Dent Res* [Internet]. abril de 2020 [citado el 30 de agosto de 2024];99(4):362–73. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0022034520908533>

6. Ramírez-De Los Santos S, López-Pulido EI, Medrano-González IDC, Becerra-Ruiz JS, Alonso-Sanchez CC, Vázquez-Jiménez SI, et al. Alteration of cytokines in saliva of children with caries and obesity. *Odontology* [Internet]. enero de 2021 [citado el 4 de septiembre de 2024];109(1):11–7. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s10266-020-00515-x>
7. Sharma V, Gupta N, Srivastava N, Rana V, Chandna P, Yadav S, et al. Diagnostic potential of inflammatory biomarkers in early childhood caries - A case control study. *Clin Chim Acta* [Internet]. agosto de 2017 [citado el 30 de agosto de 2024];471:158–63. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0009898117302267>
8. Academy of Pediatric Dentistry. Policy on early childhood caries (ECC): Consequences and preventive strategies. En: *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*. Chicago, Ill; 2023. p. 88–91.
9. Sandy LPA, Helmyati S, Amalia R. Nutritional factors associated with early childhood caries: A systematic review and meta-analysis. *Saudi Dent J* [Internet]. marzo de 2024 [citado el 26 de septiembre de 2024];36(3):413–9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1013905223002663>
10. Braga MM, Oliveira LB, Bonini GAVC, Bönecker M, Mendes FM. Feasibility of the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS-II) in Epidemiological Surveys and Comparability with Standard World Health Organization Criteria. *Caries Res* [Internet]. 2009 [citado el 3 de septiembre de 2024];43(4):245–9. Disponible en: <https://karger.com/CRE/article/doi/10.1159/000217855>
11. Guíñez Coelho MA. ICDAS and dmft/DMFT. Sensitivity and specificity, the importance of the index used: a systematic review. *J Dent Public Health* [Internet]. el 3 de noviembre de 2020 [citado el 19 de octubre de 2024];11(2):176–87.

Disponible

en:

<https://www5.bahiana.edu.br/index.php/odontologia/article/view/3122>

12. Cuevas-Nasu L, Muñoz-Espinosa A, Shamah-Levy T, García-Feregrino R, Gómez-Acosta LM, Ávila-Arcos MA, et al. Estado de nutrición de niñas y niños menores de cinco años en México. *Ensanut 2022. Salud Pública México* [Internet]. el 13 de junio de 2023 [citado el 19 de octubre de 2024];65:s211–7. Disponible en: <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/14799>
13. Tamayo MT, Herrera BEA, Altamirano N, Barquera S, Pérez MB, Bracho-Blanchet E, et al. Consenso de expertos sobre prevención, diagnóstico y tratamiento de la obesidad en edad pediátrica.
14. Krakauer NY, Krakauer JC. Untangling Waist Circumference and Hip Circumference from Body Mass Index with a Body Shape Index, Hip Index, and Anthropometric Risk Indicator. *Metab Syndr Relat Disord* [Internet]. mayo de 2018 [citado el 19 de octubre de 2024];16(4):160–5. Disponible en: <http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/met.2017.0166>
15. Ezzatvar Y, Izquierdo M, Ramírez-Vélez R, Del Pozo Cruz B, García-Hermoso A. Accuracy of different cutoffs of the waist-to-height ratio as a screening tool for cardiometabolic risk in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy studies. *Obes Rev* [Internet]. febrero de 2022 [citado el 19 de octubre de 2024];23(2):e13375. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/obr.13375>
16. Manohar N, Hayen A, Fahey P, Arora A. Obesity and dental caries in early childhood: A systematic review and meta-analyses. *Obes Rev* [Internet]. marzo de 2020 [citado el 3 de septiembre de 2024];21(3):e12960. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/obr.12960>
17. Greydanus DE, Agana M, Kamboj MK, Shebrain S, Soares N, Eke R, et al. Pediatric obesity: Current concepts. *Dis Mon* [Internet]. abril de 2018 [citado el 19

de octubre de 2024];64(4):98–156. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S001150291730192X>

18. Shamah-Levy T, Gaona-Pineda EB, Cuevas-Nasu L, Morales-Ruan C, Valenzuela-Bravo DG, Méndez-Gómez Humaran I, et al. Prevalencias de sobrepeso y obesidad en población escolar y adolescente de México. *Ensanut Continua 2020-2022. Salud Pública México [Internet]*. el 14 de junio de 2023 [citado el 19 de octubre de 2024];65:s218–24. Disponible en: <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/14762>
19. De Pablos Velasco PL, Martínez Martín FJ. Significado clínico de la obesidad abdominal. *Endocrinol Nutr [Internet]*. mayo de 2007 [citado el 19 de octubre de 2024];54(5):265–71. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1575092207714468>
20. Galcheva SV, Iotova VM, Yotov YT, Bernasconi S, Street ME. Circulating proinflammatory peptides related to abdominal adiposity and cardiometabolic risk factors in healthy prepubertal children. *Eur J Endocrinol [Internet]*. abril de 2011 [citado el 19 de octubre de 2024];164(4):553–8. Disponible en: <https://academic.oup.com/ejendo/article/164/4/553/6676867>
21. Zyśk B, Ostrowska L, Smarkusz-Zarzecka J. Salivary Adipokine and Cytokine Levels as Potential Markers for the Development of Obesity and Metabolic Disorders. *Int J Mol Sci [Internet]*. el 28 de octubre de 2021 [citado el 30 de agosto de 2024];22(21):11703. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/21/11703>
22. Dongiovanni P, Meroni M, Casati S, Goldoni R, Thomaz DV, Kehr NS, et al. Salivary biomarkers: novel noninvasive tools to diagnose chronic inflammation. *Int J Oral Sci [Internet]*. el 29 de junio de 2023 [citado el 30 de agosto de 2024];15(1):27. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41368-023-00231-6>

23. Greydanus DE, Agana M, Kamboj MK, Shebrain S, Soares N, Eke R, et al. Pediatric obesity: Current concepts. *Dis Mon* [Internet]. abril de 2018 [citado el 24 de octubre de 2024];64(4):98–156. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S001150291730192X>
24. Alves Junior CA, Mocellin MC, Gonçalves ECA, Silva DA, Trindade EB. Anthropometric Indicators as Body Fat Discriminators in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Nutr* [Internet]. septiembre de 2017 [citado el 19 de octubre de 2024];8(5):718–27. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2161831322008043>
25. Valle-Leal J, Abundis-Castro L, Hernández-Escareño J, Flores-Rubio S. Índice cintura-estatura como indicador de riesgo metabólico en niños. *Rev Chil Pediatría* [Internet]. mayo de 2016 [citado el 19 de octubre de 2024];87(3):180–5. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0370410615002661>
26. Costa-Urrutia P, Vizuet-Gómez A, Ramirez-Alcántara M, Guillen-González MÁ, Medina-Contreras O, Valdes-Moreno M, et al. Obesity measured as percent body fat, relationship with body mass index, and percentile curves for Mexican pediatric population. *Ruscica M*, editor. *PLOS ONE* [Internet]. el 25 de febrero de 2019 [citado el 19 de octubre de 2024];14(2):e0212792. Disponible en: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0212792>
27. Rodea-Montero ER, Evia-Viscarra ML, Apolinar-Jiménez E. Waist-to-Height Ratio Is a Better Anthropometric Index than Waist Circumference and BMI in Predicting Metabolic Syndrome among Obese Mexican Adolescents. *Int J Endocrinol* [Internet]. 2014 [citado el 19 de octubre de 2024];2014:1–9. Disponible en: <http://www.hindawi.com/journals/ije/2014/195407/>
28. Leme LAFP, Rizzardi KF, Santos IB, Parisotto TM. Exploring the Relationship between Salivary Levels of TNF- α , *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus gasseri*, Obesity, and Caries in Early Childhood. *Pathogens* [Internet]. el 14 de

mayo de 2022 [citado el 30 de agosto de 2024];11(5):579. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-0817/11/5/579>

29. Ribeiro CCC, Pachêco CDJB, Costa EL, Ladeira LLC, Costa JF, Da Silva RA, et al. Proinflammatory cytokines in early childhood caries: Salivary analysis in the mother/children pair. *Cytokine* [Internet]. julio de 2018 [citado el 30 de agosto de 2024];107:113–7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1043466617303800>
30. Leary SD, Ha DH, Dudding T, Do LG. Association between overweight/obesity and dental outcomes in early childhood: Findings from an Australian cohort study. *Community Dent Oral Epidemiol* [Internet]. el 4 de septiembre de 2024 [citado el 19 de octubre de 2024];cdoe.13006. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cdoe.13006>
31. Cogulu D, Onay H, Ozdemir Y, I. Aslan G, Ozkinay F, Kutukculer N, et al. Associations of interleukin (IL)-1 β , IL-1 receptor antagonist, and IL-10 with dental caries. *J Oral Sci* [Internet]. 2015 [citado el 3 de septiembre de 2024];57(1):31–6. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/josnusd/57/1/57_31/_article
32. ElSalhy M, Azizieh F, Raghupathy R. Cytokines as diagnostic markers of pulpal inflammation. *Int Endod J* [Internet]. junio de 2013 [citado el 30 de agosto de 2024];46(6):573–80. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.12030>
33. Gornowicz A, Bielawska A, Bielawski K, Grabowska SZ, Wójcicka A, Zalewska M, et al. Pro-inflammatory cytokines in saliva of adolescents with dental caries disease. *Ann Agric Environ Med*. 2012;19(4).
34. Hirsch V, Wolgin M, Mitronin AV, Kielbassa AM. Inflammatory cytokines in normal and irreversibly inflamed pulps: A systematic review. *Arch Oral Biol* [Internet]. octubre de 2017 [citado el 4 de septiembre de 2024];82:38–46. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000399691730153X>

35. Goncalves LL, Kim E, Bortolatto JF, Buzalaf MR, Alreshaid L, Prakki A. Insights on the role of cytokines in carious lesions. *Braz Dent Sci* [Internet]. 2023 [citado el 30 de agosto de 2024];26(1):e3666. Disponible en: <https://ojs.ict.unesp.br/index.php/cob/article/view/3666>
36. Neeland IJ, Ayers CR, Rohatgi AK, Turer AT, Berry JD, Das SR, et al. Associations of visceral and abdominal subcutaneous adipose tissue with markers of cardiac and metabolic risk in obese adults. *Obesity* [Internet]. septiembre de 2013 [citado el 24 de octubre de 2024];21(9). Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/oby.20135>
37. Öngöz Dede F, Balli U, Bozkurt Doğan Ş, Güven B. Interleukin-32 levels in gingival crevicular fluid and saliva of patients with chronic periodontitis after periodontal treatment. *J Periodontal Res* [Internet]. junio de 2017 [citado el 19 de octubre de 2024];52(3):397–407. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jre.12404>
38. Gur E, Keles S, Cevik O. Concentrations of interleukin-32, interleukin –10, interleukin –6, and TNF-alfa are higher in saliva of children with early childhood caries. *Pediatr Dent J* [Internet]. agosto de 2023 [citado el 30 de agosto de 2024];33(2):116–24. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0917239423000228>
39. Hu XP, Song TZ, Zhu YY, Wu LL, Zhang X, Zhou JY, et al. Association of *ENAM*, *TUFT1*, *MMP13*, *IL1B*, *IL10* and *IL1RN* gene polymorphism and dental caries susceptibility in Chinese children. *J Int Med Res* [Internet]. abril de 2019 [citado el 19 de octubre de 2024];47(4):1696–704. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0300060519828450>
40. Indrawati R, Luthfi M, Oki A, Yuliati, Sosiawan A, Rachmadi P, et al. Analysis of interleukin-10 anti-inflammatory cytokines in salivary lymphocyte surface: A cross sectional study. *J Int Oral Health* [Internet]. 2020 [citado el 26 de septiembre

de 2024];12(5):439.

Disponibile

en:

https://journals.lww.com/10.4103/jioh.jioh_293_18

Diapositivas de la ponencia de la defensa de tesis

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
 Doctorado en Ciencias Odontológicas

Relación entre los niveles de citocinas pro- y antiinflamatorias en saliva, caries de la infancia temprana y marcadores antropométricos.

Coordinador:
 Dr. Jesús Ramón Castro Hernández
 Dr. María Inés Rodríguez Méndez Sánchez
 Dr. Hugo Pablo Martín
 Dra. Catalina Arellano García
 Dr. Carlo Medina Salas

Presenta:
 MScP Juan Carlos Hinojosa Echeverría

Caries Research

Terminology of Dental Caries and Dental Caries Management: Consensus Report of a Workshop Organized by ORCA and Cariology Research Group of IADR

Caries Dental es una enfermedad:

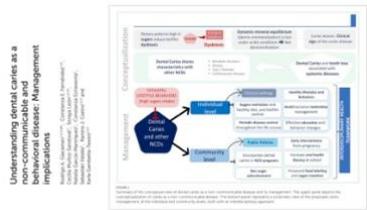
- **Mediada por el biofilm**, modulada por la dieta, no transmisible, dinámica.
- **Determinada por factores biológicos, conductuales, psicosociales y ambientales.**
- **Que tiene como consecuencias la pérdida de la estructura mineral del diente lo que deja como resultado lesiones cariosas.**

Caries de la Infancia Temprana (CIT)

Se define como la presencia de uno o más dientes cariados (cavitados o no), ausentes (debido a caries) o restaurados, en la dentición temporal, en niñas y niños de 71 meses (5.9 años de edad) o menores.

Caries Infancia Temprana Severa (CITS)

Cualquier signo de caries en una superficie libre en niños 0-3 años de edad



Sobrepeso y obesidad

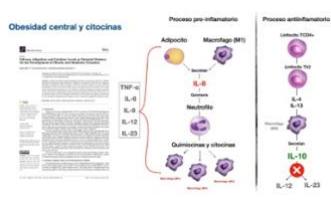
La Organización Mundial de la Salud, lo define como una acumulación anormal o excesiva de tejido adiposo (desequilibrio entre ingesta y gasto energético) que puede ser perjudicial para la salud.

Obesidad central

Acumulo de tejido adiposo en la zona abdominal dafe es metabólicamente más activo.

La **inflamación crónica de bajo grado (ICBG)** se caracteriza por la elevación persistente en los niveles de mediadores proinflamatorios y células inmunitarias circulantes, sin que esto produzca alteraciones estructurales o funcionales evidentes en los órganos involucrados.

De Pablos Velasco PL, Martínez Martín F.J. Significado clínico de la obesidad abdominal. Endocrinología y Nutrición. mayo de 2008;16(5):267-1



Obesidad central y citocinas

Las adipocinas y citocinas proinflamatorias contribuyen al desarrollo de complicaciones metabólicas, como:

- dislipidemia aterogénica
- hipertensión
- resistencia a la insulina
- diabetes de tipo 2
- ateroesclerosis
- hígado graso no alcohólico.

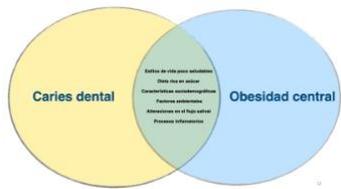
Las adipocinas con propiedades antiinflamatorias pueden reducir el riesgo cardiovascular.

Estado nutricional de niños y niñas menores de cinco años en México, Encuesta 2022

Índice	Deficiente	Normal	Excesivo
IMC	12.1%	77.8%	10.1%
WAZP	12.1%	77.8%	10.1%

Prevalencia de sobrepeso, obesidad y obesidad central en adolescentes de 15 años de edad en México, Encuesta 2022

Índice	Sobrepeso	Obesidad	Obesidad central
IMC	12.1%	77.8%	10.1%
WAZP	12.1%	77.8%	10.1%



Sobrepeso y obesidad

Obesity and oral health in Mexican children and adolescents: systematic review and meta-analysis

Objective: To investigate the association between overweight/obesity and oral health in Mexican children and adolescents. **Data Source:** Electronic search and synthesis of 11 databases and 7 search engines to search published peer reviewed data. **Analysis:** A total of 10 publications were included. Evidence was synthesized using the Cochrane Review and Risk Ratio and Odds Ratio before meta-analysis. **Results:** The Cochrane Review and Risk Ratio and Odds Ratio before meta-analysis showed that overweight/obesity was associated with higher prevalence of dental caries and periodontal disease. **Conclusion:** The Cochrane Review and Risk Ratio and Odds Ratio before meta-analysis showed that overweight/obesity was associated with higher prevalence of dental caries and periodontal disease.

Población menor de 5 años

Zelencovskii-Agulnar y cols., reportó un mayor riesgo y prevalencia de caries dental en los niños con sobrepeso.

Sin embargo, otros 2 estudios no encontraron ninguna asociación entre el IMC y la prevalencia de caries (Lara-Capi y cols., y Botelho y cols.)



Factores que pueden explicar la heterogeneidad de los resultados entre el estado nutricional y caries son:

- El método de evaluación y diagnóstico de la caries dental (CPD, ICDA, etc.).
- Diferencias en los sistemas de clasificación del IMC (puntos de corte)



Índice Cintura-Talla (CT) ha ganado atención recientemente como medida antropométrica para identificar el riesgo cardiovascular en jóvenes y adultos.

Se ha estimado un valor de corte univariado de CT >0.53 en niños y adolescentes para detectar sobrepeso y obesidad, así como el riesgo cardiovascular (diabetes, hipertensión y la muerte).

Antecedentes inmediatos

Citocinas, caries dental y obesidad central



Citocinas pro-inflamatorias y caries dental

Objetivo: Comparar los niveles de las citocinas IL-2, IL-6, IL-8, IL-10, TNF- α e IFN- γ en sangre de pulpas con pulpitis irreversible, exposición asintomática a caries y pulpas normales.

Conclusión: Los niveles de IL-8 y el valor de IL-6/IL-10 e IL-8/IL-10 tienen el potencial de ser indicadores de inflamación pulpar en casos de exposición a caries. La estimación de citocinas en la sangre pulpar puede ayudar en el diagnóstico de la inflamación pulpar.



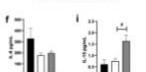
Se tomaron muestras de saliva de 60 sujetos (35 pacientes con CT y 25 niños sanos) para determinar los valores de IL-6, IL-8 y TNF- α .

Resultados: Los niveles salivales de IL-6, IL-8 y TNF- α fueron significativamente más altos en los pacientes con CT y se redujeron significativamente tras la rehabilitación.

Conclusiones: IL-6, IL-8 y TNF- α podría funcionar como marcadores diagnósticos/prognósticos no invasivos en el CT.



Citocinas en saliva de 60 niños de 7 a 8 años, 43 con peso normal y 17 con sobrepeso/obesidad. IMC- SP/OS + ICDA5 + CT



• Los niveles salivales de IL-6, IL-8 y TNF- α fueron más altos en el grupo de sobrepeso/obesidad.
• Los niveles salivales de IL-6, IL-8 y TNF- α fueron más altos en el grupo de caries dental.
• Los niveles salivales de IL-6, IL-8 y TNF- α fueron más altos en el grupo de obesidad central.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la relación entre los niveles de citocinas pro- y antiinflamatorias en saliva, caries de la infancia temprana y marcadores antropométricos de obesidad central?

Justificación

Obesidad central y caries de la infancia temprana son consideradas entre las enfermedades más prevalentes a nivel mundial, las cuales tienen un impacto en la calidad de vida del paciente a largo plazo.

Los estudios no han mostrado una clara relación entre obesidad y caries dental, debido a que los indicadores de obesidad usados son indicadores de masa corporal, y no indicadores de distribución de la grasa visceral, la cual correlaciona de mejor manera con enfermedad metabólica.

Sin embargo, Ramirez De los Santos y cols., (2021) reportaron que los niveles de algunas citocinas pro-inflamatorias estaban aumentadas en niños de 5 a 8 años que presentaban sobrepeso (evaluado por IMC) y caries dental. Además no se han hecho estudios del efecto de la obesidad central y caries de la infancia temprana en el nivel pro-inflamatorio, y en menor medida en las citocinas antiinflamatorias.

Conocer más sobre esta relación, permitiría diseñar intervenciones con un enfoque preventivo y multidisciplinario, con un impacto en la condición de salud de los niños a lo largo de su vida.

Hipótesis

Los niveles en saliva de citocinas pro-inflamatorias se encuentran aumentadas y las antiinflamatorias disminuidas en niños con marcadores antropométricos de obesidad central y caries de la infancia temprana.

Objetivos

General

Evaluar la relación de los niveles de citocinas pro y antiinflamatorias en saliva, caries de la infancia temprana (CT) y marcadores antropométricos de obesidad central.

Específicos

- Determinar mediante ICDA5 la presencia/ausencia de caries de infancia temprana.
- Medir índice cintura-talla como marcador antropométrico de obesidad central.
- Determinar mediante método ELISA el nivel de citocina pro-inflamatoria (IL-6) en saliva.
- Determinar mediante método ELISA perfil de citocinas anti-inflamatorias (IL-10) en saliva.
- Evaluar el relación niveles de citocinas pro y antiinflamatorias, caries de la infancia temprana y obesidad central.

Metodología

Diseño

El presente estudio cuenta con diseño no experimental, analítico, transversal.

Lugar de realización

Evaluación clínica y toma de muestra salival

- Instituciones de educación preescolar en los Estados de San Luis Potosí y Baja California en el periodo 2022-2023.

Procesamiento de las muestras salivales

- Laboratorio de Biomedicina de la Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media de la UASLP.

Población de estudio

- Tipo de muestra**
- Muestra no probabilística consecutiva.
- Criterios de selección**
- Sujetos de 3 a 5.9 años de edad que acudan a las escuelas invitadas participar en San Luis Potosí o Baja California en el periodo 2022-2023.
- Criterios de no inclusión**
- Participantes cuyos padres no firmen el consentimiento informado.
 - Participantes con enfermedades infecciosas.
 - Participantes con enfermedades crónicas no transmisibles y/o autoinmunes.
 - Participantes que bajo tratamiento farmacológico.
- Criterios de eliminación**
- Participantes que no permitan la evaluación clínica, antropométrica y/o toma de la muestra salival.
 - Participantes cuyas muestras salivales no sea posible procesar.

Determinar la relación entre los niveles de citoquinas pro-inflatorias en saliva con caries de la infancia temprana y obesidad.

Variante	Código	Definición conceptual	Definición operacional	Variante	Valor
Caries-Infancia temprana	CIT	Presencia de uno o más dientes cariatizados (caries o CIT), caries primario o caries secundarias en la dentición temporal, en niños y niñas de hasta 77 meses.	ICDAS	Presencia	Si: Con CIT No: Sin CIT
Medidas antropométricas	IMC	Medidas tomadas con relación a un punto de referencia con el objeto de una prueba diagnóstica de caries, crecimiento, plagueta, etc.	Índice IMC (kg/m ²)	Presencia	1-Obesidad 2-Obesidad 3-Obesidad
Citocinas pro-inflatorias	CIT	Grupo de proteínas y glicoproteínas producidas por diversos tipos celulares que actúan fundamentalmente como reguladores de las respuestas inmunitarias e inflamatorias (IL-6)	Medida en saliva por método ELISA	Cantidad	2976
Citocinas anti-inflatorias	CAI	Grupo de proteínas y glicoproteínas producidas por diversos tipos celulares que actúan fundamentalmente como reguladores de las respuestas inmunitarias e inflamatorias (IL-10)	Medida en saliva por método ELISA	Cantidad	3475
Sexo	Sexo	Características biológicas y fisiológicas que definen al hombre y a la mujer.	Sexo biológico asignado en el registro	Presencia	1- hombre 2- mujer
Edad	Edad	Tarjetas que ha sido una persona o una vez por día contando desde su nacimiento.	Edad en años por mes	Cantidad	3 a 5.9 años



Análisis estadístico

Se realizó análisis descriptivo de las variables, analizando la distribución normal por prueba de Shapiro-Wilk o la prueba gráfica de cuantil-cuantil.

Las variables con distribución normal se describieron como media y desviación estándar, o como mediana y rango intercuartílico cuando presentaran una distribución normal. Las variables dicotómicas y/o categóricas se mostraron como frecuencias y porcentajes.

La inferencia estadística se realizó por medio prueba Kruskal-Wallis para establecer la diferencia entre los grupos y ANOVA de 2 vías para la relación entre citoquinas, CIT y Obesidad dental considerando un p-valor < 0.05 como estadísticamente significativo.

Aspectos bioéticos

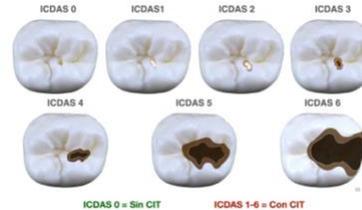


Oficios de autorización por parte de las instituciones educativas



Estudios epidemiológicos de caries dental

País	Año	Prevalencia de caries dental	Prevalencia de caries primaria	Prevalencia de caries secundaria
Brasil	2010	88.0%	88.0%	0.0%
Chile	2010	88.0%	88.0%	0.0%
Colombia	2010	88.0%	88.0%	0.0%
Costa Rica	2010	88.0%	88.0%	0.0%
Ecuador	2010	88.0%	88.0%	0.0%
El Salvador	2010	88.0%	88.0%	0.0%
Guatemala	2010	88.0%	88.0%	0.0%
Honduras	2010	88.0%	88.0%	0.0%
Paraguay	2010	88.0%	88.0%	0.0%
Perú	2010	88.0%	88.0%	0.0%
Venezuela	2010	88.0%	88.0%	0.0%



Calibración ICDAS



Calculo de tamaño muestral

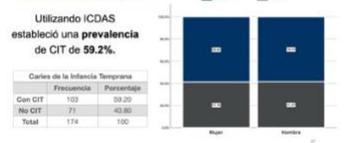
Dadas las características planteadas en este estudio, y debido a que no existen datos semejantes reportados en la literatura para realizar el cálculo del tamaño muestral.

