

EVALUACIÓN DEL REGISTRO DE MORDIDA DIGITAL EN MÁXIMA INTERCUSPIDACIÓN: DESCRIPCIÓN DE DIFERENTES SISTEMAS DE ESCÁNERES INTRAORALES

EVALUATION OF DIGITAL BITE REGISTRATION IN MAXIMUM INTERCUSPIDATION: DESCRIPTION OF DIFFERENT INTRAORAL SCANNER SYSTEMS

Vernon Gabriel Narvaez Mairena¹

drvernon.narvaez@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-6130-6535>

Universidad Americana



Mariam Ivania Torres García²

mariam.torresgar@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-9261-8121>

Universidad Americana



RESUMEN

<https://doi.org/10.62407/ros.v2i2.172>



Objetivo: El objetivo de este estudio observacional y descriptivo es evaluar los registros interoclusales virtuales (RIV) con tres sistemas de escáneres intraorales diferentes analizando los resultados con mapas de calor oclusales y análisis de desviaciones entre los modelos para determinar si se encuentran varianzas entre sí. **Metodología:** Se utilizaron tres diferentes escáneres intraorales (EIO) disponibles en la facultad siendo estos: Primescan de Dentsply Sirona, Aoralscan 3 de Shining 3D Dental y Wireless i700 de Medit. Cada escáner fue calibrado previamente y se tomaron impresiones digitales en un único paciente con intervenciones no consecutivas. Posteriormente se realizó el registro interoclusal virtual (RIV) en máxima intercuspidadación (MI) manteniendo una fuerza normal o media. Una vez realizadas las impresiones se evaluaron mapas de calor oclusales y se evaluaron desviaciones entre los modelos. **Resultados:** En este estudio se elige fuerza media para cada RIV, sin embargo, se puede notar como al momento de calcular las coordenadas el algoritmo de cada escáner presentó intensidades y áreas de contacto superficial distintas. Respecto a las desviaciones las pruebas estadísticas indican que todas las diferencias medias están dentro de su tolerancia aceptable. **Conclusiones:** Todos los escáneres identificaron con éxito los puntos de contacto al comparar con las pruebas intraorales. Se requiere exportar los archivos y analizarlos en softwares externos para apreciar las diferencias donde la intensidad de los puntos y áreas de contacto varían entre cada escáner. Las desviaciones entre las impresiones digitales no son significativas desde el punto de vista clínico o práctico.

PALABRAS CLAVE

Oclusión Dental, Fuerza de la Mordida, Registro de la Relación Maxilomandibular, Escáneres Intraorales.

¹Docente Universidad Americana, Centro Odontológico Sunrise.

²Prodenicsa Asesor Odontología Digital.

ABSTRACT

Objective: The aim of this observational and descriptive study is to evaluate virtual interocclusal recordings (VIR) with three different intraoral scanner systems by analyzing the results with occlusal heat maps and deviation analysis between models to determine if variances are found between them. **Methodology:** Three different intraoral scanners (IOS) available from the faculty were used being: Primescan from Dentsply Sirona, Aoralscan 3 from Shining 3D Dental and Wireless i700 from Medit. Each scanner was previously calibrated and digital impressions were taken in a single patient with non-consecutive interventions. Subsequently, virtual interocclusal recording (IVR) was performed at maximum intercuspation (MI) while maintaining normal or average force. Once the impressions were taken, occlusal heat maps were evaluated and deviations between models were assessed. **Results:** In this study, mean force was chosen for each RIV, however, it can be noted that at the time of calculating the coordinates, the algorithm of each scanner presented different intensities and surface contact areas. Regarding the deviations, the statistical tests indicate that all mean differences are within acceptable tolerance. **Conclusions:** All scanners successfully identified the contact points when compared with intraoral tests. Exporting the files and analyzing them in external software is required to appreciate the differences where the intensity of the contact points and contact areas vary between each scanner. The deviations between the digital impressions are not clinically or practically significant.

KEYWORDS:

Dental Occlusion, Bite Force, Jaw Relation Record, Intraoral scanners.

INTRODUCCIÓN

El progreso de la odontología digital se ve reflejado en la tecnología que incorpora, no sólo para facilitar la planeación de distintos casos, sino también en la búsqueda de más comodidad tanto para el operario como para el paciente. Siguiendo esta línea, en donde se propone disminuir tiempo y aumentar precisión, los escáneres intraorales han alcanzado un mayor auge en la odontología moderna.

Los escáneres intraorales son dispositivos que obtienen una impresión digital óptica directamente de la cavidad oral del paciente a través de la proyección lumínica (láser o luz estructurada). Los datos imageneológicos captados, ya sea tejido dentomucoso u objetos externos como los postes de escaneo, son procesados por el mismo software para posteriormente generar una superficie 3D del modelo (Mangano, Gandolfi, Luongo y Logozzo, 2017).

Mangano, F., et al. (2017) refiere que esta réplica digital de componentes dentogingivales se convierte en la alternativa a la técnica analógica de toma de impresión dental, no obstante, no debe encasillarse en un único uso, puesto que las nuevas versiones de software permiten otras múltiples funciones aplicables a varias áreas odontológicas como prostodoncia (encerados digitales,

elaboración de prótesis, registro y análisis oclusal), implantología (diseño y elaboración de férulas para cirugías guiadas) y ortodoncia (diseño y elaboración de guías para colocación de módulos ortodónticos) y Suese, K. (2020) añade el seguimiento cronológico pre y post procedimientos.

Albanchez-González, M., et al. (2022) menciona la incorporación de escáneres intraorales dentro del flujo de trabajo CAD-CAM. También menciona la ventaja de un menor riesgo de distorsión durante el proceso de impresión comparado a la impresión tradicional y el vaciado en yeso tomando de referencia los estudios de Revilla-León, M., Att, W., Özcan, M., & Rubenstein, J. (2021) y Yuzbasioglu, E., et al. (2014). Además, menciona que algunos autores sugieren que el máximo desajuste aceptable es de 150 μm refiriéndose al estudio de Jemt, T. and Lie, A. (1995). También destaca que otros autores lo posicionan en 60 μm refiriéndose al estudio Sahin, S., & Cehreli, M. C. (2001). De esta forma podemos asegurar que el uso de los escáneres intraorales en el ambiente clínico nos da resultados de mucha precisión.

El registro de mordidas es uno de los pasos más importantes en cualquier toma de impresión, sea análoga o digital. En el entorno virtual, el registro suele implicar la alineación inicial de al menos 4 puntos de referencia designados, seguida de un ajuste computacional por mínimos cuadrados de las 2 mallas que suele ir acompañado de la expresión iterativa de los puntos más cercanos entre ellas. En resumen, un algoritmo se encarga de unir el modelo superior con el inferior tomando puntos de referencia de las arcadas en oclusión. (Edher, F., et al. 2018).

En su estudio, DeLong, R., et al. (2002) realizó una comparación de contactos oclusales contruidos a partir de imágenes tridimensionales de modelos dentales y registros interoclusales con contactos hallados mediante el uso de métodos convencionales en máxima intercuspidación donde analizo cada punto de contacto para determinar que utilizar registros interoclusales virtuales es válido y clínicamente aceptable. Conclusión que coincide con otros estudios como Morsy, N., & El Kateb, M. (2024) en su revisión sistemática y meta-análisis.

Sin embargo Edher, F., et al. (2018) destaca la importancia de hacer impresiones de arcadas completas y si es posible registros de mordida bilaterales para evitar que los modelos virtuales tengan un efecto de inclinación que resulte en una oclusión inadecuada. Revilla-León, M., Barmak, A., et al. (2023) menciona que se han identificado distintos factores que pueden influir en los registros intermaxilares con los escáneres intraorales; como: los espacios edéntulos, la extensión de la exploración del arco, el espacio interoclusal, la movilidad dental y las características de los registros oclusales virtuales. Resulta fundamental comprender que la precisión de la relación maxilomandibular también se verá influida por la precisión de las impresiones digitales intraorales capturadas. Cuanto mayor sea la precisión de los escaneados digitales intraorales maxilares y mandibulares, mayor será la probabilidad de obtener una relación maxilomandibular más precisa. (Revilla-León, M., Barmak, A., et al. 2023).

MATERIAL Y MÉTODO

Siguiendo las directrices de Sampieri, R. H., et al. (2014), esta investigación es un estudio

Vernon Gabriel Narváez Mairena y Mariam Ivania Torres García. Evaluación del registro de mordida digital en máxima intercuspidadación...

observacional y descriptivo. Se realizó en el área clínica odontológica multidisciplinaria de la facultad de odontología de la Universidad Americana siguiendo todas las normativas bioéticas y medidas de bioseguridad establecidas por la institución. Tres diferentes escáneres intraorales (IOS) disponibles en la facultad fueron utilizados; siendo estos: Primescan de Dentsply Sirona, Aoralscan 3 de Shining 3D Dental y Wireless i700 de Medit. Cada escáner fue calibrado previamente, obedeciendo las indicaciones de cada fabricante para posteriormente realizar el escaneo, siguiendo sus distintos protocolos establecidos.

Con cada escáner intraoral se realizaron impresiones digitales en un único paciente con intervenciones no consecutivas, donde se obtuvo de esta forma la morfología y anatomía de las arcadas superior e inferior. Estas fueron realizadas meticulosamente siguiendo las estrategias y patrones de escaneo propuestos por cada fabricante para mitigar la posibilidad de errores en la obtención de información. Posteriormente se realizó el registro interoclusal virtual (RIV) en máxima intercuspidadación (MI) manteniendo una fuerza normal siguiendo las indicaciones de Rovira-Lastra et al. (2024).

Por este particular se decidió que el paciente fuera dentista con conocimientos suficientes para entender los conceptos de oclusión solicitados para el estudio. El RIV lo realizamos de forma bilateral para evitar desviaciones y verificando clínicamente que las relaciones caninas y molares que se muestran en el software de los escáneres coincidan con lo que se encuentra en boca siguiendo parámetros de Edher, F., et al. (2018).

Una vez se recopilaron las impresiones digitales de cada arcada y los RIV en MI se analizaron los mapas oclusales en los softwares nativos de cada escáner. Para el Primescan de Dentsply Sirona se utilizó el software Connect, para el Aoralscan 3 de Shining 3D Dental se empleó el Dental Launcher y para el Wireless i700 de Medit el análisis se realizó con Medit Link. Al estar en sus softwares nativos la calidad de los colores y texturas se mantienen al máximo, esto se puede observar en las imágenes que se presentan a continuación.

Posteriormente todos los archivos se exportaron en formato STL y se importaron en el software de Blender for Dental para un análisis exhaustivo donde se puede evaluar con puntos y mapas de calor los contactos oclusales, de este software también se extrajeron las áreas de contacto superficial.

Los modelos al ser tomados por sistemas de escáneres intraorales diferentes se alinearon utilizando un software adicional; MeshLab permite una unión manual donde se utilizan puntos anatómicos específicos que se repiten en todas las impresiones para ser alineados correctamente. Una vez alineados en el software Medit Design Tool se pueden calcular las desviaciones entre todos los modelos utilizando como referencia las impresiones de Primescan pues según Amornvit, P., et al. (2021) está demostrado que cuenta con la mayor precisión entre todos los escáneres.

Al comparar las impresiones digitales de los diferentes sistemas de escáneres intraorales el software Medit Design Tool exporta datos sobre las desviaciones que pueden ser utilizados entre ellos para

comparar sus resultados con pruebas estadísticas cuya codificación se realizó en Python y se utilizó su Notebook para las visualizaciones. Las pruebas estadísticas que se seleccionaron fueron el ANOVA unidireccional, y en caso de encontrar diferencias significativas se decidió complementar con pruebas post-hoc Tukey HSD.

Se tienen que mencionar también las características del paciente. Este debía ser parte de la población estudiantil de la facultad de Odontología. Para esto, fueron seleccionados al azar 10 estudiantes de pregrado, sin distinción de género o edad, pertenecientes al último año de la licenciatura en odontología de la Universidad Americana. Asimismo, es fundamental que fuese completamente dentado, periodontalmente sano, con estructuras dentales íntegras, tener apertura bucal normal, un amplio fondo de surco, un frenillo labial superior normal y oclusalmente pertenecer a la clasificación Clase I de Angle. Adicionalmente se evitó que el paciente fuera parcialmente edéntulos, que no presentara giroversiones dentales muy marcadas, que no sea portador de prótesis fijas y que no esté cursando tratamiento de ortodoncia. Finalmente, se describen las principales características técnicas de cada escáner.

Primescan:

Tiene un campo de visión de 16 x 16 mm, su peso es de 457 gr si utilizamos la vaina plástica, su profundidad de escaneo es de 19 mm y su tecnología de adquisición de datos es escaneado de profundidad dinámica y análisis de contraste de alta frecuencia.