Se propuso realizar como un estudio incluyendo un total de 20 sujetos para cada una de las categorías y grupos propuestos, dando un total de 80 pacientes a incluidos en el estudio.

Resultados

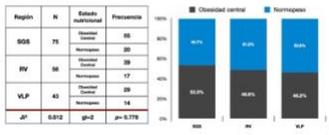


Caries de Infancia Temprana

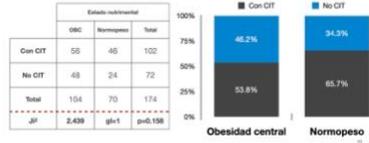


Obesidad central OBC+ (CIT >0.50)

SO5 presentó la mayor prevalencia de OBC (33.3%), mientras que RV (18.8%) y VLP (16.2%) fueron las regiones con mayor adherencia.



Caries de Infancia Temprana y Obesidad Central CIT se distribuyó similar en los sujetos con OBC (>0.50)

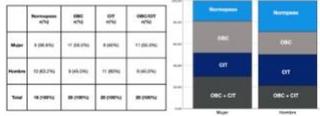


Relación entre CIT y Obesidad Central



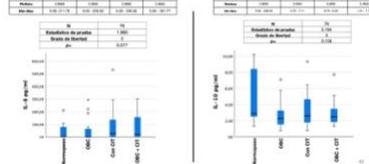
Caries de la Infancia Temprana y Obesidad central

Se seleccionaron en un total a 80 sujetos por métodos aleatorios simples. Por adherencia en la muestra aplicamos la aplicación de adherencia a 8 sujetos, adherencia no 76.



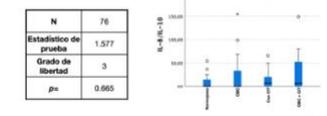
Citocinas con CIT y OBC

Kruskal-Wallis de muestras independientes



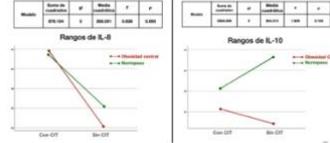
Citocinas con CIT y OBC

Kruskal-Wallis de muestras independientes



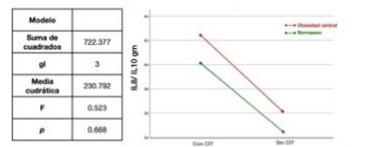
Citocinas con CIT y OBC

ANOVA de 2 vías - variable continua en rangos



Citocinas con CIT y OBC

ANOVA de 2 vías - Rangos de IL-6/IL-10



Discusión

- Si bien se han realizado estudios sobre la relación de Obesidad Central y CIT la evidencia muestra datos inconclusos.
- Los resultados de este estudio coinciden con la revisión sistemática de Antonelli y cols., mostrando que es posible utilizar la saliva para medir niveles de citocinas, siendo éste un método sencillo y menos invasivo sobre todo en población infantil.

Discusión Citocina IL-8

Autores	País de estudio	Población	Intervención de salud pública	Método de medición	Resultados de citocinas	Reflexiones
Elshah y cols (2015)	Egipto	Adolescentes	-	ELISA	Se observó una disminución de IL-8 en sujetos con sobrepeso tras la intervención de salud pública (p < 0.001).	
Debnath y cols (2015)	India	Infantes	CPOD	ELISA	No se observaron diferencias al evaluar el nivel de IL-8 en sujetos con y sin CIT y OBC.	
Sharma y cols (2015)	India	Infantes	CPOD	ELISA	Se observó una disminución de IL-8 en sujetos con sobrepeso y con CIT y OBC (p < 0.001).	
Ramirez de la Haza y cols (2017)	India	Infantes	ICDAS	ELISA	Se observó una disminución de IL-8 en sujetos con sobrepeso y con CIT y OBC (p < 0.001).	
Hernández-Cabrera y cols (2016)	India	Infantes	ICDAS	ICT	Se observó una disminución de IL-8 en sujetos con sobrepeso y con CIT y OBC (p < 0.001).	

Discusión Citocina IL-10

Autores	País de estudio	Población	Intervención de salud pública	Método de medición	Resultados de citocinas	Reflexiones
Caplan y cols (2016)	Israel	Infantes	CPOD	ELISA	Se observó una disminución de IL-10 en sujetos con sobrepeso y con CIT y OBC (p < 0.001).	
Hu y cols (2016)	China	Adolescentes	CPOD	PCR	No se observaron diferencias significativas en los niveles de citocinas en sujetos con y sin sobrepeso.	
Trivedi y cols (2015)	India	Infantes	CPOD	ELISA	Se observó una disminución de IL-10 en sujetos con sobrepeso y con CIT y OBC (p < 0.001).	
Zar y cols (2017)	India	Infantes	-	ELISA	Se observó una disminución de IL-10 en sujetos con sobrepeso y con CIT y OBC (p < 0.001).	
Hernández-Cabrera y cols (2016)	India	Infantes	ICDAS	ICT	Se observó una disminución de IL-10 en sujetos con sobrepeso y con CIT y OBC (p < 0.001).	

Discusión Citocina IL6/IL-10

Autores	País de estudio	Población	Intervención de salud pública	Método de medición	Resultados de citocinas	Reflexiones
Elshah y cols (2015)	Egipto	Adolescentes	-	ELISA	Se observó una disminución de IL-6/IL-10 en sujetos con sobrepeso y con CIT y OBC (p < 0.001).	
Hernández-Cabrera y cols (2016)	India	Infantes	ICDAS	ICT	Se observó una disminución de IL-6/IL-10 en sujetos con sobrepeso y con CIT y OBC (p < 0.001).	

Conclusiones

- No se estableció una relación estadísticamente significativa entre la CIT y OBC, sin embargo es posible observar una tendencia en los valores de IL-6, IL-10 y balance pro-antiinflamatorio de IL-6/IL-10.
- Los resultados muestran un aumento en los valores de IL-6 en los grupos que presentan CIT y CIT más OBC en comparación a los grupos de OBC y Normopeso, sin embargo la diferencia no fue estadísticamente significativa. El comportamiento de IL-6 en los grupos con caries infecciosa temprana no hace considerar que CIT influye en el proceso pro-inflamatorio en mayor grado que el estado nutricional.

Conclusiones

- Los valores de IL-10 fueron más bajos en los grupos que presenta OBC y CIT más OBC en comparación a los grupos de CIT y Normopeso, sin embargo esta diferencia no fue estadísticamente significativa. La tendencia en los resultados de IL-10 en los grupos presentaron OBC nos hace considerar que el estado nutricional, particularmente la presencia de OBC influye negativamente disminuyendo el efecto anti-inflamatorio.
- Se necesitan más estudios, con mayor tamaño muestral y tiempo de seguimiento que nos permita conocer mejor las interacciones entre estas dos enfermedades para reducir su prevalencia y comorbilidades.

Producción Académica

Congresos Nacionales e Internacionales con e sin memorias



Producción Académica

Acreditación de Idioma Inglés



Producción Académica

Pertenencia a una asociación



Producción Académica

Asistencia a congresos en ponencia



Producción Académica

8 Ponencias en cursos internacionales



Producción Académica

40 Ponencias en cursos nacionales



Producción Académica

3 Publicaciones científicas



Producción Académica

Retribución social



REVIEW

LIGHT-CURED CALCIUM SILICATE BASED-CEMENTS AS PULP THERAPEUTIC AGENTS: A META-ANALYSIS OF CLINICAL STUDIES



LUIS FRANCISCO GARCÍA-MOTA, DDS^a, LOUIS HARDAN, DDS, CES, DEA, PhD^b,
RIM BOURGI, DDS, MSc^b, J. ELIEZER ZAMARRIPA-CALDERÓN, DDS, MSc, PhD^c,
JOSÉ ALEJANDRO RIVERA-GONZAGA, PhD^c,
JUAN CARLOS HERNÁNDEZ-CABANILLAS, DDS, MPH^d, AND
CARLOS ENRIQUE CUEVAS-SUÁREZ, DDS, MSc, PhD^c

^aAcademic Area of Medicine, Autonomous University of Hidalgo State, Circuito Ex Hacienda La Concepción S/N, San Agustín Tlaxiaca, Hgo, 42160, Mexico
^bDepartment of Restorative Dentistry, School of Dentistry, Saint Joseph University, Beirut, 1107 200, Lebanon
^cDental Materials Laboratory, Academic Area of Dentistry, Autonomous University of Hidalgo State, Circuito Ex Hacienda La Concepción S/N, San Agustín Tlaxiaca, Hgo, 42160, Mexico
^dHealth Sciences Faculty, Autonomous University of Baja California, Blvd. Universidad 1000, Valenciana, 44600, Tijuana, B.C., 22260, Mexico

ABSTRACT

Objectives

To determine the clinical performance of light-cured calcium silicate based cement for direct or indirect pulp capping. The research question was as follows: in teeth with deep caries lesions, does the use of resin-modified calcium silicate-containing composites improve the radiological success and prevent irreversible pulpitis and pulpal necrosis compared with other pulp-capping agents?

Materials and methods

The following databases were screened until September 2021: PubMed, Web of Science, Scieo, Scopus, Embase, and The Cochrane Library. Randomized clinical trials reporting the clinical evaluation of a resin-modified calcium silicate material as an agent for pulp therapy were included. Meta-analysis was performed using the Rev Manager v5.4.1 software. The risk difference and 95% confidence interval of the dichotomous outcome (restoration failure or success) were calculated for comparison.

Results

Ten studies were considered for qualitative analysis and meta-analysis. Studies evaluating the performance of light-cured calcium silicate-based cement from 1 month to a maximum follow-up period of 36 months and comparing it with the performance of CaOH, mineral trioxide aggregate, or Biodentine were included. In the global analysis for direct pulp capping at 6-month follow-up, no statistical differences were observed between the experimental group using the light-cured calcium silicate-based cement and control group ($P = .78$). However, at 12-month follow-up, global analysis favored the control group ($P < .001$). For indirect pulp capping, at 6- and 24-month follow-ups, no statistically significant differences were observed between the experimental and control groups ($P = .88$; $P = .21$).

Conclusions

Light-cured calcium silicate-based cement showed a limited clinical performance as a direct pulp capping agent, especially when evaluated in the long term. However, using it as an indirect pulp capping agent may be a reliable and easy-to-use option for restoring teeth with deep caries.

Clinical significance

This meta-analysis shows that light-cured calcium silicate-based cement is not

Corresponding Author: Carlos Enrique Cuevas-Suárez, Dental Materials Laboratory, Academic Area of Dentistry, Autonomous University of Hidalgo State, Circuito Ex Hacienda La Concepción S/N, San Agustín Tlaxiaca, Hgo, 42160, Mexico.
 E-mail: cecuevas@uahg.edu.mx

KEYWORDS

Mta, Biodentine, CaOH, Theracal, Direct pulp capping, Indirect pulp capping

CONFLICT OF INTEREST: The authors have no actual or potential conflicts of interest.

Received 11 March 2022; revised 8 August 2022; accepted 16 August 2022

J Evid Base Dent Pract 2022;1(01):776
 1532-3382/23\$36.00

© 2022 Elsevier Inc.
 All rights reserved.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2022.101776>

INTRODUCTION

Dental caries is a microbe-induced disease promoted and maintained by consuming fermentable carbohydrate foods.¹ Acidogenic metabolites produced by biofilms initiate enamel demineralization, and if the demineralization of the enamel continues, dentine will be exposed, resulting in further demineralization and eventually cavitation.² Therefore, various approaches, including nonselective and traditional approaches, have been used to remove carious lesions. However, this technique is more susceptible to pulpal exposure.³ In the case of pulpal exposure, vitality must be preserved using different materials using a clinical technique known as direct pulp capping.⁴ Therefore, the purpose of pulp capping is to ensure the formation of a dentin bridge and prevent irreversible pulpitis or necrosis.⁵

However, if a thin dentin layer that is close to the pulp remains after the operative procedure but shows no visible pulp, an indirect pulp capping could be performed.⁶ The purpose of using an indirect pulp capping material is to promote the formation of a dentine bridge and tertiary dentine for protecting the pulp tissues from thermal and electrical stimuli or chemical agents leached from adhesive systems.⁷

Different materials can be used to achieve pulp capping. However, CaOH is prevalently used as a lining material for this purpose owing to its alkalinity, biocompatibility, and capacity to induce pulp-dentine remineralization and prevent bacterial infection. Until recently, it was the golden standard for direct pulp capping.⁶ Despite this, CaOH has some disadvantages, such as high solubility over time, null adhesive qualities, and provision of poor seal.⁸

Over several years, other biomaterials including calcium silicate-based materials, such as mineral trioxide aggregate (MTA) and Biodentine, have gained great importance in regenerative endodontics. Compared with CaOH, MTA is characterized by its superior biocompatibility, effective sealing capability, and ability to improve pulp and peripheric root tissue regeneration.⁹ Despite this, long setting time and tooth discoloration are the main clinical disadvantages. Conversely, Biodentine has been reported to possess high biocompatibility and effective sealing capability; however, the main drawback of using Biodentine is its water-based chemistry, which results in poor bonding with the overlying resin.^{6,10}

To overcome the limitations of the current calcium silicate-based cement, a light-cured calcium silicate-based cement was introduced as a pulp capping agent. TheraCal LC is a light-cured material containing polymerizable methacrylate monomers, Pot and cement, polyethylene glycol dimethacrylate, fumed silica, and barium zirconate.¹¹ TheraCal LC is claimed to be a hydraulic silicate material causing hydration, and according to the manufacturer's instructions, the material should be placed on moist dentin.¹²

Although the clinical use of a light-cured calcium silicate composite is extremely convenient, the application of resin components directly on the pulpal tissues is controversial. Thus, whether these materials are effective remains a relevant clinical question. Therefore, this systematic review and meta-analysis aimed to assess the clinical success of light-cured calcium silicate-based cement as a pulp capping agent compared with other commonly used materials. The null hypothesis was that the efficacy of light-cured calcium silicate-based cement has no significant effect compared with other pulp capping materials.

MATERIALS AND METHODS

Protocol Registration and Focused Question

This systematic review and meta-analysis was conducted following the guidelines of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (statement).¹³ The registration protocol was conducted in Prospero with the registration number CRD42021237482. The following PICOS framework was used: population, teeth with deep carious lesions with or without pulpal exposure; intervention, application of a light-cured calcium silicate-containing composite; control, application of Biodentine, CaOH, or MTA; and outcome, treatment success rates. The research question was as follows: in teeth with deep caries lesions, does the use of resin-modified calcium silicate-containing composites improve the radiological success and prevent irreversible pulpitis and pulpal necrosis compared with other pulp-capping agents?

Search Strategy

The literature search was performed by 2 independent reviewers and included articles without date restriction until September 2021. The following databases were screened: PubMed, Web of Science, Sciendo, Scopus, Embase, and The Cochrane Library. The search strategy was performed using the keywords defined in Table 1. All studies were imported into the Rayyan QCR mobile app.

Screening and Selection

The title and abstract of each identified article were reviewed by 2 independent reviewers to determine if the article should be considered for full-text review. Manuscripts for the full-text review were selected using the following eligibility criteria: randomized clinical trials that (1) clinically evaluated the resin-modified calcium silicate material as a pulp therapy agent, (2) evaluated the clinical performance of resin-modified calcium silicate with at least 6 months of follow-up, (3) included the control group that used other materials for pulp therapy, and (4) published in the English, Spanish, or Portuguese language. Case reports, case series, pilot studies, expert opinions, conference abstracts, and reviews were excluded. In case of disagreements in selecting articles for

Table 1. Keywords used in search strategy.

Search strategy	
# 1	Partial pulpotomy OR Deep caries lesion OR Inflammation OR Odontoblastic layer OR Pulpal response OR Pulp exposures OR Pulp response OR Vita pulp therapy OR Odontoblasts' metabolism OR Regenerative dentin OR Primary teeth OR Pulp vitality OR Cell migration OR Dentin-pulp regeneration OR Pulpotomy OR Revascularization
# 2	Therapeutic OR Resin-modified calcium silicate OR tooth culture pulp capping OR Mineral trioxide aggregate OR Biodentine OR Restorative dental materials OR Pulp capping cement OR Calcium silicate cement
# 3	Clinical OR Radiographic OR Histologic evaluation OR Biocompatibility OR Cytotoxicity OR Physical properties OR Randomized clinical trial
# 4	# 1 AND # 2 AND # 3

the full-text review, they were resolved through discussion and consensus by a third reviewer.

Data Extraction

The Microsoft Office Excel 2016 program (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) was used to extract the data of interest from the included manuscripts and then placed it in a standardized form. Two reviewers who received training in these software programs independently performed the analysis. The data recovered from each article were author names, study design, evaluated materials, occlusal diagnosis, treatment, restorative procedure, age and number of participants, number of teeth per group, follow-up, evaluation criteria, effectiveness, and secondary outcome.

Quality Assessment

Clinical trials were evaluated and classified based on Cochrane guidelines²³; selection bias (sequence generation and allocation concealment), performance and detection bias (blinding of operators or participants and personnel), bias due to incomplete data, reporting bias (selective reporting, unclear withdrawals, and missing outcomes), and other bias (including industry sponsorship bias).

Certainty of Evidence Assessment

Certainty in the effect estimates was determined according to the grading of recommendation assessment, development, and evaluation method to assess the certainty in cumulative evidence.¹⁶ The risk of bias, inconsistency, imprecision, and publication was evaluated, and the outcome of the included articles was categorized as "high," "moderate," "low," or "very low" quality of evidence based on their analysis of each study.

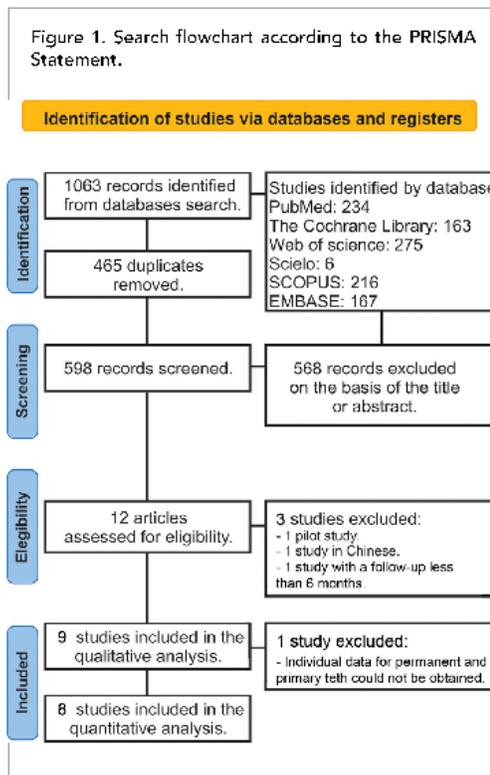
Statistical Analysis

Meta-analyses were performed using the Review Manager Software version 5.1 (The Nordic Cochrane centre, The Cochrane Collaboration, Copenhagen, Denmark). Global analysis was performed using a fixed-effects model, and pooled-effect estimates were obtained by comparing the risk difference of failure between the light-cured calcium silicate-based cement and other materials (MTA, Biodentine, or CaOH). These analyses were performed considering the clinical and radiographic success rates of the evaluated teeth. Then, data from each study were dichotomized as acceptable or unacceptable. Acceptable restorations were those that did not present any clinical or radiological signs of failure. The evaluation criteria were converse; nevertheless, all criteria proved the presence or absence of irreversible pulpitis or necrosis. Permanent and primary teeth were analyzed separately. Different analyses were performed for direct and indirect pulp capping at 6- and 12-month follow-up. A p -value ≤ 0.05 was considered statistically significant. Statistical heterogeneity of the treatment effects among studies was assessed using Cochran's Q -test and inconsistency I^2 test.

RESULTS

Literature Search

The search resulted in the retrieval of 1063 records. After removing duplicates, 598 articles were screened, and 586 were excluded based on the eligibility criteria. A total of 12 full-text articles were assessed for eligibility. Three studies, including 1 that reported only preliminary results,²⁴ 1 that was written in Chinese,²⁵ and 1 with a follow-up period of < 6 months,¹⁷ were excluded. Finally, 9 studies were considered for qualitative analysis.^{4, 6, 7, 17, 22} Further, 1 study²⁶ was excluded from the meta-analysis because individual data from



permanent or primary teeth could not be obtained (Figure 1).

Qualitative/Descriptive Analysis

The characteristics of the included studies in the review are listed in Table 2. The only available material classified as light-cured calcium silicate composite was TheraCa LC. These studies evaluated the performance of TheraCa LC from 1 month to a maximum follow-up period of 36 months. The articles evaluated the performance of several materials in direct and indirect pulp-capping procedures for permanent and primary teeth. The sample size ranged from 9 to 115 participants in all studies. These studies established a clinical study design in which the clinical performance of TheraCa LC was evaluated against Dycal, MTA, or Biodentine. No other materials were identified.

Risk of Bias of Included Studies

When analyzing the risk of bias (Fig. 9), no studies were at high risk of bias; however, some issues were encountered during the process randomization in several studies by

Alcahtani et al.,¹⁵ Erfanparast et al.,⁶ Gürçan et al.,²⁰ and Perwin et al.²³ and during blinding of participants in various studies by Alcahtani et al.,¹⁵ Gürçan et al.,²⁰ and Peskersoy et al.⁷

Certainty of Evidence Assessment

Moderate certainty of the evidence was observed for the use of the light-cured calcium silicate-containing composite using an indirect pulp-capping agent (Figure 9).

Meta-Analysis

Figures 2-8 show the meta-analysis results. For direct pulp capping of permanent teeth, a meta-analysis was conducted at 6- and 12-month follow-ups. At 6-month follow-up, subgroup analysis of the clinical performance between TheraCa LC and CaOH showed better results with TheraCa LC ($P = .02$; risk difference: -0.09 [$-0.16, -0.02$]); however, the analysis of TheraCa LC against Biodentine ($P = .23$; risk difference: 0.00 [$-0.06, 0.06$]) and MTA showed no statistically significant difference ($P = .68$; risk difference: -0.02 [$-0.11, 0.07$]). Further, no difference was observed in the global analysis between the experimental group using TheraCa LC and control group ($P = .06$; risk difference: 0.04 [$0.08, 0.00$]). After 12-month follow-up, the global analysis favored the control group ($P < .001$; risk difference: 0.09 [$0.05, 0.13$]). Subgroup analysis showed similar performance of TheraCa LC only against CaOH ($P = .12$; risk difference: 0.04 [$0.03, 0.11$]).

Table 3

For indirect pulp capping of the permanent teeth, at the 6-month follow-up, no statistically significant difference was observed between TheraCa LC and CaOH ($P = .007$; risk difference: -0.03 [$-0.13, 0.06$]). At the 12-month follow-up, TheraCa LC performed better than CaOH ($P = .007$; risk difference: -0.24 [$-0.38, -0.10$]).

For direct pulp capping of the primary teeth, no statistically significant differences were observed between TheraCa LC and MTA at 6-month ($P = 1.0$; risk difference: 0.00 [$-0.07, 0.07$]) or 12-month ($P = 1.0$; risk difference: 0.00 [$-0.05, 0.05$]) follow-up.

Finally, for indirect pulp capping of the primary teeth, no statistically significant differences were observed between TheraCa LC and CaOH, Biodentine, or MTA ($P = .36$; risk difference: 0.02 [$-0.02, 0.07$]) at the 6-month follow-up.

DISCUSSION

In the current study, the effectiveness of light-cured calcium silicate-based cement as a pulp-capping agent was analyzed. Results of the statistical analysis revealed that the light-cured calcium silicate-based cement showed poor performance as a direct pulp capping agent in the long term.

Table 2. Characteristics of the included studies.

Author	Study design	Materials evaluated	Treatment	Restorative procedure	Age and number of participants	Type of tooth	Follow-up	Evaluation criteria	Secondary outcome
Aquilini (2007)	Randomized Controlled Trial	CaOHp TheraCall LC	Direct and indirect pulp capping	Analgem or resin composite	Does not specify	Permanent teeth	3 mo	Acute symptoms	Does not have
Barouni (2021)	Randomized Controlled Trial	TheraCall LC Dyca	Indirect pulp capping	Single bond, universal Resin composite	Non-restored	Permanent teeth	6 mo and 12 mo	Pain	Bacterial count before and after the procedure
Comiz (2016)	Randomized Controlled Trial	CaOHp TheraCall LC	Direct pulp capping	Clearfil SE Bond, Resin Composite	60 patients of 13-41 y of age	Permanent teeth	1 wk and 3, 6 and 12 mo	Loss of vitality, spontaneous pain, reactions to thermal stimuli and tenderness to percussion and radiographic symptoms	Does not have
Finlay (2016)	Randomized Controlled Trial	TheraCall LC, MTA	Direct pulp capping	Analgem	57 y old 99 patients	Primary teeth	6 mo and 12 mo	Clinical symptoms and radiologic signs	Does not have
Gurba (2019)	Randomized Controlled Trial	TheraCall LC Dyca ProRoot MTA	Indirect pulp capping	Primary molar with companion permanent composite	95 patients of 4-15 y of age	Primary and permanent teeth	6, 12, 18 and 24 mo	Return to occlusal, perforation of pulp, interm, car or irregular areas dura, expanded range of cariodental pigmentation, carapical radio lacy internal and external resorption	Does not have
Monon (2016)	Randomized Controlled Trial	MTA TheraCall LC	Indirect pulp capping	Resin Composite	21 patients 4-7 y of age	Primary teeth	3 mo and 6 mo	Acute tenderness, absence of spontaneous vitality, sensitivity to percussion, pain on biting, abnormal vitality	Does not have

Table 2 (continued)

Author	Study design	Materials evaluated	Treatment	Restorative procedure	Age and number of participants	Type of tooth	Follow-up	Evaluation criteria	Secondary outcome
Shrivastava (2015)	Randomized Controlled Trial	CapDP-3 TheraCall LC	Inirect pulp capping	Resin Composites	50 teeth	Permanent teeth	3, 6, 12 mo	Reparative dentin	Does not have
Pascheux (2021)	Randomized Controlled Trial	Conventional calcium hydroxide Light cured calcium hydroxide Calcium silico-phosphate Modified tricalcium silicate	Direct pulp capping	Resin Composite	213 patients of 10-22 y of age	Permanent teeth	1, 6, 12 and 36 mo	Reparative dentin, secondary dentin, pulp tissue changes	Does not have
Sahin (2021)	Randomized Controlled Trial	Cycal Biodentine and TheraCall LC	Indirect pulp capping	Does not specify	68 patients of 3-9 y of age	Primary teeth	6, 12, 18 and 24 m	occlusal mobility, pulp vitality, histological evaluation	Histological evaluation

Figure 3. Forest plot of clinical success for direct pulp capping at 12 months of follow-up for permanent teeth.

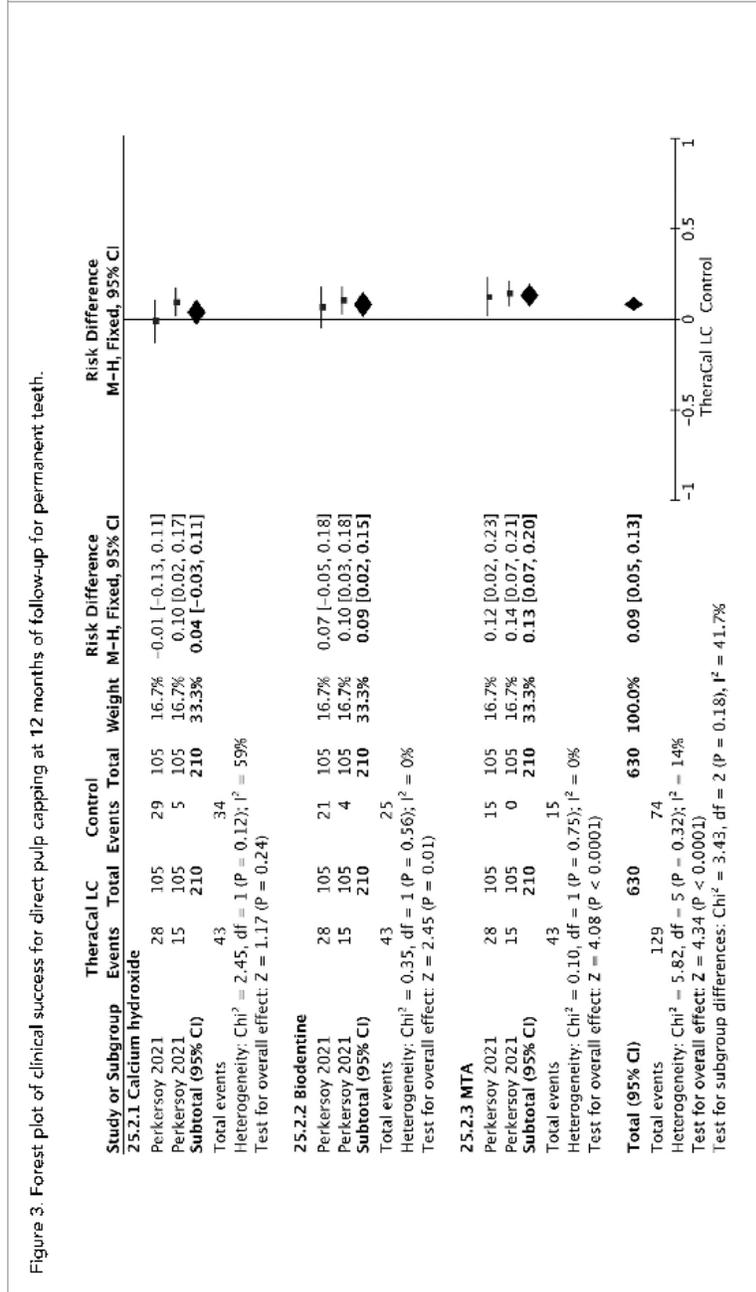


Figure 4. Forest plot of clinical success for direct pulp capping at 6 months of follow-up for primary teeth.

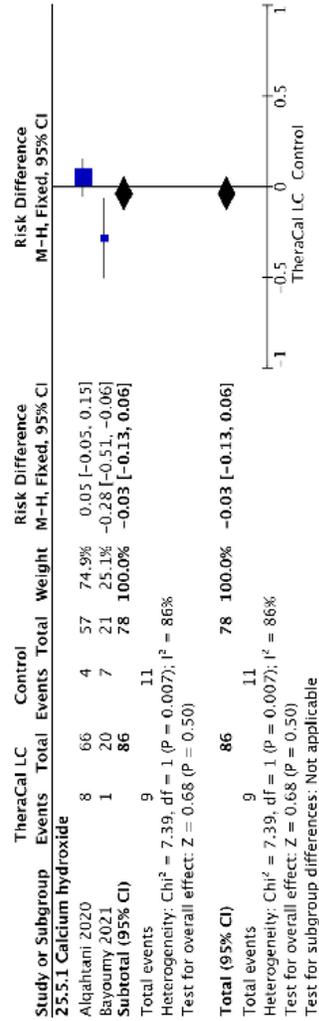


Figure 5. Forest plot of clinical success for direct pulp capping at 12 months of follow-up for primary teeth.

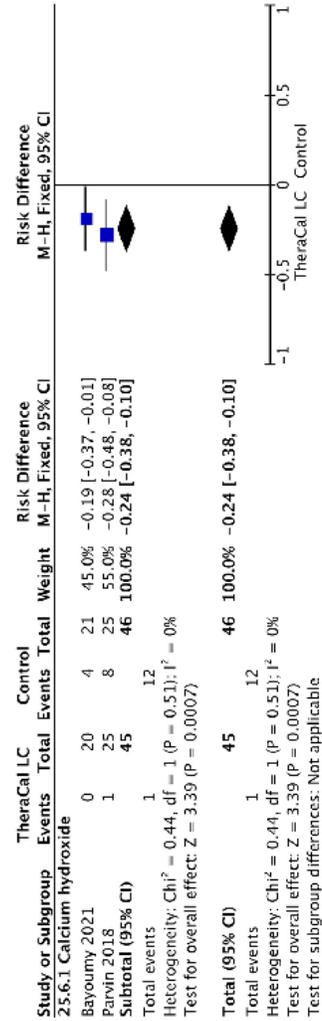


Figure 6. Forest plot of clinical success for indirect pulp capping at 6 months of follow-up for permanent teeth.

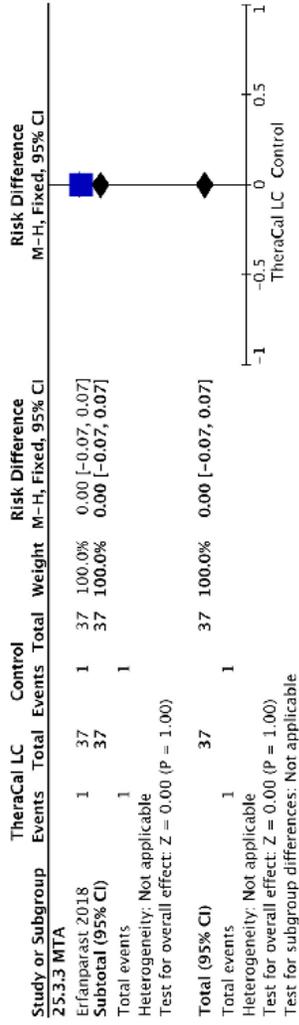


Figure 7. Forest plot of clinical success for indirect pulp capping at 12 months of follow-up for permanent teeth.

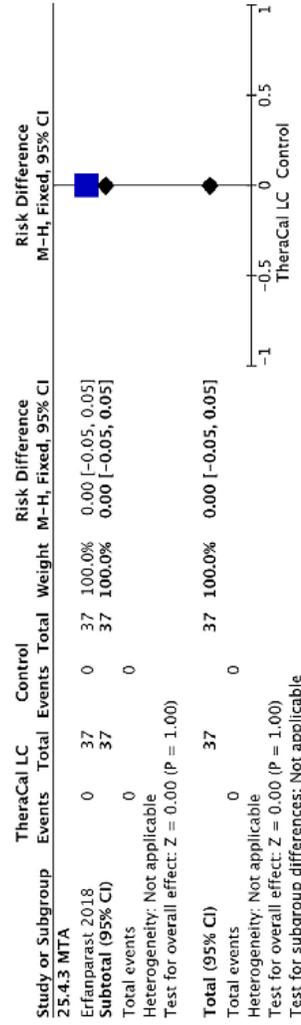


Figure 8. Forest plot of clinical success for indirect pulp capping at 6 months of follow-up for primary teeth.

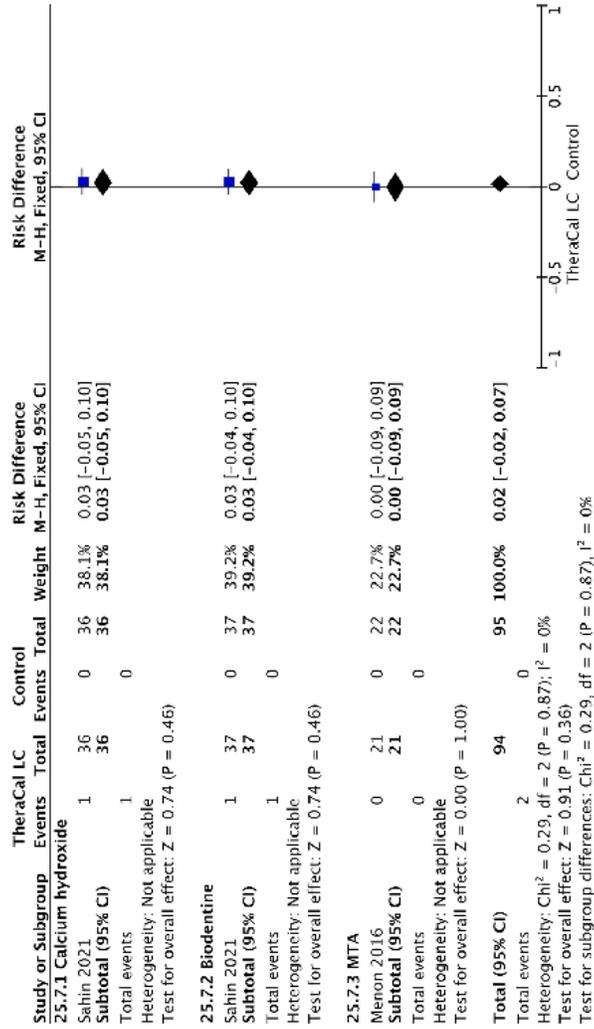
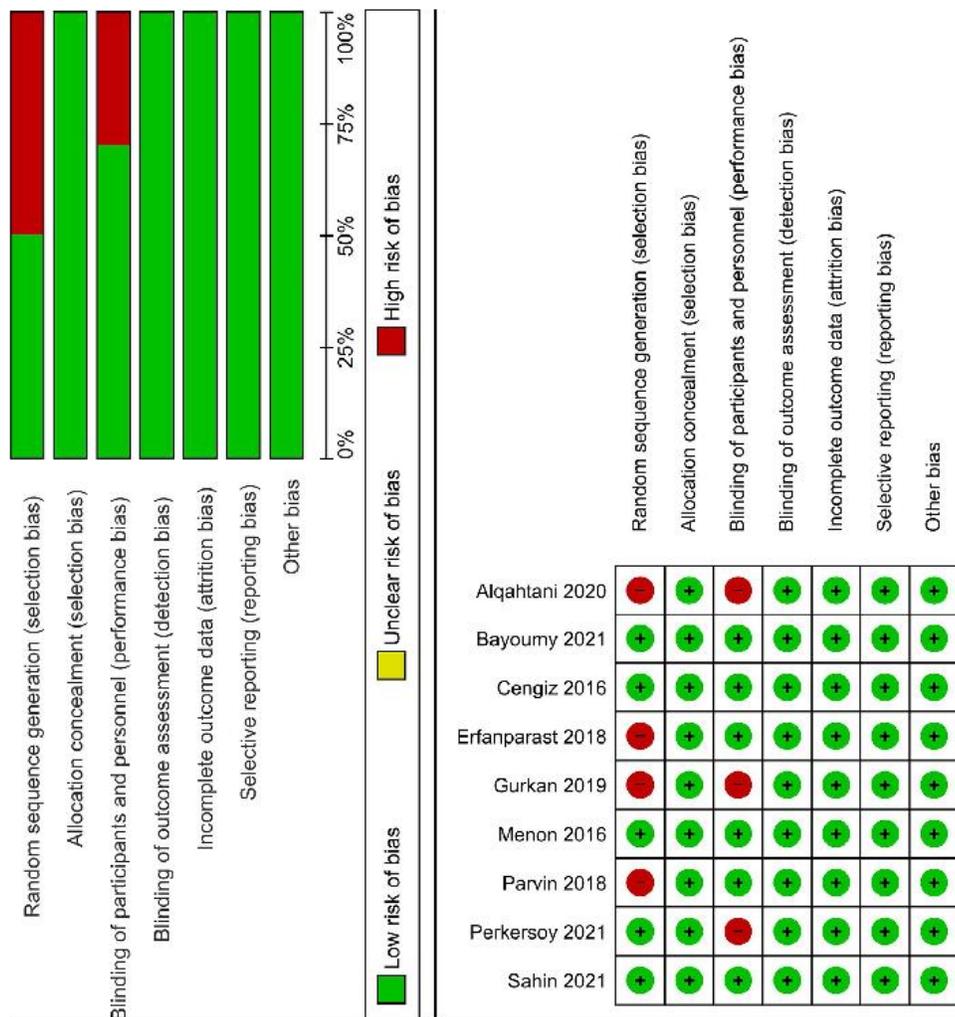


Figure 9. Qualitative synthesis for clinical trials.



pared with CaOH.^{1,41} Moreover, CaOH materials are reported to present low stress-bearing capabilities; therefore, these materials do not provide adequate support for restoration, which is essential for successful restoration.⁴²

This systematic review and meta-analysis showed low to moderate evidence for the limited effectiveness of TheraCal LC as a direct pulp-capping agent compared with other materials available in the industry. Notably, the presence of polymerizable materials in addition to the resin-modified nature of this material, which makes the process much more practical for the clinical dentist, can be the reason for its limited clinical performance in the cellular response. However, in the case of indirect pulp capping, TheraCal LC is a suitable option considering that no significant difference was observed against other studied materials; moreover, its placement is less complicated.

Furthermore, it must be highlighted that the maximum follow-up period of the clinical performance of this material was 36 months, and further studies with longer follow-up period should be conducted to better understand its clinical performance.

CONCLUSIONS

Within the limitations of this systematic review and meta-analysis, the findings support the use of light-cured calcium silicate-based cement as an indirect pulp-capping agent. These materials should be cautiously used as pulp capping agents owing to their failure rate, especially in the long-term use.

ACKNOWLEDGMENTS

Luis Francisco García-Mota wants to thank National Council for Science and Technology (CONACYT, Mexico).

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

Luis Francisco García-Mota: Methodology, Writing – original draft. Louis Hardan: Formal analysis, Investigation, Writing – original draft. Rim Bourgi: Methodology, Writing – original draft. J. Eliezer Zamarripa-Calderón: Conceptualization, Writing – review & editing. José Alejandro Rivera-Gonzaga: Methodology, Writing – review & editing. Juan Carlos Hernández-Cabanillas: Formal analysis, Investigation, Resources. Carlos Enrique Cuevas-Suárez: Conceptualization, Formal analysis, Investigation, Writing – review & editing, Funding acquisition, Supervision.

REFERENCES

1. Nyvad B, Crielaard W, Mira A, Økhaasvi N, Beighton D. Dental caries: from a molecular microbiological perspective. *Caries Res*. 2013;47(2):89–102.

2. Ejemal L, Simon S, Tomson P, Duncan H. Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J*. 2019;52(7):949–973.
3. Li T, Zhai X, Song F, Zhu J. Selective versus non-selective removal for dental caries: a systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand*. 2018;76(2):135–140.
4. Peakersey C, Larkcanin J, Turkun M. Efficacy of different calcium silicate materials as pulp-capping agents: randomized clinical trial. *J Dent Sci*. 2021;15(2):773–778.
5. Cengiz T, Yilmaz IG. Efficacy of erbium, chromium-doped yttrium, scandium, gallium, and garnet laser irradiation combined with resin based tricalcium silicate and calcium hydroxide on direct pulp capping: an randomized clinical trial. *J Endod*. 2016;42(5):351–355.
6. Kunert M, Lukomska-Szymanska M. Bio-inductive materials in direct and indirect pulp capping: a review article. *Materials (Basel)*. 2020;13(6):1204.
7. Schwendicke F, Göstemeyer G, Coud C. Cavity lining after excavating caries lesions: meta-analysis and trial sequential analysis of randomized clinical trials. *J Dent*. 2015;43(11):1291–1297.
8. Komabayashi T, Zhu Q, Eberhart R, Ima Y. Current status of direct pulp capping materials for permanent teeth. *Dent Mater J*. 2016;35(1):1–12.
9. Torabinejad M, Parfitt M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—Part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod*. 2010;36(2):190–202.
10. Caruso S, Dinai T, Marzò G, et al. Clinical and radiographic evaluation of bio-dentine versus calcium hydroxide in primary teeth pulpitis: a retrospective study. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):1–7.
11. Bayoumy E-HED, Elhassan MHA, A-Zohary AMF, ZA Al-Awady. Clinical and microbiological evaluation of calcium silicate versus calcium hydroxide in two-step indirect pulp treatment: a randomized clinical trial. *J Int Oral Health*. 2021;13(1):1–9. doi:10.1037/ish.13.1.1.20.
12. Aranci NZ, Rab T. TheraCal LC: from biochemical and bioactive properties to clinical applications. *Int J Dent*. 2018;2018:1–6. doi:10.1155/2018/3484633.
13. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PV, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Syst Rev*. 2021;10(1):1–11.
14. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *Br J*. 2008;336(7650):924–926.
15. Manapat A J, Nikonde P P, Basare A. Comparative evaluation of the efficacy of TheraCal LC, Mineral trioxide aggregate and Bio-dentine as direct pulp capping materials in patients with pulpal exposure in posterior teeth: an interventional study. *Int J Pharm Res*. 2019;9:1819–1824.
16. Hong Ma X, Xia Xie N. Application of different cements in the preservation of vital pulp in carious deciduous teeth: a prospec-

- five, single-center, randomized, controlled clinical trial. *Chin J Tissue Eng Res.* 2017;21(22):3494.
17. Bakhtiari L, Nekoufar MH, Aminshakin P, et al. Human pulp responses to partial pulpotomy treatment with TheraCal as compared with biodentine and proton paste: a clinical trial. *J Endod.* 2017;43(11):1786–1791.
 18. Aqarqani AR, Yaman P, McDonald N, Darnison J. Efficacy of calcium hydroxide and resin-modified calcium silicate as pulp-capping materials: a retrospective study. *Gen Dent.* 2020;68:50–54.
 19. Ertanparast L, Iranparvar P, Vafaei A. Direct pulp capping in primary molars using a resin-modified Portland cement-based material (TheraCal) compared to MTA with 12-month follow-up: a randomized clinical trial. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2018;19(3):197–203.
 20. Gürgan ATT, Seymen F. Clinical and radiographic evaluation of indirect pulp capping with three different materials: a 2 year follow-up study. *PubMed online* 2019.
 21. Menon NP, Varma BR, Samardhian S, Kumaran P, Xavier AM, Govinda BS. Clinical and radiographic comparison of indirect pulp treatment using light-cured calcium silicate and mineral trioxide aggregate in primary molars: a randomized clinical trial. *Contemp Clin Dent.* 2016;7(4):775.
 22. Sahni N, Saygili S, Acay M. Clinical, radiographic, and histological evaluation of three different pulp-capping materials in indirect pulp treatment of primary teeth: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2021;25(6):3945–3955.
 23. Perini M, Mora A, Shkider Z, Alam M, Beshar A. Evaluation of radiographic outcomes of the sea light-cured (™) and calcium hydroxide as indirect pulp capping agents in the treatment of deep carious lesions of permanent molar teeth. *Mymensingh Med J MMJ.* 2018;27(4):859–865.
 24. Cox C, Sübay R, Ostro E, Suzuki S, Suzuki S. Tunnel defects in dentin bridges: their format on following direct pulp capping. *Quint Dent.* 1996;21(1):7–11.
 25. Fava L, Saunders W. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J.* 1999;32(4):257–282.
 26. Hilton TJ. Keys to clinical success with pulp capping: a review of the literature. *Oper Dent.* 2009;34(5):615–625.
 27. Zakerzadeh A, Esnaashari E, Dadfar S. In vitro comparison of cytotoxicity and genotoxicity of three vital pulp capping materials. *Iran Endod J.* 2017;12(2):119.
 28. Pereira JC, Segala AD, Costa C. Human pulpal response to direct pulp capping with an adhesive system. *Am J Dent.* 2000;13(3):139–147.
 29. Tsunoda Y, Hayakawa T, Yamamoto H, Ikemi T, Nemoto KA. Histopathological study of direct pulp capping with adhesive resins. *Oper Dent.* 1995;20:273.
 30. Lee H, Shin Y, Kim SO, Lee HS, Cho HJ, Song JS. Comparative study of pulpal responses to pulpotomy with Pro-Root MTA, RevoMTA, and TheraCal in dogs' teeth. *J Endod.* 2015;41(8):1317–1321.
 31. Kim Y, Lee D, Song D, Kim HM, Kim SY. Biocompatibility and bioactivity of self-direct pulp capping materials on human dental pulp stem cells. *Materials (Basel).* 2020;13(2):3925.
 32. Da Rosa W, Lima V, Moraes R, Piva E, Da Silva A. Is calcium hydroxide liner necessary in the treatment of deep caries lesions? A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2019;52(5):588–603.
 33. Camilleri J, Laurent P, About I. Hydration of biodentine, thera-cal, and a photolyse tricalcium silicate-based dentin replacement material after pulp capping in entire tooth cultures. *J Endod.* 2014;40(11):1846–1854.
 34. Natalia L, Rodrigues M, Xavier T, Simões A, De Souza D, Traga R. Ion release and mechanical properties of calcium silicate and calcium hydroxide materials used for pulp capping. *Int Endod J.* 2015;48(1):83–94.

RESEARCH

Open Access



Depression and opinion of dental students regarding the hybrid learning model during the COVID-19 pandemic

Marco Felipe Salas Orozco^{1*}, Wendy Yesenia Escobar de González², Nuria Patiño Marín³, Jesús Ramón Castillo Hernández⁴, Juan Carlos Hernandez-Cabanillas¹, Ivan Olivares Acosta¹, Ricardo Martínez Rider³ and Miguel Angel Casillas Santana^{5*}

Abstract

Background The global spread of COVID-19 forced schools at all educational levels to close, which was repeated in more than 60 countries. In addition, the COVID-19 pandemic has affected the mental health of dental students worldwide. This study hypothesizes that the prevalence of depression in dental students from El Salvador is higher than that reported in studies from Europe, Asia, and North America.

Methods This study was an online cross-sectional survey performed at the Faculty of Dentistry of the University of Salvador. The PHQ-9 questionnaire was applied to know the level of depression of the students, and a questionnaire focused on learning the opinion of the students on the hybrid teaching model adopted. Approximately 450 students participated in both questionnaires.

Results Regarding the levels of depression present in the students, 14% had minimal depression, 29% had medium depression, 23% had moderate depression and, 34% had severe depression. The students had an excellent opinion regarding the hybrid learning model.

Conclusions The prevalence of depression in dental students in El Salvador seems to be higher than that reported in studies in non-Latin American countries. Therefore, universities must generate care plans for mental health to avoid these harmful effects on students during future contingencies.

Keywords COVID-19, Depression, Dental students, Pandemics, Prevalence, Epidemiology

*Correspondence:

Marco Felipe Salas Orozco
marco-salas@hotmail.com
Miguel Angel Casillas Santana
miguel.casillas@correo.buap.mx

¹Doctorado en Ciencias Odontológicas, Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, MFSO C.P. 78290, Mexico

²Doctora en Cirugía Dental Profesora de Cariología e Investigadora, Facultad de Odontología, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador

³Department of Clinical Research, Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí C.P. 78290, Mexico

⁴Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí C.P. 78290, Mexico

⁵Maestría en Estomatología con Opción Terminal en Ortodoncia, Facultad de Estomatología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla C.P. 72410, Mexico



© The Author(s) 2023. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

Introduction

The disease that caused the most recent pandemic that affected the world was initially identified in December 2019 in Wuhan, China. This respiratory viral disease was named coronavirus disease 2019 (COVID-19). Approximately three months later, on March 11, 2020, COVID-19 was declared a global pandemic by the World Health Organization. Four months after the COVID-19 virus was identified, the first patient diagnosed with COVID-19 in El Salvador was confirmed on March 18, 2020 [1]. According to the global trends of the COVID-19 pandemic [2], experts estimated that 20% of the total population of El Salvador could contract the virus and require hospitalization. Likewise, between 4 and 9% of those infected would require care in intensive care units, which could cause the collapse of the country's health services [3]. The COVID-19 pandemic has been active in El Salvador for approximately two and a half years (from January 3, 2020, to August 2, 2022). During this period, about 191,000 positive cases of COVID-19 have been reported, of which 4,200 incidents have caused death. The fight against the pandemic in El Salvador has consisted of administering approximately 11 million doses of vaccines [1].