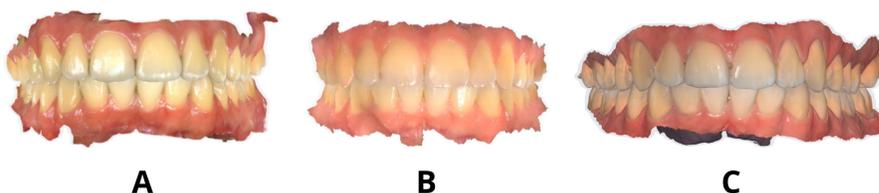
- Aoralscan 3: Su campo de visión es de 16 x 12 mm, su peso es de 240 g, la profundidad de escaneo alcanza los 22 mm y finalmente su tecnología de adquisición de datos es escáner sin contacto con luz estructurada.
- Wireless i700: Tiene un campo de visión de 18 x 15 mm, el peso es de 328 g, su profundidad de escaneo ronda los 18.5 mm y su tecnología de adquisición de datos es vídeo 3D en movimiento.

RESULTADOS

A continuación, mostraremos los resultados de cada sistema de escáneres intraorales.

FIGURA 1

Vista frontal del registro de mordida con los distintos escáneres intraorales.

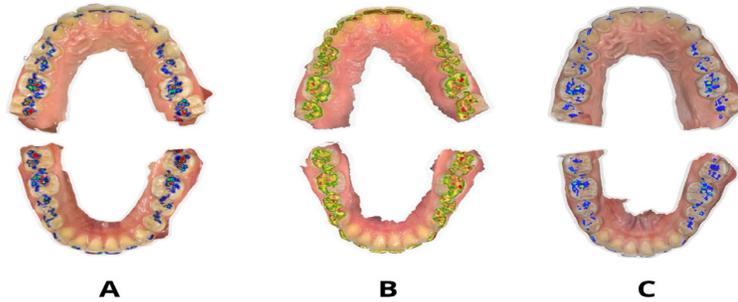


Vernon Gabriel Narváz Mairéna y Mariam Ivania Torres García. Evaluación del registro de mordida digital en máxima intercuspidadación...

Nota. Podemos observar el resultado final en sus softwares nativos. A, Primescan. B, Aoralscan 3. C, Wireless i700.

FIGURA 2

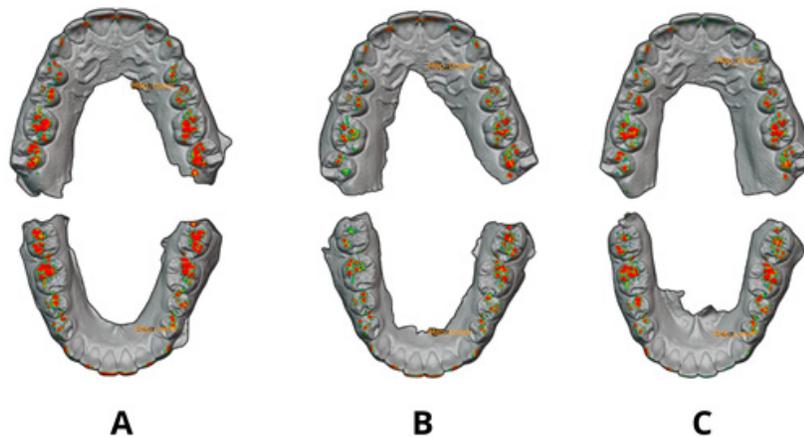
Mapa oclusal de calor con puntos de contacto en los distintos escáneres intraorales.



Nota. Cada sistema representa con colores distintos sus contactos, siendo el color más cálido el contacto más íntimo. A, Primescan. B, Aoralscan 3. C, Wireless i700.

FIGURA 3

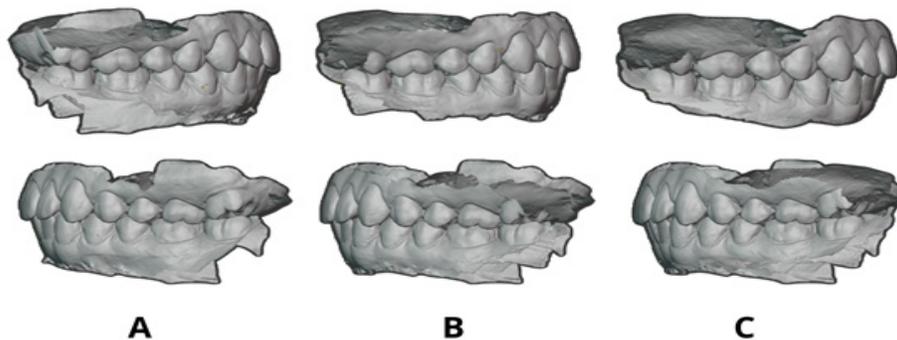
Mapa oclusal de calor con puntos de contacto en un solo software de análisis.



Nota. Los archivos STL obtenidos de cada escáner se importaron en el software Blender For Dental para su análisis. A, Primescan. B, Aoralscan 3. C, Wireless i700.

FIGURA 4

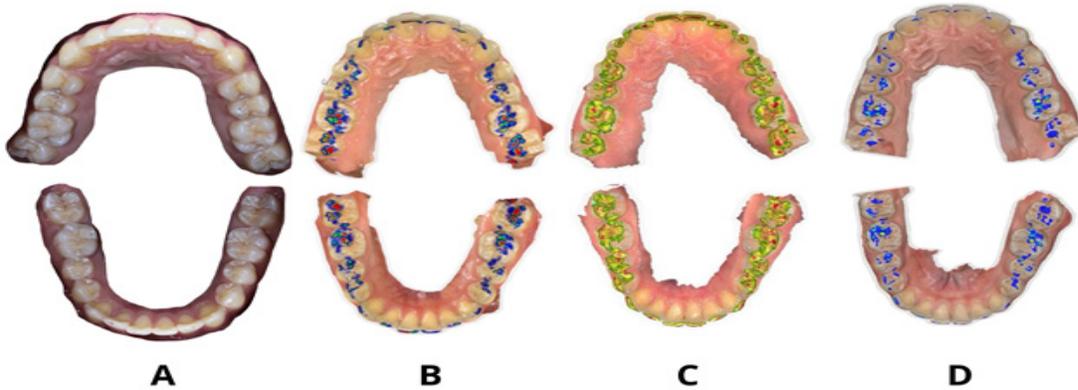
Vista lateral del registro de mordida con los distintos escáneres intraorales.



Nota. Podemos evaluar la relación interoclusal. A, Primescan. B, Aoralscan 3. C, Wireless i700.

FIGURA 5

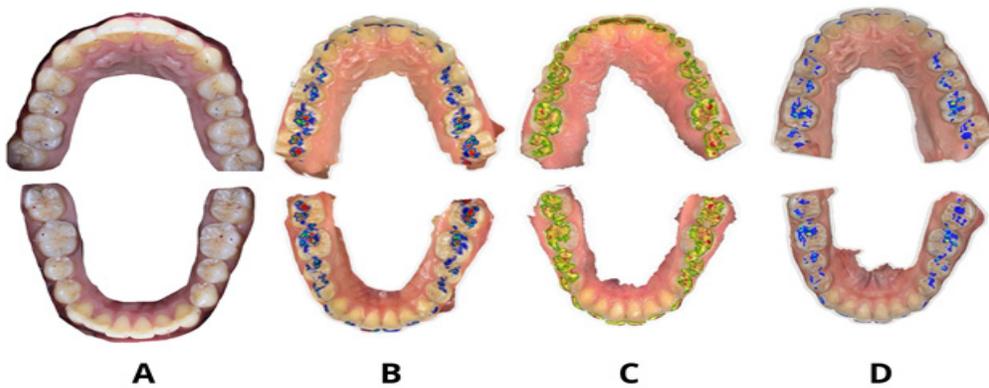
Guías 8 micras soft



Nota. A, Fotos intraorales. B, Primescan. C, Aoralscan 3. D, Wireless i700.

FIGURA 6

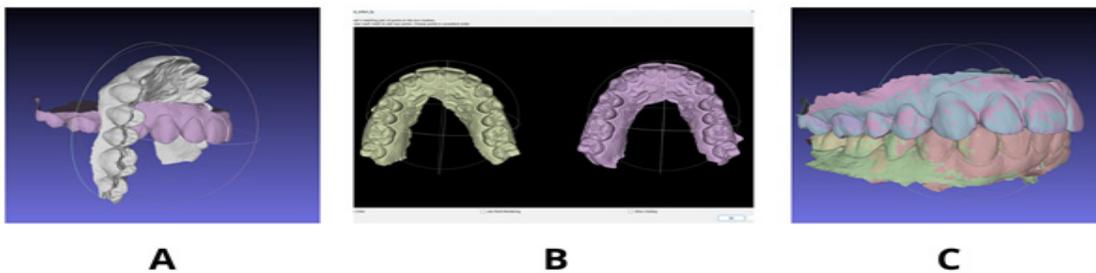
Guías 8 micras strong



Nota. A, Fotos intraorales. B, Primescan. C, Aoralscan 3. D, Wireless i700.

FIGURA 7

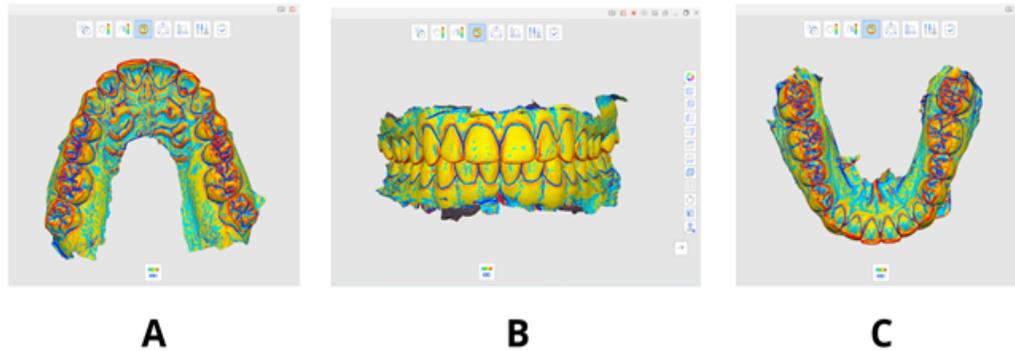
Alineación de modelos de los distintos escáneres intraorales en MeshLab.



Nota. A, Podemos observar cómo los modelos tienen diferentes coordenadas. B, Con un sistema de alineación por puntos se escogen referencias dentales entre los modelos para coincidir sus coordenadas con puntos anatómicos específicos. C, Podemos observar el resultado final.

FIGURA 8

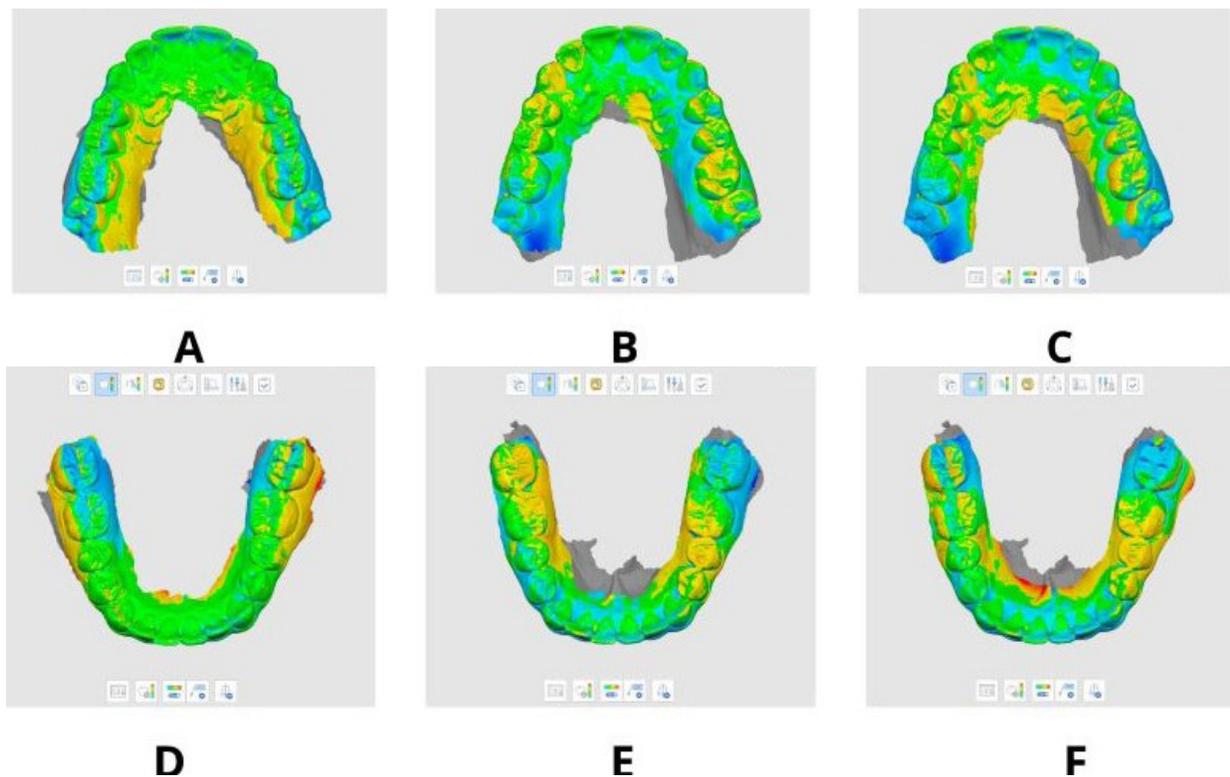
Análisis de Alineación de modelos de los distintos escáneres intraorales en Medit Design.