The rapid spread of the COVID-19 pandemic worldwide meant that vulnerable populations had to be contained at home. Students are among these vulnerable populations, so classes must be suspended at many different educational levels worldwide. This suspension, in turn, interrupted the student's study plans and activities for a long time. Therefore, online teaching had to be used to try to compensate for the deficiencies in education caused by COVID-19 [4].

However, some university courses, such as dentistry, require theoretical learning and constant clinical practice. Therefore, the clinical practice was the most challenging aspect to compensate for due to the high risk of transmission of COVID-19 and because dental schools had to suspend them entirely. At the same time, they developed strategies to allow students to return to clinical practice safely [5]. Dental education is based on three parts. The first part is the theory, which can easily be carried out through online classes. The second is practical training in simulation labs; virtual reality simulations; however not all faculties worldwide (especially in Latin America) have virtual reality simulators for this purpose. Finally, the third component is clinical practice, which can hardly be replaced. Therefore, it is vital to know the students' opinions on the measures taken during the pandemic to implement hybrid learning models, especially in the Latin American context. In the final months of the pandemic, many dental schools opted for a hybrid education model. The hybrid learning model combines theoretical online teaching with clinical practices to carry

out education safely. Mainly, in the final months of the pandemic, the administration of vaccines to the general populous kept the pandemic in control [6, 7].

Likewise, the prolonged confinement during the COVID-19 pandemic also caused a deterioration in the population's mental health within the central psychological affections are stress, anxiety, and depression. In addition, it has been previously reported that catastrophic events (such as pandemics) that have economic and social consequences increase the prevalence of mental illnesses in the population [8]. This prevalence compounds students' psychological problems due to the tremendous cognitive demand and economic issues they present during their university career development, even under normal conditions [9]. Many articles have been published on general depression during the COVID-19 pandemic. However, according to the literature, few studies have been carried out in populations of dental students, and even fewer meet quality criteria. Of these, only one has been carried out in a Latin American population such as Brazil. Therefore, we consider that this article contributes to the study of the prevalence of depression in Latin American dental students. The prevalence in this population can be very different from the others due to specific social and economic factors present in Latin America (for example, gender inequalities, lower economic income, less access to technology and less access to psychological care in Latin American countries) that are very different to those present in first world European, Asian or North American countries [10–12].

This study hypothesizes that the prevalence of depression in dental students from El Salvador is higher than that reported in studies from Europe, Asia, and North America. This study aims to know the different degrees of depression among dental students from the University of El Salvador Faculty of Dentistry and their opinion on the effectiveness of the hybrid model of learning implemented during the final months of the COVID-19 pandemic. Therefore, the first objective of this study is to know the different degrees of depression among dental students at the Faculty of Dentistry of the University of Salvador. The study's second objective is to know the opinion on the effectiveness of the hybrid learning model that the University has implemented during the final months of the pandemic.

Materials and methods

Study type

This was an observational, descriptive, and analytical study. The questionnaires used in this study were distributed to dental students at the Faculty of Dentistry of the University of Salvador between October, November, and December 2021 (Tables 1 and 5). The questionnaires were applied individually through the google forms platform.

Table 1 Questionnaire to determine levels of depression of dental students (PHQ-9)

Over the last four weeks, how often have you been bothered by any of the following problems?	Not at all days			
	Not at all	Several days	More than half the days	Nearly every day
1. Little interest or pleasure in doing things?	0	1	2	3
2. Feeling down, depressed or hopeless?	0	1	2	3
3. Trouble falling asleep, staying asleep, or sleeping too much?	0	1	2	3
4. Feeling tired or having little energy?	0	1	2	3
5. Feeling afraid to do things because of what you feel like you might do or have done?	0	1	2	3
6. Feeling bad about yourself—past or present? Do you feel you're a failure or have let yourself or your family down?	0	1	2	3
7. Trouble concentrating on things, such as reading, the news, or watching television?	0	1	2	3
8. Moving or speaking so slowly that other people could have noticed? Or, the opposite—moving so quickly or so fast that you have been moving around the house frantically?	0	1	2	3
9. Thoughts that you would be better off dead or hurting yourself in some way?	0	1	2	3

Table 2 Demographic characteristics from the questionnaire about the hybrid learning mode

1. Age (mean (range))	21 (17–36)
2. Gender	Frequency (%)
Male	115 (23)
Female	247 (75)
3. Semesters	Frequency (%)
I	135 (27)
II	138 (30)
III	89 (18)
IV	25 (5)
V	31 (6)
VI	27 (6)
XIV	45 (10)

*The results are reported by frequency and percentage

Inclusion and exclusion criteria

Inclusion criteria were enrolled students, students of both genders, and students of any age. The exclusion criteria were: students dropped out during the period of application of the questionnaires.

Table 3 Association between levels of depression with age group, gender, and semester of dental students

Factors	No depression	With depression	Total	Chi-square	p-Value
Age groups					
< 21	121	150	271	1,65.3	0.0046
≥ 21	65	97	162		
Gender					
Female	31	186	217	127.71	0.0007
Male	83	117	196		
Semesters					
I	147	176	323	0.9313	0.3306
Ad- vanced	69	89	158		

*p < 0.05 indicates a significant association with depression.

Table 4 Demographic characteristics from the questionnaire about the hybrid learning mode

1. Age (mean (range))	21 (17–36)
2. Gender	Frequency (%)
Male	115 (23)
Female	247 (77)
3. Semesters	Frequency (%)
I	135 (27)
II	138 (28)
III	89 (18.6)
IV	25 (5)
V	31 (6.3)
VI	32 (6.7)
X	35 (7.3)
XI	35 (7.3)
XIV	43 (9.5)

*The results are reported by frequency and percentage

Ethical approval

The approval of the ethics committee of the University of El Salvador was obtained.

Questionnaire to determine levels of depression of dental students

The questionnaire used to determine the levels of depression of dental students was the Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9). This questionnaire consisted of two parts: the first included nine questions, and the second included a single question [13]. The PHQ-9 is a questionnaire that evaluates the presence of depression symptoms in the last four weeks. The questionnaire classified the symptoms into 4 degrees of depression, which were:

- Minimal/no depression (score: 0–4).
- Mild depression (score: 5–9).
- Moderate depression (score: 10–14).
- Severe depression (score: 15–27).

In a recent study, the PHQ-9 showed good sensitivity (0.88), specificity (0.85), and 95% confidence interval

Table 5 Questionnaire to evaluate the attitude of students towards the hybrid learning mode

Questions	Answers	Frequency	%	95% confidence interval
4. I am satisfied with the effectiveness of learning from the courses.	Strongly agree	29	8.4	0.044–0.091
	In agreement	90	26.0	0.183–0.339
	Neutral	227	66.1	0.45–0.849
	In disagreement	63	18.4	0.124–0.23
	Strongly disagree	19	5.5	0.03–0.066
5. The learning effectiveness of online courses is better than that of face-to-face courses.	Strongly agree	11	3.1	0.017–0.067
	In agreement	22	6.3	0.031–0.073
	Neutral	135	38.9	0.257–0.518
	In disagreement	157	45.7	0.293–0.655
	Strongly disagree	134	37.4	0.234–0.518
6. I think that professional development format courses could change to online courses.	Strongly agree	18	4.9	0.024–0.035
	In agreement	55	15.7	0.052–0.107
	Neutral	97	27.8	0.176–0.255
	In disagreement	156	44.5	0.281–0.591
	Strongly disagree	146	41.3	0.260–0.568
7. Are you worried that COVID-19 will create financial pressures for your school students?	Strongly agree	144	41.0	0.276–0.554
	In agreement	167	48.0	0.317–0.637
	Neutral	117	33.1	0.21–0.465
	In disagreement	18	5.2	0.02–0.029
	Strongly disagree	1	0.3	0.004–0.007
8. Are you worried that the pandemic will affect your learning?	Strongly agree	136	38.7	0.244–0.536
	In agreement	135	38.6	0.235–0.532
	Neutral	60	17.0	0.11–0.262
	In disagreement	9	2.5	0.006–0.033
	Strongly disagree	3	0.7	0.001–0.020
9. My institution quickly adapted to hybrid learning.	Strongly agree	46	12.6	0.080–0.139
	In agreement	147	42.1	0.282–0.570
	Neutral	19	5.4	0.026–0.069
	In disagreement	45	12.6	0.080–0.139
	Strongly disagree	29	8.1	0.044–0.091
10. My institution has organized e-learning appropriately.	Strongly agree	44	12.3	0.072–0.129
	In agreement	140	39.2	0.239–0.577
	Neutral	175	48.8	0.300–0.617
	In disagreement	26	7.3	0.03–0.116
	Strongly disagree	11	3.0	0.013–0.046
11. My institution has provided students with training on teaching tools and software used for distance learning.	Strongly agree	57	15.7	0.094–0.11
	In agreement	137	38.0	0.216–0.534
	Neutral	135	38.0	0.220–0.511
	In disagreement	93	26.0	0.170–0.216
	Strongly disagree	23	6.3	0.036–0.064
12. For the online classes, I mainly used the following equipment:	Laptop/desktop pc	356	73.8	0.716–0.823
	Smartphone	90	18.9	0.163–0.239
	Tablet	3	0.7	0.004–0.027
	Connectors in an institution outside of the university (for example, public library, internet café)	1	0.2	0.000–0.014
13. For the online classes, I mainly used the following network:	Own network	387	81.2	0.601–0.914
	Mobile data	68	14.0	0.119–0.217
	Public access point	1	0.2	0.000–0.014
	Network in an institution outside of the university (for example, public library, internet café)	2	0.4	0.000–0.017

Table 5 (continued)

Questions	Answers	Frequency	%	95% confidence interval
14. The instructions given by professors (lectures, exam models, task solving, etc.) are adapted to distance learning.	Strongly agree	39	8.6	0.092–0.117
	In agreement	130	35.2	0.286–0.377
	Neutral	165	43.9	0.263–0.456
	In disagreement	54	11.9	0.061–0.153
	Strongly disagree	24	5.3	0.035–0.079
15. Most teachers are making an effort to be flexible distance learning.	Strongly agree	86	13.2	0.159–0.234
	In agreement	191	42.3	0.276–0.469
	Neutral	125	27.7	0.236–0.320
	In disagreement	36	8.0	0.057–0.109
	Strongly disagree	12	2.7	0.014–0.047
16. Generally, the teaching materials are adequate for the technical demands of the learning.	Strongly agree	31	8.0	0.047–0.066
	In agreement	164	26.3	0.216–0.409
	Neutral	180	41.6	0.310–0.453
	In disagreement	36	12.1	0.091–0.154
	Strongly disagree	11	2.9	0.016–0.040
17. The class has been generally organized and adapted to online learning.	Strongly agree	57	12.6	0.097–0.151
	In agreement	170	37.6	0.211–0.421
	Neutral	176	38.9	0.274–0.436
	In disagreement	48	8.7	0.063–0.114
	Strongly disagree	1	2.1	0.011–0.014
18. Which of the following was the most used methodology to teach?	On the classes in Zoom	62	13.9	0.100–0.173
	On the classes in Teams	21	5.3	0.031–0.079
	On the classes in Google Classroom	171	37.3	0.293–0.421
	On the classes on the university platform	161	36.0	0.255–0.417
	WhatsApp groups	2	0.4	0.000–0.017
Other or weekly tasks	11	2.4	0.012–0.044	
19. I am concerned about the lack of specialized education.	Strongly agree	260	51.9	0.372–0.634
	In agreement	125	27.7	0.236–0.320
	Neutral	44	9.7	0.072–0.129
	In disagreement	1	0.2	0.000–0.014
	Strongly disagree	9	2.4	0.000–0.017
20. I am afraid that will not be possible to make up for the lack of practical education during my studies.	Strongly agree	171	37.8	0.233–0.474
	In agreement	146	33.0	0.286–0.375
	Neutral	104	23.0	0.192–0.272
	In disagreement	31	6.7	0.031–0.066
	Strongly disagree	5	1.1	0.004–0.027
21. I feel safe with the measures adopted by my institution to continue with clinical and auxiliary practices.	Strongly agree	74	16.1	0.131–0.201
	In agreement	140	31.0	0.267–0.354
	Neutral	160	34.1	0.229–0.420
	In disagreement	72	15.5	0.094–0.126
	Strongly disagree	26	5.8	0.038–0.081
22. I feel confident in serving patients in clinical practices.	Strongly agree	77	16.4	0.098–0.136
	In agreement	91	20.0	0.174–0.251
	Neutral	167	36.9	0.226–0.416
	In disagreement	90	19.9	0.163–0.259
	Strongly disagree	33	7.7	0.089–0.151

Table 5 (continued)

Questions	Answers	Frequency	%	95% confidence interval
25. The pandemic has affected my mental capacity, and this is reflected in the quality of the treatments I perform.	Strongly agree	74	16.4	0.131–0.207
	In agreement	118	26.1	0.221–0.304
	Neutral	196	43.4	0.587–0.460
	In disagreement	49	10.8	0.062–0.147
	Strongly disagree	15	3.3	0.019–0.055
24. Had confidence caring for patients who have recovered from COVID-19.	Strongly agree	71	15.7	0.125–0.194
	In agreement	123	27.2	0.233–0.316
	Neutral	175	38.7	0.377–0.413
	In disagreement	25	5.5	0.034–0.083
	Strongly disagree	28	6.2	0.041–0.089

¹Values are given as frequency and percentage

(0.82 to 0.88). This study employed the Spanish version of the PHQ-9 questionnaire. The Spanish version previously reported a specificity of 88%, a sensitivity of 87%, and an accuracy of 88% [14]. The cut-off point used to determine clinically essential levels of depression (moderate to severe depression) was a value equal to or greater than 10 points [15, 16]. In addition, the questionnaire included three questions about the primary demographic data of the participants. Those three questions were about age, gender, and the year of the degree that the participant is studying [17] (Table 1).

Questionnaire to evaluate the opinion of students towards the hybrid learning model

The questionnaire to evaluate the students' opinions towards hybrid learning consisted of 24 questions. The questionnaire was developed based on questions asked in previous studies that have already been published and validated [18–20]. The wording of the questions reported in Table 5 was an English translation from the Spanish version. The first three questions were about the primary demographic data of the participants (Table 3). Questions 4–8 were about the effectiveness of online classes and factors that can affect student performance. The following three questions were about the mechanisms applied by the University to carry out online learning. Questions 12 and 13 were about the students' tools to access online classes. Questions 14–17 were about the performance of professors during online courses. Questions 18 through 24 were about students' clinical practice during the pandemic (Table 4).

Statistical Analyses

The Netquest (GIK group, Nürnberg, Germany) online application was used to obtain the study's sample size. A population of 463 students, a heterogeneity of 50%, and a confidence level of 95% were used to calculate the minimum sample size required. The minimum sample

size was 211 students. The data analysis was carried out with the software GraphPad Prism version 8.3.1. (Graph Pad Software Inc, California, USA). To obtain the level of depression of each student surveyed, we added the score of each question to get the total points. Finally, the levels of depression were divided into two categories, no depression (below 10) and depression (10 and above), by taking a recommended cut-off score of 10 [21] according to the cut-off point with a score of 10, determined in a previous study. Likewise, the different semesters reported by the students were grouped into two categories, beginning semesters (from semesters 2 to 8) and advanced semesters (from semesters 10 to 14). In both questionnaires, ages were reported as medians and ranges, and gender and semester studied were reported as frequencies and percentages. The analysis of factors associated with depression was performed using the Chi-square test. Cronbach's alpha was calculated for the 21 questions that comprise the questionnaire to assess the students' opinion on the hybrid learning model and the nine questions of the PHQ-9 questionnaire. The study used Cronbach's alpha calculation in RStudio version 2021.09.1+4372 "Ghost Orchid" Release (RStudio Team (2021). RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.) and used the "alpha ()" function from the "psych" package.

Results

Sample Characteristics

The total number of students who answered the mental health survey was 463. 75% of respondents were women, and 25% were men. The median age of the participants was 21 years, with a range of 17 to 36 years of age (Table 2). The total number of dentistry students who answered the questionnaire on the effectiveness of the hybrid learning model was 452. 23% were men, and 77% were women. The median age of the participants was 21 years, with a range of 17 to 36 years of age (Table 4).

Depression levels of dentistry students in El Salvador

Cronbach's alpha value for the PHQ-9 questionnaire was 0.86, with a 95% confidence interval of 0.76 to 0.92. According to the methodology of the PHQ-9 questionnaire, surveyed students' levels of depression were classified into four groups, shown in Fig. 1. The entire study population answered the questionnaire (163 students). 43% of the students reported severe depression, 23% of the students reported moderate depression, and 29% of the students had medium depression. Finally, only 14% of the students did not present depression, or it was minimal (Fig. 1). Regarding the association of the variables of age group (<21,>21), gender, and semester studied (initial or advanced) with the different levels of depression, only gender showed a significant association.

Hybrid Learning Model Assessment

Regarding the questionnaire on the attitude and effectiveness of the hybrid model during the pandemic, Cronbach's alpha value was 0.71 (acceptable) with a 95% confidence interval of 0.64–0.82.

Effectiveness of online classes and factors that can affect student performance (Questions 4–8)

Most students were neutral about the effectiveness of online learning, followed by disagreement with online learning (about 60%). Likewise, most students disagreed

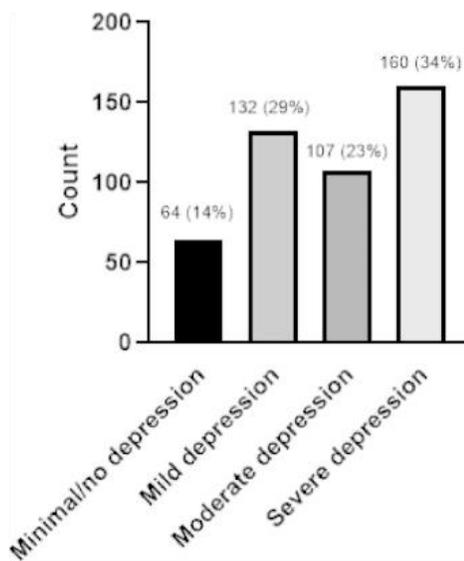


Fig. 1 Results of the PHQ-9 questionnaire, percentage of the different degrees of depression

that the clinical practice laboratories could be taken online (about 67%), and most agreed that the epidemic would affect their learning and cause economic problems (about 66%).

Mechanisms applied by the University to carry out online learning (Questions 9–11)

42% of students considered that the University quickly adapted to the hybrid model, and the other 42% had a neutral opinion (question 9). Likewise, approximately 43% of students considered that the University organized online learning adequately, while the other 40% had a neutral opinion (question 10). Finally, 37% of the students considered that the institution provided adequate tools and training for online learning, while 36.5% had a neutral opinion (question 11).

Students' devices to access online classes (Questions 12 and 13)

Around 80% of the students had their own laptop/desktop pc and internet network.

Professors' performance during online classes (Questions 14–17)

Approximately 40% of the students agreed that the instructions given by the professors were well adapted to distance learning, while the other 60% had a neutral opinion (question 14). 60% of the students considered that the professors made an effort to facilitate distance learning for their students (question 15). Forty-three-point-2% of the students felt that the teaching materials during online learning were adequate, and about 40% had a neutral opinion (question 16). Approximately 40% of the students consider that the teachers have adapted to distance learning, while the other 60% had a neutral opinion (question 17).

Platforms used for online learning (question 18)

The three leading platforms used for online learning were the university platform, google classroom, and zoom.

Students' clinical practice during the pandemic (Questions 19–24)

90% of students were concerned about the lack of clinical practice (question 19). 70% of the students considered that they could not recover the clinical and laboratory course during the rest of their studies (question 20). Around 40% of the students feel safe with the measures taken by the University to continue with clinical practices and laboratories, while the other 60% had a neutral opinion (question 21). Only 30% of students felt safe when treating patients, 37% had an impartial idea, and the remaining 23% did not feel safe (question 22). Approximately 53% of the students did not consider that they had

lost manual dexterity during the pandemic (question 23). Finally, about 42% of the students felt safe when treating patients who recovered from COVID-19, while approximately 40% had a neutral opinion (question 24).

Discussion

The study's objectives were to know the degrees of depression of dental students during the contingency due to the COVID-19 pandemic and dental students' opinions of hybrid learning implemented by the University of El Salvador Faculty of Dentistry during the COVID-19 pandemic. As far as we know, no studies have been carried out in Latin American countries where the presence of depression in dental students was investigated and where the opinion of students regarding the hybrid learning model was analyzed.

The PHQ-9 was the questionnaire used in this study to detect levels of depression in dental students [22]. This questionnaire has been widely used in previous similar studies [22, 23]. Other widely used questionnaires for the same purpose are the DASS-21 and HADS questionnaire [10, 24]. The total number of students who answered the PHQ-9 questionnaire was 463. Our study has the second largest sample size, only after the survey by Siddiqui & Qian (2021), in which the sample size was 655 students. Likewise, this study has the first place in sample size (463 students) in a Latin American country [25]. The second place is occupied by the study by Medeiros et al. in Brazil, with a sample size of 113 students [10].

The median age of the students who answered the two questionnaires was 21. This data coincides with similar studies in which a mean age of 21 was reported [10]. However, there are studies where the average age reaches 25 [24]. In this study, the percentage of women and men was 75% and 25%, respectively. These percentages are similar to those reported by previous studies. For example, in the survey by Medeiros et al., the authors noted that of the sample studied, 77% were women and, 23% were men [10]. In the German study by Mekhemar et al., the authors reported a percentage of women of 74% and men of 26% [26]. Two studies conducted in Malaysia reported 79% women and 21% men [25, 27]. Shailaja et al. reported 82% of women and 18% of men [28]. On the other hand, Hakami et al. reported more balanced percentages of men and women. The authors reported 55% women and 45% men [29]. The differences in the average age and the ratios of men and women between this study and previous studies are mainly due to the different populations studied. The differences in the number of respondents between the two questionnaires are because the questionnaires were applied independently.

Before the COVID-19 pandemic, depression in dental and medical students was approximately 28% in the US [30, 31]. Previous studies on the prevalence of depression

during the general population pandemic report range from 12 to 31% [32, 33]. Deep et al. surveyed the pandemic in which they reported a 9% prevalence of depression in 199 dental students; in this study, the authors used the PHQ-9 questionnaire [34]. Knipe et al. also used the PHQ-9 questionnaire during the pandemic to report the prevalence of depression in dental students. The authors found a prevalence of depression of 35.4% in 344 dental students [35].

This study's prevalence of moderate and severe depression (>10) was 57%. The increased prevalence of depression may be due to the COVID-19 pandemic, which exerts more psychological stress on dental students than they experience under normal conditions. This percentage coincides with similar studies also carried out during the covid-19 pandemic. For example, Medeiros et al. reported with the PHQ-9 a prevalence of depression of 39.4% in 113 dental students in Brazil during the COVID-19 pandemic [10]. Chi et al. also registered with the PHQ-9 a prevalence of depression of 14.4% in 14 US dental students. However, the author's sample size was meager, invalidating the results [23]. Kwaik et al. reported a 70% prevalence of depression in 305 Palestinian dental students. However, the questionnaire used for screening for depression was not the PHQ-9; the authors used the DASS-21 questionnaire, which could explain the high percentage of depression reported [36]. Hakami et al. used the DASS-21 questionnaire to register a prevalence of depression of 60.7% in 422 Saudi Arabian students [29]. Gas et al. used the DASS-21 questionnaire to report a prevalence of depression of 27.2% in 190 dental students from Turkey [37]. It is crucial to consider that the studies mentioned above were carried out during the initial and intermediate stages of the development of the pandemic. In contrast, our research was carried out in the final step. This difference in methodology could explain the considerable variation in the reported percentages of depression questionnaires used to detect depression and the different sample sizes. Finally, our study found a positive association between the degree of depression and female gender, coinciding with the report by Medeiros et al. [10]. However, other studies do not find an association between gender and levels of depression [25]. In general, this study's prevalence of depression in dental students (57%) is higher than that reported in previous studies in Europe, Asia, and North America. For example, in a study that analyzed the mental health of medical science students (including dental students) in 9 countries, an overall prevalence of depression of 40% was found. This study included the countries of Mexico, Colombia, Venezuela, Chile, Brazil, Spain, Germany, Italy, and Japan [38].

A study in the USA reported a prevalence of depression of 14.4% [23]. Two studies conducted in India registered

a prevalence of depression of 53.5% and 20% [22, 28]. Alfadley et al. reported a prevalence of depression of 10.9% [24]. Likewise, two studies in Malaysia reported depression in dental students at 24% and 33.6% [25, 27]. In addition, some studies report that COVID-19 infection in relatives of dental students multiplies by three the probability that they will develop symptoms of depression [39]. The above analyses were conducted during the COVID-19 pandemic and in dental students.