Nota. A, Vista oclusal superior. B, Vista frontal. C, Vista oclusal inferior.

FIGURA 9

Análisis de Desviación de modelos de los distintos escáneres intraorales en Medit Design.



Nota. A y D, podemos ver la relación entre los modelos de Aoralscan 3 de Shining 3D Dental y Primescan de Dentsply Sirona. B y E, podemos ver la relación entre los modelos de Aoralscan 3 de Shining 3D Dental y Wireless i700 de Medit. C y F, podemos ver la relación entre los modelos de Primescan de Dentsply Sirona y Wireless i700 de Medit. Los datos obtenidos donde se miden las desviaciones se analizaron en la tabla 1.

TABLA 1

Análisis de desviación de modelos de los distintos escáneres intraorales valores mínimos aceptados (± 0.25 mm)

Propiedades	Maxilar			Mandíbula		
	Primescan & Aoralscan 3	Aoralscan 3 & Wireless i700	Primescan & Wireless i700	Primescan & Aoralscan 3	Aoralscan 3 & Wireless i700	Primescan & Wireless i700
Min.	-1.981 mm	-1.998 mm	-2.000 mm	-1.998 mm	-1.997 mm	-1.998 mm
Max.	1.895 mm	0.968 mm	1.064 mm	1.999 mm	1.806 mm	1.998 mm
Median	0.001 mm	-0.020 mm	-0.028 mm	-0.005 mm	-0.021 mm	-0.020 mm
Avg.	-0.010 mm	-0.043 mm	-0.052 mm	0.001 mm	-0.031 mm	-0.026 mm
Abs. Avg.	0.075 mm	0.089 mm	0.107 mm	0.085 mm	0.098 mm	0.114 mm
RMS.	0.115 mm	0.143 mm	0.159 mm	0.162 mm	0.144 mm	0.181 mm
Std. Dev.	0.114 mm	0.136 mm	0.150 mm	0.162 mm	0.140 mm	0.180 mm
Var.	0.013 mm	0.018 mm	0.022 mm	0.026 mm	0.020 mm	0.032 mm
Avg.(+)	0.064 mm	0.057 mm	0.070 mm	0.092 mm	0.079 mm	0.104 mm
Avg.(-)	-0.086 mm	-0.112 mm	-0.130 mm	-0.078 mm	-0.111 mm	-0.121 mm
(90-10)/2	0.118 mm	0.138 mm	0.162 mm	0.121 mm	0.154 mm	0.172 mm
2.5th per	-0.238 mm	-0.346 mm	-0.390 mm	-0.265 mm	-0.301 mm	-0.337 mm
97.5th per	0.174 mm	0.138 mm	0.166 mm	0.276 mm	0.190 mm	0.248 mm
In Tol.	47.87 %	44.01 %	35.77 %	53.50 %	36.59 %	34.23 %
SCA	Primescan	14.654 mm ²	Aoralscan 3	9.590 mm ²	W. i700	11.893 mm ²

Fuente. Propia.

Nota. Podemos observar un análisis cuantitativo sobre las desviaciones encontradas entre las impresiones digitales tomadas con los distintos sistemas de escáneres intraorales brindados por Medit Design Tool (V 2.1.4) que permite evaluar y comparar la precisión entre estos.

TABLA 2

Análisis ANOVA unidireccional con tolerancia de 0,25 mm (Desviación ~ Grupo)

Upper Category with 0.25 mm tolerance (Deviation ~ Group)

	sum_sq	df	F	PR(>F)
Group	0.1026434405	2	18.2179913648	2.462e-7
Residual	0.2450868249	87	NULL	NULL

Lower Category with 0.25 mm tolerance (Deviation ~ Group)

	sum_sq	df	F	PR(>F)
Group	0.0591709722	2	11.8988515627	0.0000270396
Residual	0.2163181275	87	NULL	NULL

Nota. Pruebas estadísticas realizadas utilizando el lenguaje de codificación Python. Fuente. Propia.

Vernon Gabriel Narváz Mairéna y Mariam Ivania Torres García. Evaluación del registro de mordida digital en máxima intercuspidad...

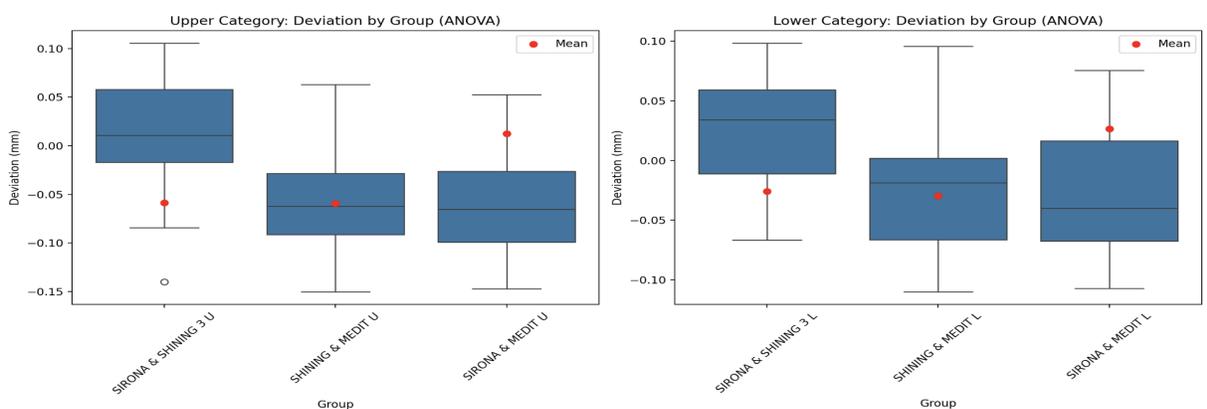
Para la categoría superior; dado que el valor p es tan pequeño, rechazamos la hipótesis nula. Hay pruebas muy sólidas de que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tres grupos de la categoría superior.

En la categoría inferior: Rechazamos de nuevo la hipótesis nula. Hay pruebas muy sólidas de una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tres grupos de la categoría inferior.

Ambos ANOVA muestran diferencias de medias altamente significativas desde el punto de vista estadístico entre los tres grupos, tanto en la categoría superior como en la inferior.

FIGURA 10

Análisis ANOVA unidireccional con tolerancia de 0,25 mm (Desviación ~ Grupo)



Nota. Gráficos realizados utilizando el lenguaje de codificación Python y su Notebook para visualizaciones.

Fuente. Propia.

Análisis por grupo superior:

- Sirona & Shining 3 U: Muestra una distribución relativamente amplia de las desviaciones, con algunos valores atípicos en el lado negativo. La media (punto rojo) está ligeramente por debajo de cero.
- Shining & Medit U: Parece tener la menor dispersión de desviaciones y se distribuye más simétricamente alrededor de cero. La media está próxima a cero.
- Sirona & Medit U: También muestra una dispersión bastante amplia, similar a Sirona & Shining 3 U, pero las desviaciones tienden a ser más positivas. La media es claramente superior a cero.

Las medias de los tres grupos de la categoría superior parecen ser diferentes, lo que concuerda con el resultado significativo del ANOVA que obtuvo anteriormente.

Grupo inferior:

- Sirona & Shining 3 L: Muestra una dispersión relativamente amplia de las desviaciones, con unos pocos valores atípicos en el lado negativo. La media está ligeramente por debajo de cero.
- Shining & Medit L: Presenta una distribución más compacta, aunque ligeramente sesgada hacia las desviaciones negativas. La media es ligeramente inferior a cero.
- Sirona & Medit L: Presenta una distribución más amplia y una tendencia hacia desviaciones más positivas. La media es ligeramente superior a cero.

Al igual que el grupo superior, las medias de los tres grupos de la categoría inferior parecen ser diferentes, lo que corrobora el resultado significativo del ANOVA.

TABLA 3

Análisis de pruebas post-hoc Tukey HSD con tolerancia de 0,25 mm - Superior

Group1	Group2	Mean diff	p-adj	Lower	Upper	reject	Within Tolerance	Interpretation
Shining & Medit U	Sirona & Medit U	-0.0007	0.9987	-0.0333	0.032	FALSE	TRUE	Acceptable difference
Shining & Medit U	Sirona & Shining 3 U	0.0713	0	0.0386	0.104	TRUE	TRUE	Acceptable difference
Sirona & Medit U	Sirona & Shining 3 U	0.072	0	0.0393	0.1046	TRUE	TRUE	Acceptable difference

Nota. Pruebas estadísticas realizadas utilizando el lenguaje de codificación Python. Fuente. Propia

TABLA 4

Análisis de pruebas post-hoc Tukey HSD con tolerancia de 0,25 mm - Inferior

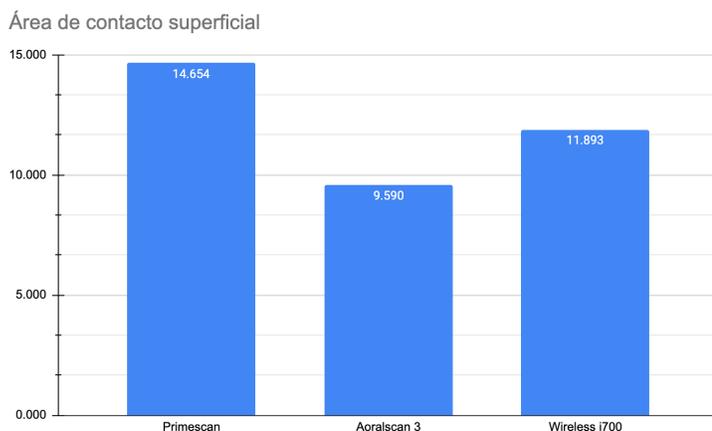
Group1	Group2	Mean diff	p-adj	Lower	Upper	reject	Within Tolerance	Interpretation
Shining & Medit L	Sirona & Medit L	-0.0037	0.9565	-0.0344	0.027	FALSE	TRUE	Acceptable difference
Shining & Medit L	Sirona & Shining 3 L	0.0525	0.0003	0.0218	0.0832	TRUE	TRUE	Acceptable difference
Sirona & Medit L	Sirona & Shining 3 L	0.0561	0.00010	0.0254	0.0868	TRUE	TRUE	Acceptable difference

Nota. Pruebas estadísticas realizadas utilizando el lenguaje de codificación Python. Fuente. Propia.

Aunque algunos grupos son estadísticamente diferentes, todas las diferencias medias están dentro de su tolerancia aceptable de $\pm 0,25$ mm. Esto significa que, aunque puede haber pequeñas diferencias detectables, es probable que no sean significativas desde el punto de vista clínico o práctico. Cabe mencionar que entre Aoralscan 3 y Medit i700 Wireless las diferencias son casi nulas, pero al compararlos con Primescan encontramos variaciones.

FIGURA 11

Gráfico de barras del área de contacto superficial



Nota. Gráfico que representa las diferencias entre área de contacto superficial que generó cada sistema de escáneres intraorales.

Fuente. Propia

El  rea de contacto superficial es la zona en la que dos superficies se tocan. En el contexto de la odontología, el área de contacto superficial se refiere al área específica donde los dientes superiores (maxilares) e inferiores (mandibulares) se tocan físicamente cuando las mandíbulas est n cerradas. Vemos al Aoralscan 3 de Shining 3D con contactos leves, A Wireless i700 de Medit con contactos en fuerza media y a Primescan de Dentsply Sirona con contactos aparentemente en fuerza máxima. Se requiere evaluar la significancia clínica de esto.

DISCUSIÓN

Para el registro de mordida tradicional las siliconas de adición se utilizan con frecuencia para registrar contactos por su baja viscosidad, precisión y estabilidad. Las propiedades de fluidez y la distribución uniforme de los materiales por las superficies oclusales de los dientes garantizan una interferencia mínima en el cierre. Estas propiedades hacen de la silicona de adición un material ideal para identificar los contactos oclusales; sin embargo, sigue existiendo el problema de cuantificar la información. Un método para resolver esto es la transiluminación, que convierte la transparencia del registro en datos digitales. Dado que las siliconas se vuelven translúcidas en secciones relativamente gruesas, se considera que las superficies oclusales separadas hasta 0,350 mm est n en contacto o casi en contacto (DeLong, R., et al. 2007).