Regarding dental students' attitudes towards the hybrid learning, questions 4 through 8 assess the effectiveness of online classes. Most dental students were neutral (50%) or disagreed (55%) on the efficacy of online learning, which coincides with similar studies reporting that 45% of dental students surveyed indicate that online learning needs to improve to be more effective [19]. In questions 9, 10, and 11 were about the mechanisms applied by the University to carry out online learning, 40% of the students had a neutral opinion, and another 40% agreed that the faculty had adequately adapted to the hybrid model and provided the appropriate tools for online learning. In a study in Jordan, students reported feeling comfortable (54%) with how the faculty implemented online teaching [20]. So, the hybrid model applied in the faculty of El Salvador has a degree of acceptance similar to those used in other parts of the world. Likewise, in this study (questions 12 and 13), 80% of the students had the necessary tools to take classes online. Access to online courses is similar to other studies; for example, in a survey conducted in India, 86.1% of students reported accessing online classes regularly [40]. In questions 14–17 (professors' performance during online courses), 40 and 60% of the students consider that the teachers adapted excellently to online teaching. A similar study affirms this data in Italy, where dental students indicated that 70% of teachers had successfully adapted to online instruction [41]. In this study, the most used platforms to take classes online were the university platform, google classroom, and zoom. These data are very similar to a study in Brazil, where the leading platforms were virtual meetings (Zoom/Skype), the educational platform Moodle and the University system [42]. In questions 19–24 (students' clinical practice during the pandemic), 90% of dental students are concerned about the lack of clinical practice. Several similar studies during the COVID-19 pandemic are consistent with these findings. For example, Etajuri et al. report that more than 50% of dental students do not feel satisfied with the clinical practice received during the pandemic [43]. Hattar et al. said 87% of dental students indicated their clinical practices were affected during the pandemic [20]. Finally, in this study, less than half of the students reported feeling safe when treating patients or with the protection measures adopted by the faculty. This trend has been reported in previous studies [44]. The

general result of the questionnaire on the hybrid learning model indicates that the students were not affected by this learning model, which seems to contradict the depression levels obtained in this study and the results of similar studies. For example, a study conducted at a Lebanese University reported that online learning is associated with increased levels of depression in students [45]. A survey of students from public and private universities in Malaysia reported similar results [46]. The different results between the studies mentioned above and ours could be due to other diagnostic methods for depression and the diverse populations of students and university courses.

Likewise, each region's economic, social, and personal factors can affect the prevalence of depression in students [47]. Latin American countries face aspects of their socioeconomic conditions that can affect mental health—for example, the lack of food in various areas of difficult access [48]. Alfayumi-Zadna et al. reported that some economic and social factors that increased depression in Israeli students during the pandemic were: low income, job loss, region of residence, marital status, whether they own their home or not, and income level [49]. Yin et al. reported that medical students with low social support were more likely to have high levels of depression [50]. Browning et al. conducted a study in seven states in the United States where they analyzed the social and economic factors that affected students' mental health during the COVID-19 pandemic. The main factors that influenced the students' mental health were: not being in good health, spending little time outdoors, having low income, spending much time in front of the computer, and being a woman. The latter coincides with previous studies that have reported a higher prevalence of depression in women due to different factors such as hormones, interpersonal violence after childhood, body shame and dissatisfaction [51].

Gębska et al. analyzed the relationship between the appearance of physical symptoms (Stomatognathic System Disorders) and the stress generated during the COVID-19 pandemic in physiotherapy students. The authors found a connection between physical symptoms and students with type D personality ('distressed personality') [52]. Type D personality is a type of personality with the characteristic of being more susceptible and generating higher stress levels in complicated situations such as the COVID-19 pandemic. Due to the above, people with this personality type are also more vulnerable to developing moderate or severe levels of depression [53, 54]. With the presence of psychological disorders such as depression, not only did the frequency of temporomandibular disorders increase in students but also increased bruxism associated with depression in dental students during the pandemic [55]. Shailaja et al. reported that

cyberchondria (when the excessive search for information about a disease on the internet increases the concern about the said disease) is also associated with high stress, anxiety, and depression levels in dental students during the COVID-19 pandemic [28].

Other studies have reported the co-occurrence of psychological disorders and alcohol abuse [56]. For example, the study by Fernandez et al. reported a relationship between alcohol abuse and moderate or severe anxiety levels in dental students in various regions of Brazil during the COVID-19 pandemic [57]. In addition, alcohol abuse by college students during the COVID-19 pandemic was associated with increased suicidal behavior [58–60]. The study by Chang et al. reported that students from rural areas and non-medical majors had fewer psychological symptoms (most had anxiety) compared with students from the suburbs and in medical majors (most had depression) [61]. As reported by Sanabria-Mazo et al., perhaps one of the main factors influencing the development of depression in Latin American students is social inequities (such as income level, employment status, education level, ethnic group, area of residence, and religion) [62]. Likewise, one way to reduce the psychological impact of COVID-19 on Latin American students is through self-employment and entrepreneurship, which helped reduce economic and social inequalities during the pandemic [63].

One of this study's strengths is that the sample size was more extensive than most studies in similar populations. In addition, it was possible to analyze practically the entire population of interest in this study. Regarding the limitations, the questionnaires were applied individually, so we could not determine associations between the variables. The questionnaires were only used in one University, so it is difficult to extrapolate the results to the population of dental students throughout the country.

Conclusions

According to the results of this study, 57% of the students presented moderate or severe levels of depression, which makes them candidates for receiving psychological attention. Therefore, this article contributes to a better understanding of this problem in this type of population [12]. Regardless of the levels of depression, the opinion of the students towards the hybrid learning model turns out to be quite good.

Acknowledgements
Not applicable.

Author's Contribution

Conceptualization, Marco Felipe Orozco, Wendy Yesenia Escobar de Gonzalez and Miguel Angel Santana; Data curation, Marco Felipe Orozco, Wendy Yesenia Escobar de Gonzalez, and Ricardo Martinez Rider and Nuria Patiño Marín; Formal analysis, Nuria Patiño Marín and Ricardo Martinez Rider; Investigation, Juan Carlos Hernandez Cabanillas, Ivan Acosta, Ricardo Martinez Rider and

Miguel Angel Santana; Methodology, Marco Felipe Orozco, Wendy Yesenia Escobar de Gonzalez and Jesus Ramón Castillo-Hernandez; Supervision, Jesus Ramón Castillo-Hernandez, Juan Carlos Hernandez Cabanillas, Ricardo Martinez Rider and Ivan Acosta; Writing – original draft, Marco Felipe Orozco and Miguel Angel Santana; Writing – review & editing, Nuria Patiño Marín, Jesus Ramón Castillo-Hernandez, Juan Carlos Hernandez Cabanillas, Ivan Acosta, and Miguel Angel Santana.

Funding
Not applicable.

Data Availability
The datasets used and analyzed during the current study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Declarations

Ethics approval and consent to participate
The protocol was approved by the ethics committee of the University of El Salvador; all participants signed informed consent before their participation. All methods were performed in accordance with the relevant guidelines and regulations.

Consent for publication
Not applicable.

Competing interests
I declare that the authors have no competing interests as defined by BMC or other interests that might be perceived to influence the results and discussion reported in this paper.

Received: 15 November 2022 / Accepted: 3 April 2023
Published online: 14 April 2023

References

1. WHO. Global. El Salvador [Internet]. WHO. Global El Salvador. [citado 22 de julio de 2022]. Disponible en: <https://covid19.who.int/region/amro/country/el-sv>
2. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*. 2020;395(10223):497–506.
3. Miller L, Lukovitz E, Wagener G. Guiding airway management and personal protective equipment for COVID-19 intubation teams. *Br J Anaesth*. 2020;125(3):e288–90.
4. Daniel SJ. Education and the COVID-19 pandemic. *Prospects* 2020;49(1):91–6.
5. Jum'ah AA, Elsaleh L, Loch C, Schwass D, Branton PA. Perception of health and educational risks among dental students and educators in the era of COVID-19. *Eur J Dent Educ*. 2021;25(3):506–15.
6. Alsharif AT, Alsharif B, Alsharif L, Akhagan N, Matt o ZS, Kasim S. E'ectiveness of WhatsApp as a part of a hybrid learning environment: an opportunity for post-COVID-19 pandemic pedagogy. *J Contemp Dent Pr* 2020;21:1331–6.
7. Elkhatat AM, Al-Muhtaseb SA. Hybrid online-flipped learning pedagogy for teaching laboratory course to mitigate the pandemic COVID-19 confinement and enable e'ective, sustainable delivery: investigation of retaining course learning outcome. *SN Soc Sci*. 2021;1(5):1–16.
8. Goldmann E, Galea S. Mental health consequences of disasters. *Annu Rev Public Health*. 2014;35(1):169–83.
9. Saleh D, Camart N, Romo L. Predictors of stress in college students. *Front Psychol* 2017;8:19.
10. Medeiros RAD, Vieira DL, Silva EVFD, Rezende LVMDL, Santos RWD, Tabata LF. Prevalence of symptoms of temporomandibular disorders, oral behaviors, anxiety, and depression in Dentistry students during social isolation due to COVID-19. *J Appl Oral Sci*. 2020;28.
11. Santabarbara J, Idoiaga N, Ozamiz-Etxebarria N, Guano-Notiv o I. Prevalence of anxiety in dental students during the COVID-19 outbreak: a meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(20):10978.

12. Santosárbora J, Ozamiz-Etxebarria N, Diezga M, Gárate S, Ruiz-Arocas J. Meta-analysis of the prevalence of depression in dental students during COVID-19 pandemic. *Medicine*. 2021;90(7):1–8.

13. Spitzer RL, Kroenit K, Williams JB, Gandek B. Quality of life in medical students. *Am J Public Health*. 1995;85(8):1137–41.

14. Sica-Quevedo C, Rengifo J, Sánchez-Pineda L, García-Rodríguez R. Satisfaction and utility of the patient health questionnaire-9 in diagnosing mental disorders in 1100 cancer hospital inpatient participants. *Psychosom Med*. 2001;63(4):497–505.

15. Mamede I, Galooyan RM, Liu L. A diagnostic meta-analysis of the Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9) screening method as a screen for depression. *Gen Hosp Psychiatry*. 2013;37:167–73.

16. Kroenit K, Spitzer RL, Williams JB. The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure. *J Gen Intern Med*. 2001;16:146–52.

17. Jais B, Benoit A, Hombès P. A Study of Patient Health Questionnaire 9 (PHQ-9) Screening Method among Depressed Elderly Participants. *Acta Medica (Lyon)*. 2016;36(5).

18. Cheng H, Liu S, Wei W, Ewehahai A, Li Y, Aiyemen S. Dental education changed by COVID-19: students' perceptions and attitudes. *PLoS One*. 2021;16(11):1–8.

19. Lujak L, Čuček M, Berićina A, Malša S, Čavčić K. Stress, Attitudes and concerns of undergraduate dental students in Croatia regarding the impact of the COVID-19 pandemic. *Int J Academic Res*. 2021;13(1):1–11.

20. Hattar, Al-Zahrani A, Nawar HA, Al-Hassan A, Al-Mutairi A, Waheed H. Impact of COVID-19 pandemic on dental education: online experience and practice expectations among dental students at the University of Jordan. *BMC Med Educ*. 2021;21(1):1–10.

21. Maiti L, Ghosh S, Majumdar D. Optimal cut-off score for diagnosing depression using the Patient Health Questionnaire (PHQ-9) meta-analysis. *PLoS One*. 2019;14(12):1–14.

22. Crenshaw L, Smith RB, Ramirez R. An exploratory stress during COVID-19 pandemic among dental students: a cross-sectional survey. *Eur J Dent*. 2020;14(5):1070–8.

23. Chidi DL, Randall CL, Chidi DL. Dental stress, mental health and intention to leave the profession during the COVID-19 pandemic. *J Am Dent Assoc*. 2021;152(2):26–34.

24. Sankaranarayanan A, Janjari A. Psychological impact of the COVID-19 pandemic on dental students in South India: a cross-sectional survey. *Indian J Indian Dent*. 2020;19(3):508.

25. Siddiqui TS, Carr C. Psychological impact of the COVID-19 pandemic on dental students during COVID-19 pandemic. *Med J Dr Dent Pat*. 2020;16(1):1–10.

26. Mollmann V, Müller S, Schell C. Corona-19 dental students in Germany: a longitudinal COVID-19 pandemic psychological assessment. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(1):1–11.

27. Saravanan R, Jafar AS, Ibrahim M, Al-Nahyan. The Effect of COVID-19 Pandemic on Psychological Well-being of Dental Students at a Malaysian Public University. *Jum'atam Malaysia*. 2020;15(1):202.

28. Shetty B, Shetty S, Choudhary S, Thykath M. Dealing cyberbullying and its implications in dental students amid COVID-19. *Indian J Psychiatry*. 2020;52(2):227.

29. Giamprini F, Khoshdel S, Vahedi M, Hakeem A, Bessiri AM, Jalebi A, et al. Psychological Impact of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic on dental students: a nationwide study. *J Dent Educ*. 2021;85(4):484–501.

30. Toppoescu LS, Ramos RB, Torres M, Segura J. Patient Health Questionnaire-9 depression, compulsive symptoms, and suicide ideation among medical students: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2016;316(11):1214–26.

31. Jermolov A, Vasilevskis EK, Jurgis GM, Štepec N. High depressive symptom prevalence in dental students associated with a stressful and challenging profession. *Dent Educ*. 2020;84(7):771–80.

32. Jozsi K, Sharma M, Bara T, Singh T, Schreinerfeld H. Assessing the psychological impact of COVID-19 among college students: an overview of the literature. *Int J Dent*. 2021;10:227.

33. Wang Y, Wang H, Wang X, Liu D, Li Z, Zhang X. The prevalence of anxiety and depression symptoms in the dentists for psychological knowledge and interventions with college students during COVID-19 epidemic: a large cross-sectional study. *J Affect Disord*. 2020;275:166–93.

34. Deep GR, Brahm S, Carron C, Kiser P, Jankin D, Golob-Debbas, Burns J. Depression and suicide ideation in dental and dental hygiene students. *Eur J Dent Educ*. 2019;23(2):169–74.

35. Kuroki M, Ishiguro C, Gilman J, Zimreck J, Mochizuki M, Li M, et al. Health-related quality of life among dental students: a cross-sectional survey. *BMC Health Serv Res*. 2018;18(1):1–6.

36. Abu-Kwaik A, Saleh T, Taradneh Y, Khatib F. Stress, anxiety and depression among dental students in times of the COVID-19 pandemic. 2021.

37. Geys B, Dey-Gozayli H, Cizmeci Aydin S. The association between sleep quality, coping strategies and anxiety levels among pre-dental and dental students among dental students during the COVID-19 pandemic. *BMC Public Health*. 2021;21(1):1–6.

38. Al-Jawhri B, Drough C. The effect of the COVID-19 pandemic on dental students' mental health: a cross-sectional study. *PLoS One*. 2022;17(1):1–10.

39. Morales-Hortizo M, Ceballos-Lima J, B. Cortés P, García J, López-Castaño M, García-Luna G, et al. Quality of Life of Dental Psychology Students and Professors and Their Relationship during COVID-19: A Cross-sectional Study. *PLoS One*. 2022;17(1):1–12.

40. Shrivastava R, Nigam S, Anand S, Marwaha A, Kulkarni S. Dental students' perception to evaluate the outcome of the dental education system among undergraduate dental students to address the COVID-19 pandemic. *Eur J Dent Educ*. 2022;26(1):25–30.

41. Narsari R, Samrathi S, Singh S, Singh B, Jaisankar V. Dental education changes during the COVID-19 pandemic period: a study on undergraduate students' feedback on computer-aided learning strategies. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(1):1–10.

42. Shrivastava R, Nigam S, Marwaha A, Kulkarni S, Kulkarni S. Distance learning during social seclusion by COVID-19 pandemic: the quality of life of undergraduate dental students. *Eur J Dent Educ*. 2021;25(1):24–34.

43. Jaisankar V, Nigam S, Marwaha A, Kulkarni S. A study on the dental students' perspectives on online learning in the physical and mental health during COVID-19 pandemic. *PLoS One*. 2021;16(12):1–10.

44. Ayo, P, S, Alkhalaf A, Alghamdi S, Alomari K, Alshwaghi A, Jaisankar V, et al. Identifying and the COVID-19 pandemic on dental students' attitudes and practices among the social and dental students. *Port Med*. 2021;18(3):1521.

45. Tawseel M, Samaha A. Exploring Depression, Anxiety, and Stress Symptomatology among Lebanese University Students during COVID-19. *Journal of the Wiley Online Library*. 2021;10(1):1–10.

46. Mohd F, Nigam S, Marwaha A, Kulkarni S. Learning and COVID-19 on dentists: Health status of dentistry students in Malaysia. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(1):1–10.

47. Jaisankar V, Crockett MA, Pardo-Cordero M, Carrillo-Malagón C, Chaurio-Rodríguez M, Gómez-Carrón J, et al. Social and Economic Factors Associated With Subjected to a Major Depressive Disorder in University Students During the COVID-19 pandemic. *PLoS One*. 2022;17(1):1–10.

48. Jaisankar V, Crockett MA, Pardo-Cordero M, Carrillo-Malagón C, Chaurio-Rodríguez M, Gómez-Carrón J, et al. Social and Economic Factors Associated With Subjected to a Major Depressive Disorder in University Students During the COVID-19 pandemic. *PLoS One*. 2022;17(1):1–10.

49. Aiyemen S, Zaidan S, Ghannem A, Younis L, Weirath M, Othman K. COVID-19 and Young University Public Health Education Students: Is Just Social, Economic and Academic Factors? *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(1):1–10.

50. Yang Y, Peng S, Gao L, Zhang S, Qi W, Zhang L, et al. The association between social support, COVID-19 exposure, and medical students' mental health. *Trent Psychiatry*. 2021;1(2):1–10.

51. Frowning M, Larsson J, Feroz-Ware L, Jorgon A, McKeon D, McKeon D, et al. Psychological Impacts from COVID-19 among University Students: A Cross-sectional Study. *PLoS One*. 2021;16(1):1–10.

52. Gebrina M, Zaleski B, Palko B, Koroluk, Sobolewski E. The impact of personality and personality disorder on the development of panic disorder during the COVID-19 pandemic. *J Clin Psychol*. 2021;14(2):182.

53. Gebrina M, Koroluk B, Palko B, Sobolewski E. The impact of the COVID-19 pandemic on the development of panic disorder in the personality system. *PLoS One*. 2021;16(1):1–10.

54. Gebrina M, Zaleski B, Palko B, Koroluk, Sobolewski E. The impact of personality disorder on the development of panic disorder during the COVID-19 pandemic. *J Clin Psychol*. 2021;14(2):182.

- (TV) and depression in students during the COVID-19 pandemic. *Brain Sci*. 2021;11(2):225.
55. Szokalski, M., Aleksy, T., Jankowiak, W., Gaj, M., & Zaski, A. et al. Public risk perception and psychological distress among Polish students in mobile learning in COVID-19 pandemic. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(18):5779.
 56. Shi, K.S., Cheng, N., Athitharan, L.H., & Chen, T. Systematic literature, substance use, anxiety and mood disorders: need for digital surveys, 1999–2019: a systematic review and meta-analysis. *Drug Alcohol Depend*. 2019;194:1–13.
 57. Fernández-Rodríguez, F., Sureda, C., Garrido, M.J., de Biencosa, T., & Rodríguez, C. et al. A study of the impact of the COVID-19 pandemic on a cross-sectional study with Spanish non-alcohol-dependent students. *J. Behav. Health*. 2021;18(1):73–88.
 58. Wu, Y.N.S., Peng, C.C., Wu, C.C., & Li, L. et al. Resilience and risk factors of mental health symptoms and suicidal behavior among university students in Wuhan, China during the COVID-19 pandemic. *Front Psychol*. 2021; 12.
 59. Pratikul, S., Song, C., Jitthongkol, S., Sawan, A., Fandim, R.B., & Van, C.T. et al. Anxiety and social isolation during the COVID-19 pandemic in a university campus: a survey among Indonesian Islamic university and Islamic city students. *J. Res. Interne. Res.* 2020;2(2):290–297.
 60. Demerouti, E., Nefesi-Abril, I., Sigurdson, M., & van der Lely, A. et al. Weyhen, W. et al. Suicide risk among undergraduate students in Poland in the periods before and during the COVID-19 pandemic: results of the SABES Global national survey. *Psychol. Mon.* 2022;21–31.
 61. Zhang, J., Chen, G., Wang, D. Mental health status and influencing factors among college students during the pandemic of COVID-19. *Ann. Karol. Pol. Inst. Hig. San. Epidemiol.* 2020;64(3):171–6.
 62. Jarama-Armen, J., Bermejo-Pareja, S., Gomez, P.D., Lopez-Guadalupe, O., Mateo-Carmona, C., Carmona-Cabeza, D. et al. Social inequities in the impact of COVID-19 lockdown measures on the mental health of a large sample of the Colombian population (PEV COVID study). *J. Clin. Med.* 2021;10(22):4176.
 63. Rodríguez-Sánchez, B.S., García, G.V., & Martínez-García, J.C. Psychological health of business administration and economics students from León, A. *América Latina. Rev. Public Health*. 2020;17(1):5–9.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Effect of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanners: a meta-analysis *in vitro* studies

Louis Hardan¹, Rim Bourgi^{1,2}, Monika Lukomska-Szymanska³, Juan Carlos Hernández-Cabanillas⁴, Juan Eliezer Zamarripa-Calderón⁵, Gilbert Jorquera⁶, Sinan Ghishan⁷, Carlos Enrique Cuevas-Suárez^{5*}

¹Department of Restorative Dentistry, School of Dentistry, Saint-Joseph University, Beirut, Lebanon

²Department of Biomaterials and Bioengineering, INSERM UMR S 1121, University of Strasbourg, Strasbourg, France

³Department of General Dentistry, Medical University of Lodz, Lodz, Poland

⁴Health Sciences Faculty, Autonomous University of Baja California, Blvd Universitario 1000 Valle de Las Palmas, Tijuana, B.C. Mexico

⁵Dental Materials Laboratory, Academic Area of Dentistry, Autonomous University of Hidalgo State, San Agustín Tlaxiaca, Mexico

⁶Department of Prosthodontics, Universidad de los Andes, Santiago, Chile

⁷Private Practice, Amman, Jordan

ORCID

Louis Hardan

<https://orcid.org/0000-0001-8777-2285>

Rim Bourgi

<https://orcid.org/0000-0002-8009-2664>

Monika Lukomska-Szymanska

<https://orcid.org/0000-0002-6110-4258>

Juan Carlos Hernández-Cabanillas

<https://orcid.org/0009-0002-4700-3559>

Juan Eliezer Zamarripa-Calderón

<https://orcid.org/0000-0001-3830-5550>

Gilbert Jorquera

<https://orcid.org/0000-0001-9450-7890>

Sinan Ghishan

<https://orcid.org/0009-0001-7734-6481>

Carlos Enrique Cuevas-Suárez

<https://orcid.org/0000-0002-7759-6384>

Corresponding author

Carlos Enrique Cuevas-Suárez
Dental Materials Laboratory, Academic Area of Dentistry, Autonomous University of Hidalgo State, Circuito Ex-Hacienda La Concepción S/N, San Agustín Tlaxiaca, Hgo 42160, Mexico
Tel +52 771 72000
E-mail cecuevas@uaeh.edu.mx

Received May 25, 2023 /

Last Revision November 28, 2023 /

Accepted December 15, 2023

PURPOSE. This study aimed to investigate whether the accuracy of intraoral scanners is influenced by different scanning strategies in *in vitro* setting, through a systematic review and meta-analysis. **MATERIALS AND METHODS.** This review was conducted in accordance with the PRISMA 2020 standard. The following PICOS approach was used: population, tooth impressions; intervention, the use of intraoral scanners with scanning strategies different from the manufacturer's instructions; control, the use of intraoral scanners following the manufacturers' requirements; outcome, accuracy of intraoral scanners; type of studies, *in vitro*. A comprehensive literature search was conducted across various databases including Embase, SciELO, PubMed, Scopus, and Web of Science. The inclusion criteria were based on *in vitro* studies that reported the accuracy of digital impressions using intraoral scanners. Analysis was performed using Review Manager software (version 5.3.5; Cochrane Collaboration, Copenhagen, Denmark). Global comparisons were made using a standardized mean difference based on random-effect models, with a significance level of $\alpha = 0.05$. **RESULTS.** The meta-analysis included 15 articles. Digital impression accuracy significantly improved under dry conditions ($P < 0.001$). Moreover, trueness and precision were enhanced when artificial landmarks were used ($P < 0.02$) and when an S-shaped pattern was followed ($P \leq 0.01$). However, the type of light used did not have a significant impact on the accuracy of the digital intraoral scanners ($P > 0.16$). **CONCLUSION.** The accuracy of digital intraoral scanners can be enhanced by employing scanning processes using artificial landmarks and digital impressions under dry conditions. [J Adv Prosthodont 2023;15:315-32]

KEYWORDS

Accuracy; Computer-Aided Design; Digital impression; Intraoral scanner; Precision; Dental impression technique; Computer-assisted diagnosis

© 2023 The Korean Academy of Prosthodontics

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



INTRODUCTION

Conventional impression procedures have traditionally been used to capture the three-dimensional (3D) geometry of dental tissues. However, these methods have limitations due to the potential for errors in analogue impression material volume and the subsequent expansion of dental stone, often necessitating additional dental laboratory services.¹⁻³ In response to these challenges, intraoral scanners (IOS) have been developed for dental clinicians.^{4,5}

Critical to any lifelong dental restoration is the accuracy of the impression, which determines the marginal fit and overall quality of the final restoration.^{6,8} It's important to note that the accuracy of a measurement method should adhere to the International Organization for Standardization (ISO) guidelines, which encompass both trueness and precision (ISO 5725-1).⁷ Trueness relates to the systematic error or measurement bias between the target object and the reference object, indicating the agreement between an accepted reference value and the mean value derived from multiple test outcomes. In contrast, precision accounts for the random errors when a procedure is repeated.⁸⁻¹⁰ Prior research has reported precision and trueness values for conventional impressions for full arch models in the range of 13 - 61 mm and 20 - 55 mm, respectively, while digital impressions using IOSs have shown corresponding values of 31 - 60 mm and 40 - 59 mm.^{11,12}

Integrating an IOS into a dental practice can enhance treatment quality and the patient experience while serving as a valuable marketing tool.¹³ Therefore, it's imperative for clinicians to understand IOS technology to efficiently integrate it into chairside dentistry.⁵ These IOS devices offer various scanning settings, and scanning procedures can be customized to suit operator preferences.¹⁴ All IOS systems generate 3D models by "stitching" together multiple images captured from different angles, with the success of this merging process closely tied to the operator's steadiness during scanning.¹⁵

However, it's essential to acknowledge that IOSs have limitations, which may restrict their use in certain clinical situations. IOSs typically require a well-defined finish line geometry for accurate scan-

ning. Additionally, deep vertical preparations can impede proper light penetration for precise digital reconstruction, and environmental factors such as humidity and ambient lighting can affect the quality of the scanned surface.^{16,19}

As of now, there is not a single IOS device recognized as the gold standard for the accuracy of digital impressions in fabricating dental restorations. Therefore, the aim of this study is to investigate whether *in vitro*, the accuracy of IOSs can be enhanced through alternative techniques through a systematic review and meta-analysis. The null hypothesis for this review posits that no difference in accuracy will be observed when employing alternative techniques in contrast to the manufacturer's guidelines.

MATERIALS AND METHODS

This paper was achieved in agreement with the PRISMA 2020 guidelines.²⁰ The protocol and important documents regarding to this review were recorded at Open Science Framework (<https://osf.io/gf7b4/>). The succeeding PICOS approach was executed: population, tooth impression; intervention, the use of digital (IOS) with strategies different to those suggested by the company; control, the use of digital (IOS) concurring to the manufacturers' instructions; outcome, the accuracy (trueness and precision); type of studies, *in vitro* findings. A research question was performed: Does the use of strategies different to those recommended by the manufacturer improve the accuracy of IOS when taking a tooth impression?

1. Literature search

A search of the literature was accompanied until January 12th, 2023. The following databases were investigated: Embase, Scielo, PubMed, Scopus, and Web of Science. The search strategy and the keywords used in PubMed are outlined in Table 1; these were adapted for use in other databases. After completing the search, all identified articles were imported into the Rayyan QCRI mobile application.²¹

2. Study selection

Two experienced researchers (CECS and RB) individually evaluated the titles and abstracts of all the



Table 1. Search strategy used in PubMed

Search number	Keywords
#1	Intraoral scanner OR Intraoral scanning device OR Digital impression scanner
#2	Accuracy OR Precision OR Trueness
#3	# 1 AND #2

articles. Selection was based on the following inclusion criteria: (1) *in vitro* studies reporting the accuracy of digital impressions using IOS, (2) evaluated the accuracy of quadrant or full-arch impressions, (3) inclusion of a control group using IOS following the manufacturer's guidelines, and (4) availability of mean and standard deviation (SD) data. Review papers, case reports, case series, and documents published in languages other than English were excluded. In cases where the necessary information was lacking, the full article was thoroughly reviewed to ascertain eligibility. Additionally, the reference lists of selected articles were manually searched to identify any potentially overlooked manuscripts during the initial search, while adhering to the specified criteria. Any discrepancies in article eligibility were resolved through the judgment of a third researcher (LH).

3. Data Extraction

Relevant data from the selected articles were extracted using Microsoft Office Excel 2019 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA). This information encompassed the study's publication year, the IOS used, the tested strategies or techniques, and the primary results. In cases of missing or unclear data, the corresponding researchers of the studies were contacted via email to acquire the necessary information. Any unreceived information after a two-week waiting period was omitted from this review.

4. Quality Assessment

The risk of bias (RoB) of the manuscripts included in this review was independently assessed by two participants of the review (LH and RB) according to the evaluation of the following parameters: specimen randomization, single operator, control group, operator blinded, standardized specimens, and sample size calculation. If the authors reported the parameter, the

study received a "✓" for that parameter. In the case of not reporting the information, such parameter received a "X". The RoB was classified according to the sum of "✓" answers received: 1 to 2 denoted a high bias, 3 to 4 medium, and 5 to 6 showed a low RoB.

5. Statistical analysis

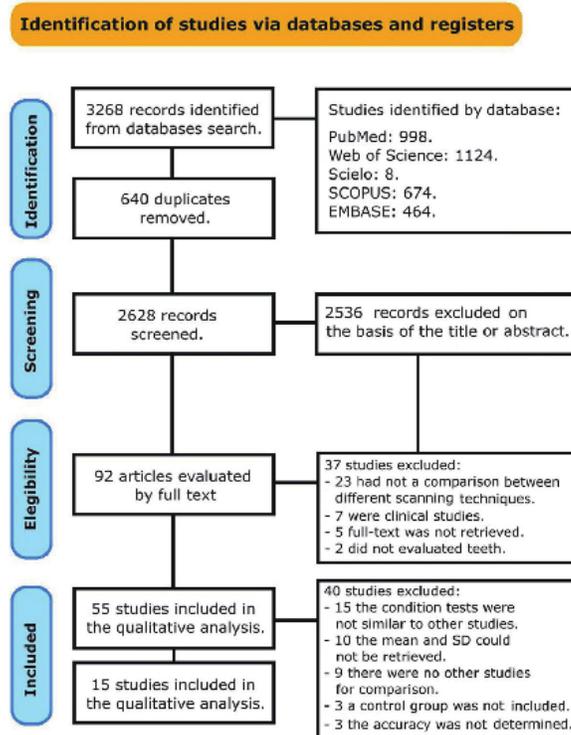
The meta-analysis was performed using the Review Manager software (version 5.3.5; The Cochrane Collaboration, Copenhagen, Denmark). A random-effect model was used for the analyses, and pooled-effect estimates were obtained by comparing the standardized mean difference of the trueness and precision of the digital models obtained following the manufacturers' recommendations against the other strategies. A *P*-value < .05 was considered statistically significant. The heterogeneity and inconsistency were measured using the Cochran Q test and the I^2 test.

RESULTS

A total of 3268 documents were initially retrieved from the various databases. After removing duplicates entries, 2628 articles were assessed by reading the title and abstract. Subsequently, 92 studies persisted for full text examination. Among these, 37 studies were excluded for the following reasons: (23) did not include comparisons between different scanning techniques,²³⁻⁴¹ (7) were clinical studies,⁴²⁻⁵¹ (5) full-text manuscripts were inaccessible,⁵²⁻⁵⁶ (1) did not assess accuracy on teeth,⁵⁷ and (1) did not use any digital IOS.⁵⁸ Ultimately, 55 documents were included in the qualitative analysis. From these, 40 articles were further excluded from the meta-analysis due to the following reasons: (15) had dissimilar test conditions compared to other studies,⁵⁸⁻⁷³ (10) lacked available mean and standard deviation data,^{6,74-82} (9) did not have other studies available for comparison,^{14,15,28,83-88} (3) did not include a control group,⁸⁹⁻⁹¹ and (3) the accuracy could not be determined.^{92,93} Consequently, 15 articles remained for the quantitative analysis.⁹⁴⁻¹⁰⁸ A flowchart of the study selection process agreeing to the PRISMA statement is presented in Figure 1.

Table 2 provides an overview of the characteristics of the studies included in the qualitative analysis. These studies evaluated various IOSs, and among

Fig. 1. PRISMA 2020 flow diagram of study identification.



the different techniques tested, the most commonly examined factors included scanning speed, scanning pattern, tip size, illuminance and color temperature of ambient light, position and operator, presence of humidity, scanning resolution, software version used, use of artificial markers, scanning distance, model

stitching, and the utilization of scanning-aid materials.

Results from the meta-analysis are described in Figures 2 - 6. Figure 2 illustrates the impact of humidity on the accuracy of digital intraoral scanners. The analysis reveals that the presence of humidity negatively affected the accuracy of digital IOSs ($P < .001$).

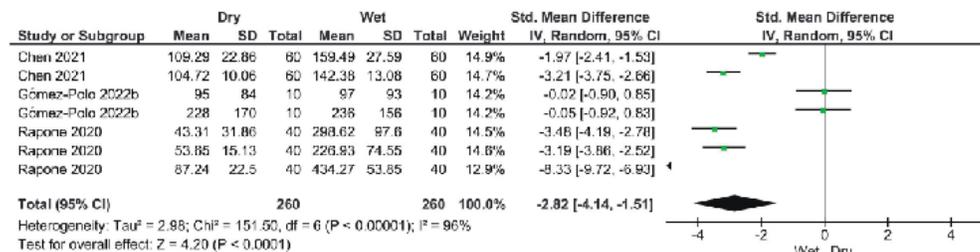


Fig. 2. Forest plot of the accuracy of intraoral scanners when used under wet or dry conditions.



Table 2. Summary of findings

Study and year	Intraoral scanner used	Strategy or technique tested	Main results
Al-ibrahim, 2021 ³³	inEos X5 (Dentsply Sirona) 3Shape D2000 (3Shape)	Scanning speed.	Different scanning speeds did not affect the precision. However, the trueness was affected between slow and standard scanning speed.
An, 2022 ²⁶	Emerald (Planmeca)	Scanning speed. Scanning patterns.	Small scanner tip adversely influenced trueness and precision. Fast scanning speed and S-shaped scan strategy has lower precision.
Alenezi, 2022 ²²	ARCTICA AutoScan (KaVo)	Scanning patterns.	Straight and zigzag scan patterns had marginal and internal gaps that were clinically recognized.
Donmez, 2022 ²⁷	TRIOS 3 (3Shape)	Scanning patterns.	After linear scan of complete arch, the rotational scanning of the palate did not develop any supplementary advantage for accuracy.
Ender, 2013 ¹²	Java COS (3MF5PF) Cerec Bluecam (Sirona Dental Systems) Cadent iTero (Cadent Ltd.)	Scanning patterns.	Full arch dental impressions were feasible with a high accuracy, if satisfactory scan approaches were implemented.
Feng, 2021 ³⁶	TRIOS 3 (3Shape)	Scanning patterns.	The accuracy of IOS differed for full-arch from maxillary to mandibular arches.
Gavounelis, 2022 ²⁸	1500 (Medit)	Scanning patterns.	The scan strategy affected the accuracy of complete-arch impressions.
Kim, 2022 ³⁴	TRIOS 3 (3Shape)	Scanning patterns.	The scan origin location have an influence on the accuracy of IOS.
Latham, 2019 ²⁶	Planmeca Emerald (Planmeca) TRIOS 3 (3Shape) iTero Element (Align Technology) CEREC Omnicam (Dentsply Sirona)	Scanning patterns.	The trueness and precision for some IOS were affected by scan pattern.
Li, 2022 ³²	TRIOS 3 (3Shape) Carestream CS 3600 (Carestream)	Scanning patterns.	For complete-arch implant rehabilitation, the scan display meaningfully affected the speed and the accuracy of a digital impression.
Mai, 2022 ³⁵	1700 (Medit)	Scanning patterns.	The segmental scan by means of two scan parts seems to be efficient for full-arch intraoral scans.
Pattamavilai, 2022 ³¹	Virtuo Vivo (Dental Wings Inc) TRIOS 3 (3Shape) True Definition (3M ESPE)	Scanning patterns.	Scanning pattern affected the trueness of the IOS.
Kanjanasavitree, 2022 ³⁰	Trios (3Shape)	Scanning patterns.	Scanning patterns and artificial landmarks had influence on the accuracy of the IOS.
Diker, 2021 ¹⁵	Trios 3 (3Shape) iTero Element 2 (Align Technology) CEREC Omnicam (Dentsply Sirona) Emerald (Planmeca) Virtuo Vivo (Dental Wings)	Scanning patterns.	The accuracy was influenced by the scanning sequence of the different IOS tested.
Diker, 2021 ¹⁵	TRIOS 3 (3Shape) iTero Element 2 (Align Technology Inc) Cerec Omnicam (Dentsply Sirona) Planmeca Emerald (Planmeca Oy) Cerec Primescan (Dentsply Sirona) Virtuo Vivo (Dental Wings Inc)	Scanning patterns.	The scanning sequence affected the accuracy of the IOS tested.
Diker, 2020 ¹⁴	Trios 3 (3Shape) iTero Element (Align Technology Inc) Cerec Omnicam (Dentsply-Sirona) Planmeca Emerald (Planmeca) Cerec Primescan (Dentsply-Sirona) Virtuo Vivo (Dental Wings Inc)	Scanning patterns.	The scanning sequence affected the accuracy of digital impressions of IOS used.



Table 2. (Continued) Summary of findings

Study and year	Intraoral scanner used	Strategy or technique tested	Main results
Zarone, 2020 ⁹²	TRIOS 3 (3Shape)	Scanning patterns.	Buccopalatal technique showed superior trueness and precision than palatobuccal strategy for the wrinkled typodont scans.
Arakida, 2018 ⁹⁴	True Definition (3M ESPE Dental Products)	Ambient light conditions.	For an appropriate digital impression, the 3900 K and 500 lux conditions were efficient for lighting condition.
Ochoa-López, 2022 ⁸⁹	TRIOS 3 (3Shape) Primescan (Dentsply Sirona). iTero Element 50 (Align Technology) i500 (Medit), 700 (Medit) CS3600 (Carestream) CS3700 (Carestream)	Ambient light conditions.	Ambient light affected the accuracy of IOSs evaluated.
Wesemann, 2020 ⁹¹	TRIOS 3 (3Shape) Cerec Omnicam iTero Element (Dentsply Sirona) iTero Element (Align Technology) CS 3600 (Carestream Dental, Triangulation) Planmeca Emerald (Planmeca) Aadva IOS (GC Europe)	Ambient light conditions.	The accuracy and scanning time of IOS was affected by the ambient light.
Revilla-León, 2019 ¹⁵	iTero Flement (Cadent Ltd) CEREC Omnicam (Dentsply, Sirona) TRIOS 3 (3Shape)	Ambient light conditions.	The conditions of ambient light influenced the accuracy of the IOSs used in this study.
Revilla-León, 2020 ⁹³	iTero Element (Cadent LTD) Omnicam (Cerec-Sirona) TRIOS 3 (3Shape).	Ambient light conditions.	Variations in ambient scanning light condition significantly affect the mesh quality.
Revilla-León, 2021 ¹⁹⁷	TRIOS 3 (3Shape)	Ambient light conditions.	1000-lux of illumination light condition was suggested in an attempt to increase the scanning accuracy of the IOS. The chair light must be prevented.
Cakmak, 2022 ⁹⁵	ATOS 5 (GOM) TRIOS 3 (3Shape)	Software version.	Deviations in implant scan body scans could differ if different software version were used.
Haddadi, 2018 ¹⁵	ATOS 5 (GOM) Cerec Omnicam (Dentsply Sirona)	Software version.	The accuracy of an IOS was influenced by the software version.
Peroz, 2021 ⁹⁸	TRIOS 3 (3Shape)	Software version.	The operator, the inspection software, and the mesh density displayed no influence on the trueness of the result.
Chen, 2021 ⁹⁵	Trios 3 (3Shape) Primescan (Dentsply-Sirona)	Presence of humidity.	The presence of liquid on the tooth surface might influence the accuracy of the IOS.
Goómez-Polo, 2022 ⁹⁹	TRIOS 3 (3Shape)	Presence of humidity.	By drying of the surface scanned, there is a rise in the IOS accuracy.
Rapone, 2020 ¹⁰⁶	CS 3600 (Carestream Dental) TRIOS 3 (3Shape) CEREC Omnicam (Dentsply Sirona)	Presence of humidity.	Humidity affected the accuracy of IOS.
You, 2022 ⁹¹	Trios 3 (3Shape)	Presence of humidity and variations in occlusal force during intraoral scanning.	A moist cavity surface without visually evident salivary contamination is acceptable.
Song, 2020 ⁹⁰	CS3600 (Carestream Dental) i500 (Medit Corp) Trios3 (3Shape) Omnicam (Dentsply Sirona)	Presence of humidity.	The presence of artificial saliva influenced the scanned images.
Mizumoto, 2019 ⁶¹	TRIOS 3 (3Shape)	Scanning strategies.	Scanning techniques and scan bodies affected the accuracy of the IOS evaluated in this study.

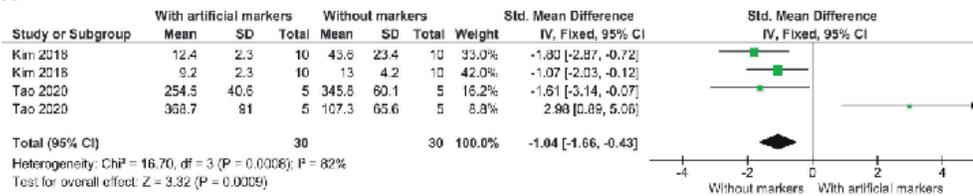


Table 2. (Continued) Summary of findings

Study and year	Intraoral scanner used	Strategy or technique tested	Main results
Mizumoto, 2019b ⁷⁷	Trios3 (3Shape)	Scanning strategies.	The accuracy of digital scans of edentulous maxillary arch was alike regardless of the stitching procedure.
Motel, 2020 ⁷⁸	TRIOS 3 (3Shape)	Scanning strategies.	Scan strategies affected the quality of digital impressions.
Müller, 2016 ⁵⁹	TRIOS Pod scanner (3Shape)	Scanning strategies.	The strategy suggested by the company demonstrated the highest precision and trueness of full-arch scans.
Oh, 2020 ⁷⁹	i500 (Medit) TRIOS 3 (3Shape)	Scanning strategies.	The segmental method for scanning the area improved the accuracy of IOS.
Lopes, 2022 ³⁴	CEREC Primescan (Dentsply Sirona)	Scanning strategies.	Scan strategies affected the accuracy, however, implant angulation did not influence the accuracy of IOS.
Mandelli, 2018 ⁵⁸	3M True Definition Scanner (3M ESPE)	Scanning strategies.	No stitching strategy showed less precision when compared to the stitching strategy.
Medina-Sotomayor, 2018 ⁸⁶	Trios (3Shape) iTero (Align Technology Inc) Cerec AC Omnicam (Dentsply Sirona) True Definition (3M ESPE)	Scanning strategies.	The scanning strategy affected the accuracy of the IOS evaluated.
Passos, 2019 ⁴²	Omnicam (Dentsply Sirona) Primescan (Dentsply Sirona)	Scanning strategies.	The linear experimental group showed the greatest scanning time for IOS tested.
Stefanelli, 2021 ⁴⁴	i500 (Medit)	Scanning strategies.	Newer tips appears to be effective for improving the accuracy of IOS.
Oh, 2020b ^{76c}	Trios 3 (3Shape)	Scanning-aid agents.	The liquid type agent gave more accuracy for an IOS.
Oh, 2021 ^{76s}	i500 (Medit) TRIOS (3Shape)	Scanning-aid agents.	The use of a scanning-aid material shortened the scanning time.
Oh, 2022 ⁸⁰	i500 (Medit)	Scanning-aid agents.	To obtain more accurate scanning images, the use of liquid agent was proved to be efficient.
Kim, 2019 ⁸²	TRIOS 3 (3Shape) CS 3500 (Carestream) PlanScan (Planmeca)	Scanning distance.	A difference was found between the accuracy of the scan distance and the accuracy of the IOS.
Rotar, 2021 ⁷²	i700 (Medit)	Scanning distance.	Increased scanning distances might lessen the accuracy of a digital impression.
Kim, 2016 ^{42c}	CS3500 (Carestream) Cerec Omnicam (Dentsply Sirona) TRIOS 3 (3Shape)	Artificial landmarks.	The accuracy of IOS was improved by alumina landmarks.
Tao, 2020 ⁴⁶	TRIOS 3 (3Shape)	Artificial landmarks.	Resin markers placed on the hard palate of edentulous maxillary model might increase the precision of the IOS.
Chiu, 2020 ¹⁴	TRIOS 3 (3Shape)	Scan resolution.	A high-resolution mode of the software obtained more data and this could not certainly advantage the scanner accuracy.
Hayama, 2018 ⁶	Model non specific (Carestream)	Head scanner size.	Larger scanning head may improve the accuracy of removable partially edentulous denture.
Kurz, 2015 ⁸⁷	CEREC Omnicam (Dentsply Sirona)	Powder-free system.	The powder free tested system could be used safely to scan different material surfaces.
Revilla-Leoón, 2022 ⁸⁸	TRIOS 4 (3Shape)	Ambient temperature changes.	Increasing the ambient temperature has a superior effect on the IOS accuracy compared with a decrease ambient temperature.
Arcuri, 2019 ⁷⁷	Trios3 (3Shape)	Scanbody material, position and operator.	The use of a PEEK scan body achieved higher outcomes. Operator did not demonstrate influence on the accuracy.
Back, 2022 ³⁴	i500 (Medit)	Superimposing the custom abutment library data.	The accuracy of IOS was improved by means of superimposition of a titanium custom abutment with a prescanned custom abutment collection data.



A Precision



B Trueness

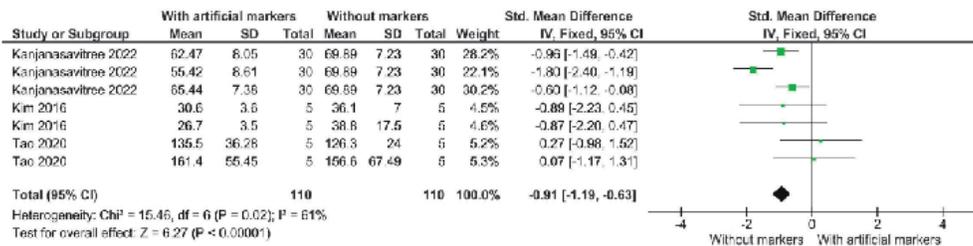
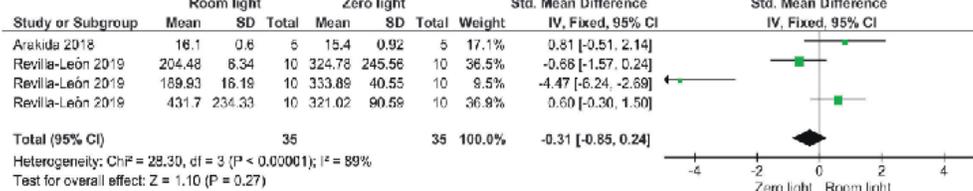


Fig. 3. Forest plot of the precision (A) and trueness (B) of intraoral scanners when used with artificial landmarks.

A Precision



B Trueness

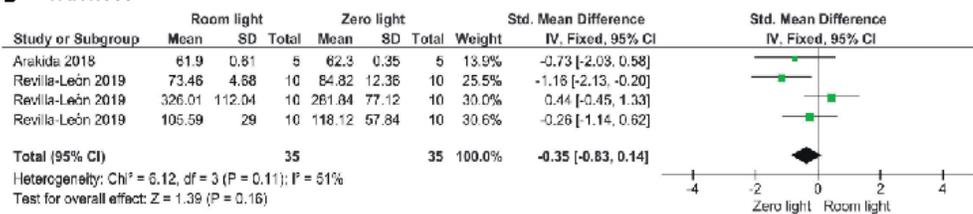
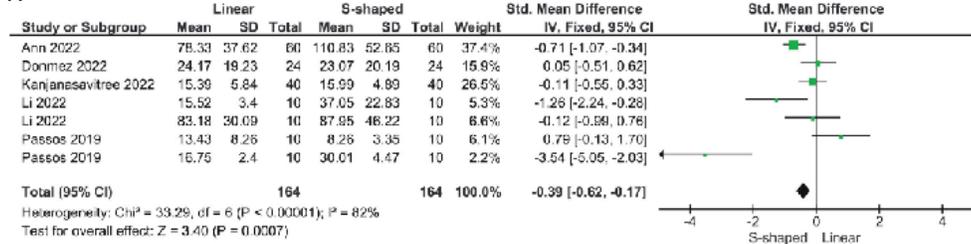


Fig. 4. Forest plot of the precision (A) and trueness (B) of intraoral scanners when used under different illumination conditions.

A Precision



B Trueness

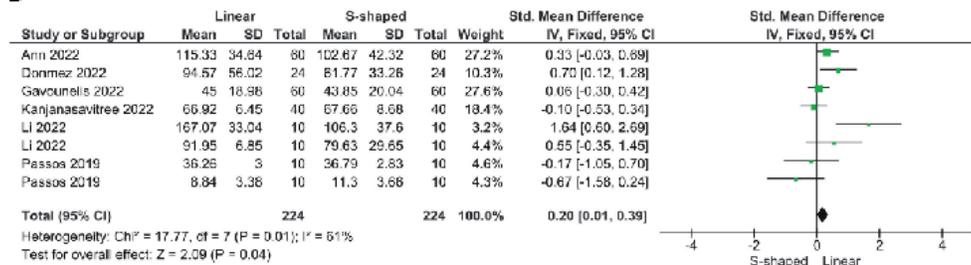
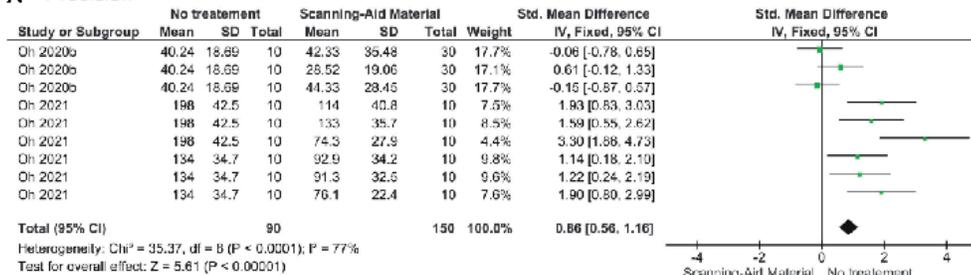


Fig. 5. Forest plot of the precision (A) and trueness (B) of intraoral scanners when used under different scanning patterns.