Si utilizamos escáneres intraorales hay ciertos parámetros que debemos considerar. Se han identificado diferentes factores del operador y del paciente como variables que pueden disminuir la precisión de escaneado bruto de los IOS al adquirir moldes de diagnóstico virtuales. (Revilla-León, M., et al. 2023). Dentro de los factores que queremos destacar podemos encontrar la iluminación, ya que los escáneres que utilizamos utilizan imagen fotográfica o sistema de videos emiten su propia luz; consecuentemente un estímulo de luz externa dentro de la cavidad oral como la lámpara de

la unidad dental pueden afectar negativamente los resultados de precisión. (Revilla-León, M., et al. 2020). Otro factor importante es el patrón de escaneo, existen numerosos artículos abordando este tema, pero la mayoría de conclusiones coinciden con los hallazgos de este estudio donde recomiendan seguir el patrón específico de cada marca. Los patrones de los escáneres que utilizamos siguen principios fundamentales como un escaneo continuo por cuadrantes, la punta del escáner de la forma más horizontal posible, evitar la presencia de humedad en el campo operatorio y mantener una velocidad constante. (Oh, K. C., et al. 2020).

Además, debemos tener en cuenta el sustrato que está siendo escaneado. Se ha demostrado que al utilizar luz para capturar la morfología y anatomía de las piezas dentales los diferentes materiales de restauraciones que se encuentran en boca y su grado de translucidez pueden afectar la precisión. Por esta razón, fue fundamental que nuestro paciente de estudio no presentara restauraciones dentales, pues podría darnos resultados negativos. (Bocklet, C., et al. 2019). Hallazgos que coinciden con otra investigación que evaluó el efecto de diferentes sustratos como metal, oro, amalgamas pulidas y sin pulir, esmalte dental, dentina, disilicato de litio y resina compuestas. (Dutton, E., et al. 2020).

Si tenemos las consideraciones pertinentes tanto los métodos de registro interoclusal virtual (RIV) de forma directa con escáneres intraorales, los modelos virtuales digitalizados de forma indirecta con escáneres de laboratorio y métodos de articulado analógicos utilizando métodos de transiluminación considerado como patrón oro; proporcionan medidas precisas y cuantitativas de los contactos oclusales. (DeLong, R., et al. 2007). Hallazgos que han sido vastamente demostrados en metaanálisis que analizan distintos autores en esta temática. (Morsy, N., et al. 2024).

Otro método de cuantificación de puntos de contacto oclusales son los que obtenemos con papel articular, es importante considerarlo cuando comparamos métodos tradicionales y los digitales. (Rovira-Lastra, B., et al. 2024).

El papel articular nos funciona para registrar los contactos oclusales, como ayuda para el diagnóstico, permitiendo una planificación adecuada del tratamiento y minimizando o solucionando los trastornos oclusales. Hay que tener en cuenta algunos factores a la hora de elegir el papel articular más adecuado para comprobar los contactos oclusales, como el grosor, la resistencia y la elasticidad. Si es extremadamente grueso, puede interferir en la percepción oclusal del paciente. La resistencia se refiere a la capacidad del papel para soportar la humedad oral de los contactos oclusales. Finalmente, la elasticidad es la capacidad de estirarse sin desgarrarse cuando se extrae de la cavidad oral tras comprobar el contacto. Por estas características decidimos usar el papel articular de 8 µm siguiendo los parámetros antes mencionados (Toledo, M. F., et al. 2014).

Para finalizar es muy importante indicarle al paciente la fuerza con la cual debe hacer MI, puesto que está demostrado que una sobreactividad muscular puede ocasionar contactos no naturales. Se distinguen tres tipos de registros en MI. Máxima intercuspidad en máxima fuerza, en fuerza media y contacto leve. (Rovira-Lastra, B., et al. 2024). En nuestro estudio seleccionamos fuerza media para cada RIV.

Vernon Gabriel Narváez Mairena y Mariam Ivania Torres García. Evaluación del registro de mordida digital en máxima intercuspidadación...

Sin embargo, podemos ver como al momento de calcular las coordenadas el algoritmo de cada escáner presentó intensidades distintas. Vemos al Aoralscan 3 de Shining 3D con contactos leves, A Wireless i700 de Medit con contactos en fuerza media y a Primescan de Dentsply Sirona con contactos en máxima fuerza. Adicionalmente cabe destacar que al hacer control en boca con papel articular los puntos de contacto coinciden en todos los escáneres dentales.

CONCLUSIONES

Con nuestras observaciones podemos concluir lo siguiente:

Todos los escáneres identificaron con éxito los puntos de contacto si comparamos con las pruebas intraorales. El uso del papel articular y la selección adecuada del mismo (8 μ m) fueron clave en la marcación del registro de contactos oclusales, evidenciados por la anatomía dental del paciente, así como en la comparativa con el método digital.

Los mapas de calor de análisis oclusal coinciden entre sí cuando comparamos la imagen obtenida en los softwares nativos de cada escáner. Al exportar los archivos y llevarlos a análisis a un software externo es que podemos apreciar las diferencias donde la intensidad de los puntos y áreas de contacto sí varían entre cada escáner.

A pesar de tener diferencias significativas en el análisis unidireccional ANOVA donde se comparan las desviaciones entre los escáneres intraorales, el post-hoc Tukey HSD indica que todas las diferencias medias están dentro de su tolerancia aceptable de $\pm 0,25$ mm. Es probable que no sean significativas desde el punto de vista clínico o práctico.

RECOMENDACIONES

Se insta a seguir esta línea de investigación donde podamos evaluar estas varianzas en el RIV de cada escáner y determinar sus consecuencias en la adaptación protésica. En una futura ocasión evaluar si estas variables en intensidad representan diferencias estadísticamente significativas. Sobre todo, evaluar la significancia clínica del área de contacto superficial.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Los datos obtenidos en este artículo están protegidos por la Ley de derecho del autor, según la legislación Nacional y fueron autorizados por las autoridades de la Facultad de Odontología, quienes dieron consentimiento de realizar esta investigación. El uso de imágenes y demás material que sea objeto de protección de los derechos del autor serán para fines educativos y deberá citar la fuente. Así mismo, se siguieron las indicaciones del comité de ética en investigación de la Universidad Americana. Adicionalmente, al paciente seleccionado se le explicaron todos los procedimientos y estuvo de acuerdo en firmar el consentimiento informado de forma consciente y voluntaria.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de intereses relacionados con este artículo y su contenido.