A Precision



B Trueness

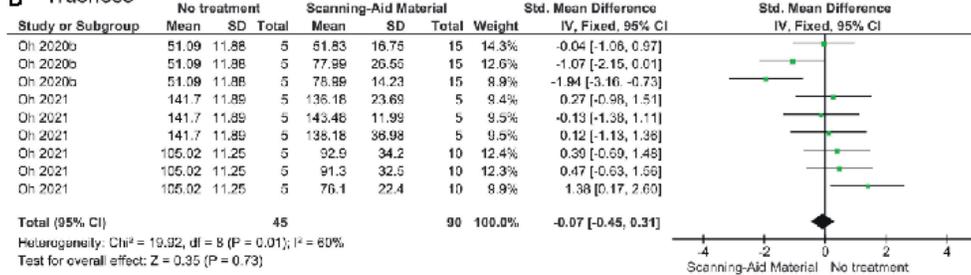


Fig. 6. Forest plot of the precision (A) and trueness (B) of intraoral scanners when used with scanning-aid materials.



In Figure 3, the meta-analysis results on the precision and trueness of digital IOSs when used in conjunction with artificial landmarks are presented. Both precision ($P = .0009$) and trueness ($P < .001$) improved when artificial landmarks were employed.

The impact of ambient light conditions on the precision and trueness of IOSs is shown in Figure 4. The meta-analysis results indicate that these parameters were not significantly affected when the digitalization process was performed under room light or zero-light conditions ($P = .27$; $P = .16$).

Figure 5 illustrates the effect of the scanning pattern on the precision and trueness of IOSs. The analysis indicates that differences in measurements were more pronounced when an S-shaped pattern was used ($P = .0007$). Conversely, discrepancies between a master model and the digital scanner were more substantial when a linear pattern was employed ($P = .04$).

Finally, the forest plot of the accuracy of IOSs when used in conjunction with scanning-aid materials is presented in Figure 6. The results reveal that only precision is affected by the use of scanning-aid materials ($P < .001$).

Table 3 provides an analysis of the Risk of Bias (RoB) in the articles included in the qualitative review. Most of the articles were categorized as having a medium RoB. The categories that most manuscripts did not meet included the assessment of a single operator, operator blinding, and sample size calculation.

DISCUSSION

This systematic review and meta-analysis assessed the accuracy of IOSs under various conditions, including humidity, light illuminance, the use of artificial markers, scanning patterns, and scanning-aid materials. The results revealed that certain techniques enhanced the accuracy of IOSs, while others had no significant impact. As a result, the initial hypothesis, which posited that no variation in IOS accuracy would occur when using alternative methods contrary to the manufacturer's instructions, was only partially accepted.

The accuracy of IOSs decreased when used in humid conditions, such as saliva contamination, leading to increased discrepancies compared to dry condi-

tions. It's worth noting that while IOSs offer advantages like improved diagnostic efficacy, reduced patient discomfort, simplified clinical procedures, and time savings when taking optical impressions, they are susceptible to factors like saliva secretion, humidity, and intraoral temperature variations, which can affect accuracy.^{71,106,109,112} Initially, saliva negatively affects digital impressions by washing out the contrasting powder applied in some IOS. Specifically, saliva can negatively impact digital impressions, causing the scanner to misinterpret the geometry due to the presence of saliva on the tooth's surface.⁸⁷ In addition to this, a previous study demonstrated that the measurement of deviations in 'saliva samples' is much higher than the clinically adequate cut-off value of 120 microns.¹¹³

When comparing zero-light conditions to room light, the accuracy of IOSs in terms of precision and trueness remained unaffected. Determining the ideal lighting condition for accurate scans remains a subject of debate, as different recommendations exist for dental operator lighting conditions.¹⁰⁷ Recommendations regarding the optimal operating light in an office of a dental operator are varied. The European Standard for Illumination (EN 12464) suggest 500 lux as general lighting, 1000 lux in medical or examination rooms, and 10000 lux inside the mouth.¹¹⁴ Revilla-León *et al.*¹⁰⁷ established that the lighting condition must be selected with reference to the specific IOS system used. Arakida *et al.*⁹⁷ studied the effect of illuminance and the color temperature of ambient light on the precision, trueness, and the scanning time of a digital impression and determined that 500 lux with 3900 K was the most suitable lighting condition for digital impressions. Further, another previous study¹¹⁵ deduced that the total absence of an external light delivers optimum outcomes. Overall, each scanner must have its own specifications.

In a clinical environment, an IOS might not deliver accurate scans mainly because of excess afterimages caused by the presence of movable tissues like the tongue or the frenum.¹⁰⁸ To solve this issue, the use of resin markers on the palate surface was proposed.^{116,117} This claim matched the results of this analysis, since the use of artificial markers influenced both the precision and trueness of IOSs. In cases in-

Table 3. Risk of bias analysis

Study	Specimens randomization	Single Operator	Control group	Operator blinded	Standardized specimens	Sample size calculation	Risk of bias
Al Ibrahim, 2021	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Alenezi, 2022	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
An, 2022	X	X	✓	X	✓	X	High
Arakida, 2018	X	X	✓	X	✓	X	High
Arcuri, 2019	✓	X	✓	✓	✓	X	Medium
Baek, 2022	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Çakmak, 2022	X	X	✓	X	✓	X	High
Chen, 2021	X	✓	✓	X	✓	✓	Medium
Chiu, 2020	X	X	✓	X	✓	X	High
Diker, 2020	X	X	✓	X	✓	X	High
Diker, 2021	X	✓	✓	X	✓	✓	Medium
Diker, 2021b	X	X	✓	X	✓	✓	Medium
Donmez, 2021	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Ender, 2013	X	X	✓	X	✓	X	High
Feng, 2021	X	X	✓	X	✓	✓	Medium
Gavounelis, 2022	X	X	✓	X	✓	✓	Medium
Gómez-Polo, 2022b	✓	✓	✓	X	✓	✓	Low
Haddadi, 2018	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Ilayama, 2016	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Kanjanasavitree, 2022	✓	X	✓	X	✓	X	Medium
Kim, 2016	X	X	✓	X	✓	X	High
Kim, 2019	✓	✓	✓	X	✓	X	Medium
Kim, 2022	X	X	✓	X	✓	✓	Medium
Kurz, 2015	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Latham, 2019	✓	✓	✓	X	✓	✓	Low
Li, 2022	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Lopes, 2022	X	✓	✓	X	✓	✓	Medium
Yen Mai, 2022	X	✓	✓	✓	✓	X	Medium
Mandelli, 2018	X	X	✓	X	✓	X	High
Medina-Solomayor, 2018	X	X	✓	X	✓	✓	Medium
Mizumoto, 2019	✓	✓	✓	X	✓	X	Medium
Mizumoto, 2019b	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Motel, 2020	X	X	✓	X	✓	X	High
Müller, 2016	X	X	✓	X	✓	X	High
Ochoa-López, 2022	X	✓	✓	✓	✓	✓	Low
Oh, 2020	X	X	✓	X	✓	X	High
Oh, 2020b	X	X	✓	X	✓	X	High
Oh, 2021	X	X	✓	X	✓	X	High
Oh, 2022	X	X	✓	X	✓	X	High
Passos, 2019	✓	✓	✓	X	✓	X	Medium
Pattamavilai, 2022	✓	✓	✓	X	✓	X	Medium
Peroz, 2021	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Rapone, 2020	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Revilla-León, 2019	X	X	✓	X	✓	X	High
Revilla-León, 2020	X	X	✓	X	✓	✓	Medium
Revilla-León, 2021	X	X	✓	X	✓	X	High
Revilla-León, 2022b	X	X	✓	X	✓	X	High
Rotar, 2022	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Song, 2020	X	X	✓	X	✓	X	High
Stefanelli, 2021	X	✓	✓	X	✓	X	Medium
Tao, 2020	X	X	✓	X	✓	X	High
Wesemann, 2020	X	X	✓	X	✓	✓	Medium
You, 2022	X	X	✓	X	✓	X	High
Zarone, 2020	✓	X	✓	X	✓	X	Medium

✓=YES and X=NO



volving fully edentulous arches or implant overdenture frameworks, obtaining accurate digital impressions can be challenging due to mobile tissue.^{118,119} Additionally, Flügge *et al.*,¹²⁰ conveyed that the accuracy of scanned areas decreased when significant distances separated dental implant scanbodies. Furthermore, the presence of stable attached gingiva or palate wasn't enough to eliminate complications in stitching scans obtained from IOSs due to the absence of clear anatomical landmarks.¹²¹ Clinicians recommend the use of artificial markers to overcome these challenges, and this study confirmed that the quality of scan data improved when artificial markers were used.¹²¹

For the influence of the scanning pattern on the precision and trueness of IOSs, the discrepancies between different measurements of IOSs were higher when a s-shaped pattern was used. On the other hand, the discrepancies between a master model and the digital scanner were higher when a linear pattern was used. The precision of the digital model relies on the starting point of the scan area as demonstrated previously.¹²² In contrast, another study stating that the starting position of the area scanned does not influence accuracy and highlighted that the rotational and vertical movements of the IOSs head must be diminished, as an alteration of the direction might disturb an image-stitching procedure. Additionally, a report⁷⁰ determined that the vertical rotation of the IOS must be prevented. Previous manuscripts,^{66,105} established numerous IOSs and discovered that the scan strategy influences the accuracy differently, depending on the data capturing method of each scanner. The scan strategy is strictly linked to the image merging software; if the scanner movement has severe changes in orientation or too fast, the stitching procedure might be compromised.^{5,15} Scanning pattern that include a rotation of the IOS head may be delicate to the examiner. In all clinical scenarios, a careful scanning without a time limit is proposed, and trained operator should follow the recommendation of the manufacturer for better accuracy.

Finally, when the accuracy of IOSs is used in conjunction with scanning-aid materials, the results showed that only the precision is affected. It's worth noting that most IOSs in the dental market are pow-

der-free, eliminating the need for scanning sprays. However, the clinical performance of these systems is limited to short-distance indications.^{123,124} Besides, even though it is for a short distance, in some clinical situations, a challenge could occur when the clinician aims to obtain a reliable and a precise data for the required parts in the narrow and deep parts of the prepared teeth and prostheses using metallic materials as there is a light reflection.¹²⁴ Actually, the IOSs used in dental field are particularly sensitive to the transparency and glossiness of the scanned zone.^{125,126} To address this limitation, researchers have explored the use of powder coatings to enhance opacity and eliminate reflections. Nevertheless, when the dentists use powder-type agents on teeth surface, making a uniform layer of powder by spraying is difficult, as the quantity of applied powder is importantly affected by the presence of saliva, the skills of operators, and the presence of tongue, adding the space between the dental arches.¹²⁷ Thus, the powder necessities to be applied as thin as possible, and the spraying time must be as short as possible.¹⁰⁰ Liquid-type scanning-aid materials with brush techniques have also been proposed to create thinner and more uniform layers compared to powder sprays, improving accuracy.¹⁰⁰ The results from this study propose that scanning aid materials might be used efficiently to attain full-arch scan data.

Several limitations should be considered in this systematic review and meta-analysis. First, clinical studies were not included, limiting the generalizability of these findings to clinical scenarios. Additionally, the exclusion of some articles from the meta-analysis due to non-standardized scanning procedures affected the overall robustness of the analysis. Standardization in research methods is essential to facilitate meaningful comparisons in future meta-analyses. Lastly, it's essential to emphasize the importance of continuous training and education for clinicians and lab technicians to maintain a high clinical standard in the rapidly evolving field of digital dentistry.

CONCLUSION

Within the scope of this study, it can be concluded that several techniques, different from those rec-



ommended by the manufacturers of intraoral digital scanners, have been proposed. In order to improve the accuracy of these devices, this systematic review recommends taking digital impressions in dry conditions and using artificial landmarks, especially in cases without intraoral landmarks, such as edentulous patients.

REFERENCES

1. Chen LC, Xu ZQ. Innovative 3D dental measurement for tooth model restoration. *Key Eng Mater* 2005;295:145-50.
2. Park HS, Shah C. Development of high speed and high accuracy 3D dental intra oral scanner. *Proced Eng* 2015;100:1174-81.
3. Ali A. Accuracy of digital impressions achieved from five different digital impression systems. *Dentistry* 2015;5:1-6.
4. Duret F. Toward a new symbolism in the fabrication of prosthetic design. *Cah Prothese* 1985;13:65-71.
5. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguié G, Viennot S, Robinson P, Farges JC, Fages M, Ducret M. Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. *J Healthc Eng* 2017;2017:8427595.
6. Hayama H, Fueki K, Wadachi J, Wakabayashi N. Trueness and precision of digital impressions obtained using an intraoral scanner with different head size in the partially edentulous mandible. *J Prosthodont Res* 2018;62:347-52.
7. ISO 5725-1. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results - Part 1: General principles and definitions. International Standards Organization (ISO); Geneva; Switzerland, 1994.
8. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J* 2009;28:44-56.
9. Atieh MA, Ritter AV, Ko CC, Duqum I. Accuracy evaluation of intraoral optical impressions: a clinical study using a reference appliance. *J Prosthet Dent* 2017;118:400-5.
10. Gan N, Xiong Y, Jiao T. Accuracy of intraoral digital impressions for whole upper jaws, including full dentitions and palatal soft tissues. *PLoS One* 2016;11:e0158800.
11. Mehl A. Full arch scans: conventional versus digital impressions-an *in vitro* study. *Int J Comput Dent* 2009;12:11-28.
12. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent* 2013;109:121-8.
13. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, Oriso K, Kondo H. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res* 2020;64:109-13.
14. Chiu A, Chen YW, Hayashi J, Sadr A. Accuracy of CAD/CAM digital impressions with different intraoral scanner parameters. *Sensors (Basel)* 2020;20:1157-66.
15. Haddadi Y, Bahrami G, Isidor F. Effect of software version on the accuracy of an intraoral scanning device. *Int J Prosthodont* 2018;31:375-6.
16. Revilla-León M, Jiang P, Sadeghpour M, Piedra-Cascón W, Zandinejad A, Özcan M, Krishnamurthy VR. Intraoral digital scans: Part 2-influence of ambient scanning light conditions on the mesh quality of different intraoral scanners. *J Prosthet Dent* 2020;124:575-80.
17. Carneiro Pereira AL, Souza Curinga MR, Melo Segundo HV, da Fonte Porto Carneiro A. Factors that influence the accuracy of intraoral scanning of total edentulous arches rehabilitated with multiple implants: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2023;129:855-62.
18. Jivanescu A, Faur AB, Rotar RN. Can dental office lighting intensity conditions influence the accuracy of intraoral scanning? *Scanning* 2021;2021:9980590.
19. Son K, Lee KB. Effect of finish line locations of tooth preparation on the accuracy of intraoral scanners. *Int J Comput Dent* 2021;24:29-40.
20. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Int Surg J* 2021;88:105906-15.
21. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst rev* 2016;5:1-10.
22. Çakmak G, Donmez MB, Akay C, de Paula MS, Mangano FG, Abou-Ayash S, Yilmaz B. Effect of measurement techniques and operators on measured deviations in



- digital implant scans. *J Dent* 2023;130:104388-94.
23. González de Villaumbrosia P, Martínez-Rus F, García-Orejas A, Salido MP, Pradies G. In vitro comparison of the accuracy (trueness and precision) of six extraoral dental scanners with different scanning technologies. *J Prosthet Dent* 2016;116:543-50.e1.
 24. Donmez MB, Marques VR, Çakmak G, Yilmaz H, Schimmel M, Yilmaz B. Congruence between the meshes of a combined healing abutment-scan body system acquired with four different intraoral scanners and the corresponding library file: An in vitro analysis. *J Dent* 2022;118:103938-45.
 25. Elter B, Diker B, Tak Ö. The trueness of an intraoral scanner in scanning different post space depths. *J Dent* 2022;127:104352-7.
 26. Gómez-Polo M, Piedra-Cascón W, Methani MM, Quesada-Olmo N, Farjas-Abadía M, Revilla-León M. Influence of rescanning mesh holes and stitching procedures on the complete arch scanning accuracy of an intraoral scanner: An in vitro study. *J Dent* 2021;110:103690-8.
 27. Hategan SI, Ionel TF, Goguta L, Gavrilovici A, Negrutiu ML, Jivanescu A. Powder and powder-free intra-oral scanners: digital impression accuracy. *Prim Dent J* 2018;7:40-3.
 28. Ioshida M, Muñoz BA, Rios H, Cevidanes L, Aristizabal JF, Rey D, Kim-Berman H, Yatabe M, Benavides E, Alvarez MA, Volk S, Ruellas AC. Accuracy and reliability of mandibular digital model registration with use of the mucogingival junction as the reference. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2019;127:351-60.
 29. Jeon JH, Choi BY, Kim CM, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Three-dimensional evaluation of the repeatability of scanned conventional impressions of prepared teeth generated with white- and blue-light scanners. *J Prosthet Dent* 2015;114:549-53.
 30. Kim YH, Han SS, Choi YJ, Woo CW. Linear accuracy of full-arch digital models using four different scanning methods: an in vitro study using a coordinate measuring machine. *Appl Sci* 2020;10:2741-52.
 31. Lee B, Nam NE, Shin SH, Lim JH, Shim JS, Kim JE. Evaluation of the trueness of digital implant impressions according to the implant scan body orientation and scanning method. *Appl Sci* 2021;11:3027-38.
 32. Marques VR, Çakmak G, Yilmaz H, Abou-Ayash S, Donmez MB, Yilmaz B. Effect of scanned area and operator on the accuracy of dentate arch scans with a single implant. *J Clin Med* 2022;11:4125-37.
 33. Nedelcu RG, Persson AS. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: an in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *J Prosthet Dent* 2014;112:1461-71.
 34. Park JM. Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral scanners: sectional analysis according to restoration type and preparation outline form. *J Adv Prosthodont* 2016;8:354-67.
 35. Park JH, Hwang CJ, Choi YJ, Houschyar KS, Yu JH, Bae SY, Cha JY. Registration of digital dental models and cone-beam computed tomography images using 3-dimensional planning software: Comparison of the accuracy according to scanning methods and software. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2020;157:843-51.
 36. Passos L, Meiga S, Brigagão V, Neumann M, Street A. Digital impressions' accuracy through "cut-out-rescan" and "data exchange by over scanning" techniques in complete arches of two intraoral scanners and CAD/CAM software. *J Prosthodont Res* 2022;66:509-13.
 37. Pedroche LO, Bernardes SR, Leão MP, Kintopp CC, Correr GM, Ormaghi BP, Gonzaga CC. Marginal and internal fit of zirconia copings obtained using different digital scanning methods. *Braz Oral Res* 2016;30:e113-20.
 38. Pereira ALC, Segundo HVM, Júnior LCA, Germano AR, Carreiro ADFP. Accuracy between intraoral and extraoral scanning: Three-dimensional deviation and effect of distance between implants from two scanning methods. *J Indian Prosthodont Soc* 2022;22:279-87.
 39. Pozzi A, Arcuri L, Lio F, Papa A, Nardi A, Londono J. Accuracy of complete-arch digital implant impression with or without scanbody splinting: an in vitro study. *J Dent* 2022;119:104072-9.
 40. Ren X, Son K, Lee KB. Accuracy of proximal and occlusal contacts of single implant crowns fabricated using different digital scan methods: an in vitro study. *Materials (Basel)* 2021;14:2843.
 41. Revilla-León M, Zeitler JM, Barmak AB, Kois JC. Accuracy of the 3-dimensional virtual patient representation obtained by using 4 different techniques: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2022;S0022-3913(22)00342-0.
 42. Virard F, Millet C, Bienfait A, Ducret M. Improving digital scans by using a peripheral custom tray: a dental

- technique. *J Prosthet Dent* 2021;126:173-7.
43. Ye J, Wang S, Wang Z, Liu Y, Sun Y, Ye H, Zhou Y. Comparison of the dimensional and morphological accuracy of three-dimensional digital dental casts digitized using different methods. *Odontology* 2023;111:165-71.
 44. Zhang YJ, Qiao SC, Qian SJ, Zhang CN, Shi JY, Lai HC. Influence of different factors on the accuracy of digital impressions of multiple implants: an *in vitro* study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2021;36:442-9.
 45. Camci H, Salmanpour F. Effect of saliva isolation and intraoral light levels on performance of intraoral scanners. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2020;158:759-66.
 46. Gajbhiye V, Banerjee R, Jaiswal P, Chandak A, Radke U. Comparative evaluation of three gingival displacement materials for efficacy in tissue management and dimensional accuracy. *J Indian Prosthodont Soc* 2019;19:173-9.
 47. Imburgia M, Kois J, Marino E, Lerner H, Mangano FG. Continuous scan strategy (CSS): a novel technique to improve the accuracy of intraoral digital impressions. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2020;28:128-41.
 48. Kosocoglu M, Kahramanoglu E, Akin H. Evaluating the effect of ambient and scanning lights on the trueness of the intraoral scanner. *J Prosthodont* 2021;30:811-6.
 49. Lim SW, Hwang HS, Cho IS, Baek SH, Cho JH. Registration accuracy between intraoral-scanned and cone beam computed tomography scanned crowns in various registration methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2020;157:348-56.
 50. Moon YG, Lee KM. Comparison of the accuracy of intraoral scans between complete-arch scan and quadrant scan. *Prog Orthod* 2020;21:36.
 51. Nedelcu R, Olsson P, Thulin M, Nyström I, Thor A. *In vivo* trueness and precision of full-arch implant scans using intraoral scanners with three different acquisition protocols. *J Dent* 2023;128:104308-19.
 52. Althubaitiy R, Sambrook R, Weisbloom M, Petridis H. The accuracy of digital implant impressions when using and varying the material and diameter of the dental implant scan bodies. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2022;30:305-13.
 53. Denneulin T, Rignon-Bret C, Ravalec G, Tapie L, Boutier D, Wulfman C. Accuracy of complete-arch implant digital scans: effect of scanning protocol, number of implants, and scan body splinting. *Int J Prosthodont* 2023;36:219-27.
 54. Fang Y, Fang JH, Jeong SM, Choi BH. A Technique for digital impression and bite registration for a single edentulous arch. *J Prosthodont* 2019;28:e519-23.
 55. Osman RB, Alharbi NM. Influence of scan technology on the accuracy and speed of intraoral scanning systems for the edentulous maxilla: An *in vitro* study. *J Prosthodont* 2022 Dec 26. doi: 10.1111/jopr.13633. Epub ahead of print.
 56. Reich S, Yalmaz B, Raith S. Do "cut out-rescan" procedures have an impact on the accuracy of intraoral digital scans? *J Prosthet Dent* 2021;125:89-94.
 57. Garikano X, Amezua X, Iturrate M, Solaberrieta E. Evaluation of repeatability of different alignment methods to obtain digital interocclusal records: An *in vitro* study. *J Prosthet Dent* 2022;S0022-3913(22)00498-X. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.07.014. Epub ahead of print.
 58. Bratos M, Bergin JM, Rubenstein JE, Sorensen JA. Effect of simulated intraoral variables on the accuracy of a photogrammetric imaging technique for complete arch implant prostheses. *J Prosthet Dent* 2018;120:232-41.
 59. Diker B, Tak Ö. Accuracy of six intraoral scanners for scanning complete-arch and 4-unit fixed partial dentures: an *in vitro* study. *J Prosthet Dent* 2022;128:187-94.
 60. Diker B, Tak Ö. Comparing the accuracy of six intraoral scanners on prepared teeth and effect of scanning sequence. *J Adv Prosthodont* 2020;12:299-306.
 61. Diker B, Tak Ö. Accuracy of digital impressions obtained using six intraoral scanners in partially edentulous dentitions and the effect of scanning sequence. *Int J Prosthodont* 2021;34:101-8.
 62. Kim MK, Kim JM, Lee YM, Lim YJ, Lee SP. The effect of scanning distance on the accuracy of intra-oral scanners used in dentistry. *Clin Anat* 2019;32:130-8.
 63. Kim EY, Wada J, Sakamoto K, Ishioka Y, Arai Y, Murakami N, Yamazaki T, Hayama H, Utsumi M, Inukai S, Wakabayashi N. Effect of scanning origin location on data accuracy of abutment teeth region in digital impression acquired using intraoral scanner for removable partial denture: a preliminary *in vitro* study. *J Clin Med* 2022;11:7392.