REFERENCIAS

- Albanchez-González, M. I., Brinkmann, J. C., Peláez-Rico, J., López-Suárez, C., Rodríguez-Alonso, V., & Suárez-García, M. J. (2022). Accuracy of Digital Dental Implants Impression Taking with Intraoral Scanners Compared with Conventional Impression Techniques: A Systematic Review of In Vitro Studies. *International journal of environmental research and public health*, 19(4), 2026. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042026>
- Amornvit, P., Rokaya, D., & Sanohkan, S. (2021). Comparison of Accuracy of Current Ten Intraoral Scanners. *BioMed research international*, 2673040. <https://doi.org/10.1155/2021/2673040>
- Bocklet, C., Renne, W., Mennito, A., Bacro, T., Latham, J., Evans, Z., Ludlow, M., Kelly, A., & Nash, J. (2019). Effect of scan substrates on accuracy of 7 intraoral digital impression systems using human maxilla model. *Orthodontics & craniofacial research*, 22 Suppl 1, 168–174. <https://doi.org/10.1111/ocr.12273>
- Bozhkova, T., Musurlieva, N., & Slavchev, D. (2021). Comparative study of qualitative and quantitative techniques in the study of occlusion. *BioMed Research International*, 1163874. <https://doi.org/10.1155/2021/1163874>
- Chiu, A., Chen, Y. W., Hayashi, J., & Sadr, A. (2020). Accuracy of CAD/CAM Digital Impressions with Different Intraoral Scanner Parameters. *Sensors Basel, Switzerland*, 20(4), 1157. <https://doi.org/10.3390/s20041157>
- DeLong, R., Ko, C. C., Anderson, G. C., Hodges, J. S., & Douglas, W. H. (2002). Comparing maximum intercuspal contacts of virtual dental patients and mounted dental casts. *The Journal of prosthetic dentistry*, 88(6), 622–630. <https://doi.org/10.1067/mpr.2002.129379>.
- DeLong, R., Knorr, S., Anderson, G. C., Hodges, J., & Pintado, M. R. (2007). Accuracy of contacts calculated from 3D images of occlusal surfaces. *Journal of dentistry*, 35(6), 528–534. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2007.02.004>.
- Dutton, E., Ludlow, M., Mennito, A., Kelly, A., Evans, Z., Culp, A., Kessler, R., & Renne, W. (2020). The effect different substrates have on the trueness and precision of eight different intraoral scanners. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry*, 32(2), 204–218. <https://doi.org/10.1111/jerd.12528>
- Edher, F., Hannam, A. G., Tobias, D. L., & Wyatt, C. C. L. (2018). The accuracy of virtual interocclusal registration during intraoral scanning. *The Journal of prosthetic dentistry*, 120(6), 904–912. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.01.024>
- Jemt, T. and Lie, A. (1995), Accuracy of implant-supported prostheses in the edentulous jaw. Analysis of precision of fit between cast gold-alloy frameworks and master casts by means of a three-dimensional photogrammetric technique. *Clinical Oral Implants Research*, 6.172-180. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1995.060306.x>
- Jeong, M. Y., Lim, Y. J., Kim, M. J., & Kwon, H. B. (2020). Comparison of two computerized occlusal analysis systems for indicating occlusal contacts. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 12(2), 49–54. <https://doi.org/10.4047/jap.2020.12.2.49>
- Kihara, H., Hatakeyama, W., Komine, F., Takafuji, K., Takahashi, T., Yokota, J., Oriso, K., & Kondo, H. (2020). Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *Journal of prosthodontic research*, 64(2), 109–113. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.07.010>
- Mangano, F., Gandolfi, A., Luongo, G., & Logozzo, S. (2017). Intraoral scanners in dentistry: A review

- Vernon Gabriel Narváez Mairena y Mariam Ivania Torres García. Evaluación del registro de mordida digital en máxima intercuspidadación...
- of the current literature. *BMC Oral Health*, 17(1), 149. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0442-x>
- Mittrirattanakul, S., Neoh, S. P., Chalermchaichaloenkit, J., Limthanabodi, C., Trerayapiwat, C., Pipatpajong, N., Taechushong, N., & Chintavalakorn, R. (2023). Accuracy of the Intraoral Scanner for Detection of Tooth Wear. *International dental journal*, 73(1), 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2022.06.004>
- Morsy, N., & El Kateb, M. (2024). Accuracy of intraoral scanners for static virtual articulation: A systematic review and meta-analysis of multiple outcomes. *The Journal of prosthetic dentistry*, 132(3), 546–552. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.09.005>.
- Oh, K. C., Park, J. M., & Moon, H. S. (2020). Effects of Scanning Strategy and Scanner Type on the Accuracy of Intraoral Scans: A New Approach for Assessing the Accuracy of Scanned Data. *Journal of prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontists*, 29(6), 518–523. <https://doi.org/10.1111/jopr.13158>
- Revilla-León, M., Att, W., Özcan, M., & Rubenstein, J. (2021). Comparison of conventional, photogrammetry, and intraoral scanning accuracy of complete-arch implant impression procedures evaluated with a coordinate measuring machine. *The Journal of prosthetic dentistry*, 125(3), 470–478. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.03.005>
- Revilla-León, M., Barmak, A. B., Tohme, H., Yilmaz, B., Kois, J. C., & Gómez-Polo, M. (2023). Factors that influence the accuracy of maxillomandibular relationship at maximum intercuspation acquired by using intraoral scanners. *Journal of Dentistry*, 138, 104718. <https://doi.org/10.1016/j.ident.2023.104718>.
- Rovira-Lastra, B., Khoury-Ribas, L., Flores-Orozco, E. I., Ayuso-Montero, R., Chaurasia, A., & Martinez-Gomis, J. (2024). Accuracy of digital and conventional systems in locating occlusal contacts: A clinical study. *The Journal of prosthetic Dentistry*, 132(1), 115–122. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.06.036>
- Sahin, S., & Cehreli, M. C. (2001). The significance of passive framework fit in implant prosthodontics: current status. *Implant Dentistry*, 10(2), 85–92. <https://doi.org/10.1097/00008505-200104000-00003>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B., Valencia, S. M., & Torres, C. P. M. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ta Edición. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- Suese, K. (2020). Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dental Materials Journal*, 39(1), 52–56. <https://doi.org/10.4012/dmj.2019-224>
- Toledo, M. F., Jóias, R. P., Marques-Iasi, Y. S., Neves, A. C., & Rode, S. de M. (2014). Thickness and marking quality of different occlusal contact registration strips. *Journal of Applied Oral Science: Revista FOB*, 22(6), 516–521. <https://doi.org/10.1590/1678-775720140117>
- Yuzbasioglu, E., Kurt, H., Turunc, R. et al. (2014). Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health* 14, 10. <https://doi.org/10.1186/1472-6831-14-10>.