64. Lopes D, Nishyama R, Steagall Jr W, Tamaki R, Neto PT. Impact of different scan strategies and implant angulation on impression accuracy of full arch multiple implant: an in vitro study. *Braz Dent Sci* 2022;25:e3006.
65. Mandolli F, Ghicrone EF, Keeling A, Gastaldi G, Ferrari M. Full-arch intraoral scanning: comparison of two different strategies and their accuracy outcomes. *J Osseointegr* 2018;10:65-74.
66. Medina-Sotomayor P, Pascual MA, Camps AI. Accuracy of four digital scanners according to scanning strategy in complete-arch impressions. *PLoS one* 2018;13:e0202916.
67. Mizumoto RM, Alp G, Özcan M, Yilmaz B. The effect of scanning the palate and scan body position on the accuracy of complete-arch implant scans. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019;21:987-94.
68. Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner. *Quintessence Int* 2016;47:343-9.
69. Ochoa-López G, Cascos R, Antonaya-Martín JL, Revilla-León M, Gómez-Polo M. Influence of ambient light conditions on the accuracy and scanning time of seven intraoral scanners in complete-arch implant scans. *J Dent* 2022;121:104138-46.
70. Oh KC, Park JM, Moon HS. Effects of scanning strategy and scanner type on the accuracy of intraoral scans: A new approach for assessing the accuracy of scanned data. *J Prosthodont* 2020;29:518-23.
71. Pattamavilai S, Ongthiemsak C. Accuracy of intraoral scanners in different complete arch scan patterns. *J Prosthet Dent* 2022;S0022-3913(22)00046-4. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.12.026. Epub ahead of print.
72. Rotar RN, Faur AB, Pop D, Jivanescu A. Scanning distance influence on the intraoral scanning accuracy-an in vitro study. *Materials (Basel)* 2022;15:3061-8.
73. Stefanelli LV, Franchina A, Pranno A, Pellegrino G, Ferri A, Pranno N, Di Carlo S, De Angelis F. Use of intraoral scanners for full dental arches: could different strategies or overlapping software affect accuracy? *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:9946-59.
74. Arcuri L, Pozzi A, Lio F, Rompen E, Zechner W, Nardi A. Influence of implant scanbody material, position and operator on the accuracy of digital impression for complete-arch: A randomized in vitro trial. *J Prosthodont Res* 2020;64:128-36.
75. Ender A, Mehl A. Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *Int J Comput Dent* 2013;16:11-21.
76. Latham J, Ludlow M, Mennito A, Kelly A, Evans Z, Renne W. Effect of scan pattern on complete arch scans with 4 digital scanners. *J Prosthet Dent* 2020;123:85-95.
77. Mizumoto RM, Yilmaz B, McGlumphy EA Jr, Seidt J, Johnston WM. Accuracy of different digital scanning techniques and scan bodies for complete-arch implant-supported prostheses. *J Prosthet Dent* 2020;123:96-104.
78. Motel C, Kirchner E, Adler W, Wichmann M, Matta RE. Impact of different scan bodies and scan strategies on the accuracy of digital implant impressions assessed with an intraoral scanner: an in vitro study. *J Prosthodont* 2020;29:309-14.
79. Peroz S, Spies BC, Adali U, Beuer F, Wesemann C. Measured accuracy of intraoral scanners is highly dependent on methodical factors. *J Prosthodont Res* 2022;66:318-25.
80. Revilla-León M, Subramanian SG, Att W, Krishnamurthy VR. Analysis of different illuminance of the room lighting condition on the accuracy (trueness and precision) of an intraoral scanner. *J Prosthodont* 2021;30:157-62.
81. Wesemann C, Kienbaum H, Thun M, Spies BC, Beuer F, Bumann A. Does ambient light affect the accuracy and scanning time of intraoral scans? *J Prosthet Dent* 2021;125:924-31.
82. Zarone G, Ruggiero G, Ferrari M, Mangano G, Joda T, Sorrentino R. Comparison of different intraoral scanning techniques on the completely edentulous maxilla: an in vitro 3-dimensional comparative analysis. *J Prosthet Dent* 2020;124:762.e1-8.
83. Al-Ibrahim I, Keeling A, Osnes C. The effect of operator scanning speed on the trueness and precision of full-arch digital impressions captured in vitro using an intraoral scanner. *J Osseoint* 2021;13(4 Supplement):S265-70.
84. Baek YW, Lim YJ, Kim MJ, Kwon HB. Effect of custom abutment data superimposition on the accuracy of implant abutment level scanning: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2022;S0022-3913(22)00176-7.
85. Cakmak G, Marques VR, Donmez MB, Lu WE, Abou-Ayash S, Yilmaz B. Comparison of measured devia-

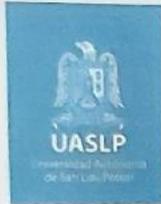


- tions in digital implant scans depending on software and operator. *J Dent* 2022;122:104154.
86. Feng CW, Hung CC, Wang JC, Lan TH. Accuracy of different head movements of intraoral scanner in full arch of both maxilla and mandible. *Appl Sci* 2021;11:8140-52.
87. Kurz M, Attin I, Mehl A. Influence of material surface on the scanning error of a powder-free 3D measuring system. *Clin Oral Investig* 2015;19:2035-43.
88. Revilla León M, Gohil A, Barmak AB, Gómez Polo M, Pérez-Barquero JA, Att W, Kois JC. Influence of ambient temperature changes on intraoral scanning accuracy. *J Prosthet Dent* 2022;S0022-3913(22)00061-0.
89. Oh HS, Lim YJ, Kim B, Kim MJ, Kwon HB, Baek YW. Effect of scanning-aid agents on the scanning accuracy in specially designed metallic models: a laboratory study. *PLoS One* 2022;17:e0267742-51.
90. Song J, Kim M. Accuracy on scanned images of full arch models with orthodontic brackets by various intraoral scanners in the presence of artificial saliva. *Biomed Res Int* 2020;2020:2920804.
91. You R, Han F, Sun Z, Xie H, Chen C. Evaluation of intraoral optical scanning accuracy for fine structure reconstruction and occlusal records of inlay/onlay preparations. *Int J Comput Dent* 2022;25:257-65.
92. Alenezi A, Yehya M, Alkhodary M. Effect of full arch two scanning techniques on the accuracy of overdenture conventional and CAD/CAM Co-Cr bars. *Saudi Dent J* 2022;34:553-61.
93. Mai HY, Mai HN, Lee CH, Lee KB, Kim SY, Lee JM, Lee KW, Lee DH. Impact of scanning strategy on the accuracy of complete arch intraoral scans: a preliminary study on segmental scans and merge methods. *J Adv Prosthodont* 2022;14:88-95.
94. Arakida T, Kanazawa M, Iwaki M, Suzuki T, Minakuchi S. Evaluating the influence of ambient light on scanning trueness, precision, and time of intraoral scanner. *J Prosthodont Res* 2018;62:324-9.
95. An H, Langas EE, Gill AS. Effect of scanning speed, scanning pattern, and tip size on the accuracy of intraoral digital scans. *J Prosthet Dent* 2022;S0022-3913(22)00376-7.
96. Chen Y, Zhai Z, Li H, Yamada S, Matsuoka T, Ono S, Nakano T. Influence of liquid on the tooth surface on the accuracy of intraoral scanners: an in vitro study. *J Prosthodont* 2022;31:59-64.
97. Donmez MB, Çakmak G, Atalay S, Yilmaz H, Yilmaz B. Trueness and precision of combined healing abutment-scan body system depending on the scan pattern and implant location: an in-vitro study. *J Dent* 2022;124:104169-79.
98. Gavounelis NA, Gogola CC, Halazonetis DJ. The effect of scanning strategy on intraoral scanner's accuracy. *Dent J (Basel)* 2022;10:123-33.
99. Gómez-Polo M, Ortega R, Sallorenzo A, Agustín-Panadero R, Barmak AB, Kois JC, Revilla-León M. Influence of the surface humidity, implant angulation, and interimplant distance on the accuracy and scanning time of complete-arch implant scans. *J Dent* 2022;127:104307-16.
100. Kanjanasavitree P, Thammajaruk P, Guazzato M. Comparison of different artificial landmarks and scanning patterns on the complete-arch implant intraoral digital scans. *J Dent* 2022;125:104266-73.
101. Kim JE, Amelya A, Shin Y, Shim JS. Accuracy of intraoral digital impressions using an artificial landmark. *J Prosthet Dent* 2017;117:755-61.
102. Li Z, Huang R, Wu X, Chen Z, Huang B, Chen Z. Effect of scan pattern on the accuracy of complete-arch digital implant impressions with two intraoral scanners. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2022;37:731-9.
103. Oh HS, Lim YJ, Kim B, Kim MJ, Kwon HB, Baek YW. Influence of scanning-aid materials on the accuracy and time efficiency of intraoral scanners for full-arch digital scanning: an in vitro study. *Materials (Basel)* 2021;14:2340-51.
104. Oh HS, Lim YJ, Kim B, Kim WH, Kim MJ, Kwon HB. Influence of applied liquid type scanning aid material on the accuracy of the scanned image: an in vitro experiment. *Materials (Basel)* 2020;13:2034-45.
105. Passos L, Meiga S, Brigagão V, Street A. Impact of different scanning strategies on the accuracy of two current intraoral scanning systems in complete-arch impressions: an in vitro study. *Int J Comput Dent* 2019;22:307-19.
106. Rapone B, Palmisano C, Ferrara E, Di Venere D, Albanese G, Corsalini M. The accuracy of three intraoral scanners in the oral environment with and without saliva: a comparative study. *Appl Sci* 2020;10:7762-81.
107. Revilla-León M, Jiang P, Sadeghpour M, Piedra-Cascón W, Zandinejad A, Özcan M, Krishnamurthy VR.



- Intraoral digital scans-Part 1: Influence of ambient scanning light conditions on the accuracy (trueness and precision) of different intraoral scanners. *J Prosthet Dent* 2020;124:372-8.
108. Tao C, Zhao YJ, Sun YC, Heng MD, Xie QF, Pan SX. Accuracy of intraoral scanning of edentulous jaws with and without resin markers. *Chin J Dent Res* 2020;23:265-71.
109. Lee KM. Comparison of two intraoral scanners based on three dimensional surface analysis. *Prog Orthod* 2018;19:1-7.
110. Grassi FR, Rapone B, Scarano Catanzaro F, Corsalini M, Kalemaj Z. Effectiveness of computer-assisted anesthetic delivery system (sta™) in dental implant surgery: a prospective study. *Oral Implantol (Rome)* 2017;10:381-9.
111. Tsirogiannis P, Reissmann DR, Heydecke G. Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2016;116:328-35. e2.
112. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital versus conventional impressions in fixed prosthodontics: a review. *J Prosthodont* 2018;27:35-41.
113. Ferrari M, Keeling A, Mandelli F, Lo Giudice G, Garcia-Godoy F, Joda T. The ability of marginal detection using different intraoral scanning systems: A pilot randomized controlled trial. *Am J Dent* 2018;31:272-6.
114. European Lightening Standard. EN 12464 1. Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places. 2011.
115. Blanco D, Fernández P, Cuesta E, Suárez CM. Influence of ambient light on the quality of laser digitized surfaces. In: *Proceedings of the world congress on engineering*, vol. 1; 2008. p. 32-7.
116. Fang JH, An X, Jeong SM, Choi BH. Digital intraoral scanning technique for edentulous jaws. *J Prosthet Dent* 2018;119:733-5.
117. Chebib N, Kalberer N, Srinivasan M, Maniewicz S, Pernegger T, Müller F. Edentulous jaw impression techniques: An in vivo comparison of trueness. *J Prosthet Dent* 2019;121:623-30.
118. Patzelt SB, Vonau S, Stampf S, Att W. Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. *J Am Dent Assoc* 2013;144:914-20.
119. Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *J Prosthet Dent* 2014;111:186-94.
120. Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Mahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:471-8.
121. Deferm JT, Schreurs R, Baan F, Bruggink R, Merckx MAW, Xi T, Bergé SJ, Maal TJJ. Validation of 3D documentation of palatal soft tissue shape, color, and irregularity with intraoral scanning. *Clin Oral Investig* 2018;22:1303-9.
122. Anh JW, Park JM, Chun YS, Kim M, Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. *Korean J Orthod* 2016;46:3-12.
123. Khraishi H, Duane B. Evidence for use of intraoral scanners under clinical conditions for obtaining full-arch digital impressions is insufficient. *Evid Based Dent* 2017;18:24-5.
124. Huang MY, Son K, Lee KB. Effect of distance between the abutment and the adjacent teeth on intraoral scanning: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2021;125:911-7.
125. Burde AV, Ducea D, Cuc S, Moldovan M, Campian RS. Three-dimensional evaluations of the coating thickness of two optical conditioning scanning sprays. *Mater Plast* 2016;53:65-7.
126. Quaas S, Rudolph H, Luthardt RG. Direct mechanical data acquisition of dental impressions for the manufacturing of CAD/CAM restorations. *J Dent* 2007;35:903-8.
127. Dehurtevent M, Robberecht L, Béhin P. Influence of dentist experience with scan spray systems used in direct CAD/CAM impressions. *J Prosthet Dent* 2015; 113:17-21.

Cartas de aprobación por el comité de bioética



San Luis Potosí, S.L.P. 6 de octubre de 2022

Juan Carlos Hernández Cabanillas
Doctorado de Ciencias Odontológicas
Facultad de Estomatología, UASLP
PRESENTE

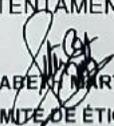
Por este conducto me dirijo a Usted en referencia a su trabajo de investigación titulado "*Relación entre los niveles de citocinas pro-inflamatorias en saliva, caries de la infancia temprana y marcadores antropométricos de obesidad central.*" Asignado con la clave: **CEI-FE-079-022**.

Dicho trabajo fue evaluado en los **aspectos del marco ético-legal y bioseguridad** por los miembros del H. Comité de Ética en Investigación: Dra. Yolanda Hernández Molinar, M. en C. Ana María Guadalupe González Amaro, Dra. Norma Verónica Zavala Alonso, Dra. Claudia Edith Dávila Pérez, Dra. Rita Elizabeth Martínez Martínez, Dr. José Arturo Garrocho Rangel, Dr. Alan Martínez Zumarán y Dr. Víctor Mario Fierro Serna. De dicha evaluación y de forma colegiada, el Comité ha dictaminado que su protocolo de investigación es **APROBADO POR UNANIMIDAD** pudiendo llevarlo a cabo en los tiempos que Usted ha considerado necesarios para la ejecución del mismo.

El Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología se rige con la clave **CONBIOÉTICA-24-CEI-001-20190213** de acuerdo con las directrices nacionales para la integración y funcionamiento de los Comités de Ética e Investigación emitidas por la Comisión Nacional de Bioética (CONBIOÉTICA).

Le solicitamos nos haga llegar los informes correspondientes del avance de su proyecto de investigación, así como un informe final para nuestro archivo, recordándole además que este proyecto podrá ser monitoreado por este Comité.

ATENTAMENTE


DRA. RITA ELIZABETH MARTÍNEZ MARTÍNEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA, UASLP

www.uaslp.mx

Av. Dr. Manuel Nava 2
Zona Universitaria • C.P. 76200
San Luis Potosí, S.L.P., México
tel. +52 (449) 805 2300
ext. 5716 y 5720
(449) 873 9745, 894 2522, 23 y 25
www.informaticologia.uaslp.mx
estomatologia@uaslp.mx

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

"2022, año de la erradicación de la violencia en contra de las mujeres de Baja California"

Tijuana, B.C; noviembre 25 de 2022

MSP. JUAN CARLOS HERNÁNDEZ CABANILLAS
DOCENTE DE LA FACISALUD
PRESENTE.-

A través de este medio reciba un cordial saludo, así mismo, sirva el presente para expresarle mi autorización para que pueda utilizar la Clínica Integral de Ciencias de la Salud Lomas Verdes durante el periodo 2023-1, en los horarios comprendientes a sus clases dentro de la clínica, esto con la finalidad de llevar a cabo el protocolo de investigación titulado **"Relación entre los niveles de citosinas pro-inflamatorias, caries de la infancia temprana y marcadores antropométricos de obesidad"**

Sin más por el momento me pongo a su disposición ante cualquier duda o aclaración.

ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"



DCS ANA GABRIELA MAGALLANES RODRÍGUEZ
DIRECTORA

Universidad Autónoma
de Baja California



FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD

Acta de registro de trabajo terminal



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
DOCTORADO EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

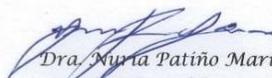


ACTA DE DEL REGISTRO DE TRABAJO TERMINAL

En la ciudad de San Luis Potosí, S. L. P., el día primero del mes de diciembre del año dos mil veintiuno, en acuerdo previo con el estudiante, con el Director del Trabajo Terminal y con el Co Académico del programa se registró en las oficinas del program Doctorado en Ciencias Odontológicas el nombre de la estudiante: Carlos Hernández Cabanillas, el nombre del Director del Trabajo Terminal: Jesús Ramón Castillo Hernández y el Título del Trabajo Terminal: "RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE CITOCINAS PROANTIINFLAMATORIAS EN SALIVA, CARIES DE LA INFANCIA TEMPRANA Y MARCADORES ANTROPOMÉTRICOS" cumplimiento del artículo 73, 74 y 75 del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Para constancia se levanta la presente acta que firman el Coordinador y el Director del trabajo Terminal del programa de Doctorado en Ciencias Odontológicas.




Dra. Nuria Patiño Marín
Coordinadora del programa de
Doctorado en Ciencias Odontológicas


Dr. Jesús Ramón Castillo Hernández
Director del Trabajo Terminal

Agradecimientos

Agradezco profundamente al Dr. Jesús Ramón Castillo Hernández y Dr. María Guadalupe Martel Gallegos, mis directores, por su orientación constante y apoyo incondicional.

Dra Nuria Patiño Marín, por sus valiosas observaciones que fortalecieron este trabajo.

A todos ustedes, mi gratitud por su invaluable contribución a este trabajo.

Anexos

Anexo 1. Consentimiento informado

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Facultad de Estomatología

Doctorado en Ciencias Odontológicas

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

No. Folio: _____

Estimado (a) padre/madre o tutor del menor:

_____.

Se le está invitando a usted y su hijo (a) a participar en el presente estudio de investigación, titulado: **“Efecto de la obesidad central en los niveles de citocinas pro y antiinflamatorias en saliva de niños con caries de la infancia temprana. Estudio piloto.”**, el cual se realizará en el periodo comprendido de _____ a _____.

Para obtener el consentimiento informado, es necesario que usted entienda cada palabra aquí escrita y en cualquier momento que tenga alguna duda, estará en la absoluta libertad de preguntar sobre cualquier aspecto relacionado al protocolo o sus procedimientos.

En este formato de consentimiento informado encontrará desglosado el objetivo y propósito de esta investigación, cada uno de los procedimientos que se realizarán, beneficios, riesgos conocidos, molestias y la naturaleza de su participación.

La Facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), a través del Doctorado en Ciencias Odontológicas y en conjunto con las clínicas odontológicas FACISALUD de la Universidad Autónoma de Baja California; está realizando el presente proyecto de investigación el cual tiene como **objetivo:**

“Determinar el efecto de la obesidad central en los niveles de citocinas pro y antiinflamatorias en saliva de niños con caries de la infancia temprana.”.

Información para los padres y/o pacientes

La participación de su hijo (a) contribuirá al estudio de la relación de caries de la infancia temprana y obesidad central con el comportamiento de algunas proteínas encargadas y presentes de los procesos de inflamación en el cuerpo humano estas son conocidas como citocinas la presencia de dichas proteínas se ha asociado a largo con el desarrollo de enfermedades crónicas, el estudio de esta relación podría permitir en un futuro el desarrollo de nuevas estrategias de manejo multi e interdisciplinario enfocadas a prevenir enfermedades crónicas como diabetes mellitus, problemas cardiovasculares, por mencionar algunos y así mejorar la calidad de vida del paciente a largo plazo.

Procedimientos:

Su hijo (a) ha sido seleccionado debido a que cumple con las siguientes características:

1. Tiene entre 2 y 5 años.
2. Acude por primera vez a consulta dental y/o tratamiento a las clínicas odontológicas FACISALUD (UABC).
3. Requiere atención odontológica de cualquier tipo (revisión, limpieza, selladores, resinas, pulpotomías, extracciones, por mencionar algunos).

Si usted y su hijo (a) aceptan participar en este estudio, ocurrirá lo siguiente:

1. Se tomarán datos de la historia clínica (requisito indispensable para la atención en esta institución).
2. Responderá un cuestionario que incluye preguntas referentes a hábitos y la dieta de su hijo (a).
3. A su hijo:
 - Se le realizará la toma de mediciones corporales necesarias para determinar condiciones de su estado general de salud, como índice de masa corporal, perímetro de cintura, índice cintura/talla, peso.

- Se le pedirá a su hijo que deposite 5ml de saliva en un tubo para su posterior análisis.
- Posterior al paso anterior, se le realizará una limpieza de sus dientes, para después hacer el registro de las lesiones de caries presentes en su boca.

Beneficios:

Si usted y su hijo (a) aceptan participar en el estudio los beneficios no serán inmediatos, pero contribuirá al conocimiento del comportamiento de algunos factores implicados en función a caries dental y obesidad y en un futuro la creación de nuevas estrategias de manejo multi e interdisciplinario en la consulta dental pediátrica para mejorar la calidad de vida de dicha población.

Riesgos potenciales/compensación:

Los riesgos que este estudio conlleva mayores al mínimo, dado que se llevarán a cabo la toma de mediciones corporales y una muestra de saliva. Si alguna pregunta le resulta incómoda, tiene el derecho de no responderla. Usted y su hijo (a) no recibirán pago alguno por participar en el estudio, pero tampoco implicará un costo adicional en el tratamiento de su hijo (a).

Confidencialidad:

La información médica y personal acerca de su hijo (a) que usted nos proporcione es de carácter confidencial y será utilizada únicamente por el equipo de investigación de este proyecto para analizar y obtener resultados estadísticos globales, no se utilizarán sus datos para otros fines.

Los resultados de este estudio podrán ser presentados en foros de investigación, congresos de odontología o publicados en revistas científicas de odontología dirigidos a cirujanos dentistas, especialistas en odontopediatría y personal relacionado con la odontología en general.

De acuerdo con la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados y a la Ley de Protección de Datos Personales del estado de San Luis, sus datos personales no podrán tratarse, transferirse o utilizarse para otros fines diferentes al de este protocolo de investigación, a menos que sea estrictamente necesario en el cumplimiento de las obligaciones en las normas que regulan las actuaciones de los investigadores responsables del estudio.

Cualquier otro proyecto donde se requiera el uso de sus datos y/o resultados de los análisis de este estudio, deberá ser informado y solicitado de manera justificada al Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, quienes determinarán y en su caso autorizarán un uso diferente de sus datos y/o resultados.

En México existen instituciones como la Secretaría de Salud, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), la Comisión Nacional de Bioética (CONBIOETICA) y el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, que se encargan de vigilar el buen manejo de los datos personales y médicos que usted y los demás pacientes han autorizado para que sean utilizados en la realización del presente estudio de investigación. Estos organismos pueden solicitar en cualquier momento a los investigadores del estudio, la revisión de los procedimientos que se realizan con su información y sus datos, con la finalidad de verificar que se haga uso correcto y ético de los mismos, por lo que podrán tener acceso a esta información, cuando así lo requieran.

Participación voluntaria o retiro:

La participación en este estudio es absolutamente voluntaria. Usted está en plena libertad de negar que su hijo (a) participe en el estudio, así como de retirar su participación de este en el momento que usted lo desee. Todo lo mencionado

anteriormente no afectará de ninguna manera la atención que se le brinde a su hijo (a) en esta institución.

Información sobre resultados:

Cuando se tenga algún resultado, se informará en un plazo no mayor a 30 días. La información será de carácter confidencial, esto quiere decir que no diremos a nadie sus respuestas y/o resultados ni las de su hijo (a). Solo personas relacionadas con este estudio conocerán los resultados.

Número de contacto:

Si usted tiene alguna pregunta, comentario o aclaraciones acerca de su participación y la de su hijo (a) en este estudio, puede comunicarse con el investigador responsable del proyecto:

MSP. Juan Carlos Hernández Cabanillas

Alumno del Doctorado en Ciencias Odontológicas de la Facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Número telefónico: **66 41 58 76 35**. E-mail

Av. Dr. Manuel Nava No. 2, Zona Universitaria
San Luis Potosí, S.L.P., México, C.P. 78290

Si usted acepta que su hijo (a) participe en el estudio, le entregaremos una copia de este documento que pedimos sea tan amable de firmar.

Favor de marcar con (X) en el cuadro, si:

- He leído el contenido de esta carta de consentimiento informado.
- Se me ha explicado y aclarado mis dudas al respecto de este documento y las implicaciones del estudio. Se me ha dado una copia de este documento.

Consiento la participación de mi hijo (a) en el estudio de investigación titulado: **Relación entre los niveles de citocinas pro-inflamatorias en saliva, caries de la infancia temprana y marcadores antropométricos de obesidad central** de manera libre y voluntaria.

Nombre y firma del padre, madre y/o tutor	Nombre y firma de testigo del paciente
Nombre y firma del investigador	Nombre y firma del testigo del investigador
MSP. Juan Carlos Hernández Cabanillas Investigador principal y estudiante del Doctorado en Ciencias Odontológicas de la Facultad de Estomatología UASLP	

- Con fecha de: _____ deseo retirar mi consentimiento de participación en este protocolo de investigación.

Anexo 2. Hoja de registro de paciente.

Anexo 3. Técnica de toma de muestra salival.

- Se aconseja al paciente que se abstenga de ingerir cualquier alimento o bebida (excepto de agua) una hora antes de la sesión de prueba.
- También se prohíbe fumar, mascar chicle y tomar café durante esta hora.
- Se aconseja al sujeto que se enjuague la boca varias veces con agua desionizada (destilada) y que se relaje durante cinco minutos.

A continuación, se le dice al paciente lo siguiente: "Primero obtendré medidas del flujo de saliva mientras usted está en reposo. Esto significa que antes y durante la recolección debe hacer todo lo posible para minimizar el movimiento, especialmente los movimientos de la boca.

Para comenzar la recolección, le pediré que trague para vaciar la boca de saliva.

A continuación, deberá inclinar la cabeza hacia delante sobre el tubo de ensayo y el embudo. Mantenga la boca ligeramente abierta y permita que la saliva se vacíe en el tubo. Mantenga los ojos abiertos. Al final del periodo de recogida, te pediré que recojas la saliva que quede en tu boca y la escupas en el tubo de ensayo. Este movimiento debe realizarse muy rápidamente y debe hacerse de la misma manera de una recolección a otra. Esto es muy importante. ¿Entiendes el procedimiento?"

Cuando comience una recolección, se le pedirá al sujeto:

1. Trague para comenzar un ensayo (comience a cronometrar).
2. Haga el menor movimiento posible. No tragar, y mantener los ojos abiertos boca contribuir a la durante los períodos de recolección.
3. Al finalizar, recoja la saliva restante y escúpala. Para cada sujeto, recoja la saliva durante un minuto de la recolección de práctica y deséchela. Se puede utilizar un vaso de plástico o de papel para este ensayo. El ensayo real debe durar cinco minutos, y la muestra debe guardarse para un análisis posterior si está indicado.