

Comparación en la Precisión de la Identificación del Primer Contacto Oclusal entre Modelos Articulados y Modelos Digitales Obtenidos con los Escáneres 3shape Trios e iTero

Comparison of the Accuracy in Identifying the First Occlusal Contact between Articulated Models and Digital Models Obtained with 3shape TRIOS and iTero Scanners

**Fernando Sánchez-Ugarte¹; Alicia Muñoz-Díaz¹; Javiera Azúa-Retamal¹; Bolívar Valenzuela-Chaigneau²;
Mark Belkner-Cinquemani² & Francisco Valenzuela-Chaigneau²**

SÁNCHEZ-UGARTE, F.; MUÑOZ-DÍAZ, A.; AZÚA-RETAMAL, J.; VALENZUELA-CHAIGNEAU, B.; BELKNER-CINQUEMANI, M. & VALENZUELA-CHAIGNEAU, F. Manejo de fractura mandibular por herida de proyectil balístico: enfoque quirúrgico de urgencia. *Int. J. Odontostomat.*, 19(4):488-494, 2025.

RESUMEN: El análisis de modelos es fundamental en el diagnóstico ortodóncico. Tradicionalmente se realizaba en modelos de yeso, los cuales presentan limitaciones en cuanto a alteraciones volumétricas, almacenamiento y dificultad para compartirlos. Ante esto, los escáneres intraorales han ganado relevancia al permitir la obtención de modelos digitales, pero su precisión diagnóstica aún se discute. El objetivo de este estudio es comparar la precisión en la identificación del primer contacto oclusal en posición céntrica de primer intento, entre modelos digitales obtenidos con escáneres intraorales 3Shape TRIOS 3 (3ST3) e iTero (iT), y modelos de yeso observados con papel articular en articulador (MA) Panadent. Se analizaron 30 modelos de estudio escaneados con ambos dispositivos. El 63,3 % de los contactos en 3ST3 coincidieron con los de MA, 50 % en iT y 56,6 % entre ambos escáneres. No hubo diferencias significativas en la distancia al plano vestibular entre iT y MA, ni entre 3ST3 e iT, pero sí entre 3ST3 y MA. Se concluye que, bajo estas condiciones, los modelos digitales no son suficientemente precisos para determinar el primer contacto oclusal en céntrica de primer intento.

PALABRAS CLAVE: Ortodoncia, modelos dentales, diagnóstico asistido por computadora, oclusión dental, relación céntrica, articuladores dentales, escáneres intraorales.

INTRODUCCIÓN

El uso de modelos de yeso ha sido históricamente una herramienta fundamental en el diagnóstico ortodóncico, ya que permite evaluar con precisión las discrepancias dentomaxilares y dentodentarias, así como las relaciones intermaxilares sin la presencia directa del paciente.

Estos modelos ofrecen múltiples perspectivas de análisis que facilitan la planificación clínica. No obstante, su elaboración implica una serie de pasos técnicamente sensibles, como la toma de impresiones y el vaciado posterior, los cuales pueden verse afectados por factores inherentes a los materiales o al manejo operatorio. Entre las limitaciones más comunes se encuentran la deformación del material de impresión por manipulación inadecuada, retrasos en el vaciado

que afectan la estabilidad dimensional, y la deshidratación o sobrehidratación del yeso.

Adicionalmente, el vaciado presenta riesgos de fallas estructurales como burbujas, duplicación defectuosa o daños durante el almacenamiento. Estas condiciones pueden influir en la reproducibilidad del análisis entre distintos examinadores y dificultan tanto el traslado de los modelos como su conservación a largo plazo, la cual es indispensable por su valor médico-legal y forense (Patzelt *et al.*, 2014; Jacob *et al.*, 2015; Anh *et al.*, 2016; Tavares *et al.*, 2017).

En este contexto, los avances en tecnologías digitales han impulsado el desarrollo de escáneres intraorales, que capturan la anatomía dentaria y

¹Práctica Privada, Santiago, Chile.

²Postítulo de Ortodoncia y Ortopedia Dento maxilofacial, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile.

estructuras adyacentes mediante métodos ópticos. Estos dispositivos permiten generar modelos digitales que pueden ser almacenados, compartidos y analizados con mayor eficiencia. Si bien el análisis digital de modelos individuales ha avanzado considerablemente, el estudio en oclusión y la integración con articuladores digitales aún no se encuentra plenamente desarrollado ni estandarizado en la práctica clínica.

El objetivo de este estudio es comparar la precisión en la identificación y ubicación del primer contacto oclusal en modelos articulados en posición céntrica de primer intento, entre modelos digitales obtenidos con el escáner intraoral 3Shape TRIOS 3 (3ST3), el iTero (iT) y su observación directa con papel articular en modelos de yeso articulados (MA).

MATERIAL Y MÉTODO

Selección de la muestra: Se seleccionaron 30 modelos de estudio en yeso tipo IV con imperfecciones menores a 1 mm, articulados en céntrica de primer intento por alumnos del Postgrado de Ortodoncia de la Universidad del Desarrollo, Chile.

Registro en céntrica de primer intento y montaje en articulador: Los registros mandibulares se obtuvieron mediante la técnica Power Centric descrita por Roth (Roth, 1981). Los modelos se montaron en un articulador semiajustable Panadent (Panadent Corp., EE. UU.), utilizando arco facial, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Escaneo de modelos. Los modelos montados fueron escaneados con dos escáneres intraorales: 3Shape TRIOS 3 (3Shape, Dinamarca) e iTero (Align Technology, EE. UU.). Para el escáner 3ST3, el recorrido de escaneo comenzó en el modelo inferior por las caras oclusales del lado izquierdo, siguiendo en dirección horaria hasta completar la arcada, y luego se escanearon las caras vestibulares y lingüales. A continuación, se escaneó el modelo superior siguiendo el mismo protocolo. Posteriormente, se escanearon los sectores laterales de los modelos en oclusión directamente desde el articulador, comenzando por el lado izquierdo y luego el derecho, desde distal y por vestibular. Se aseguró la obtención de suficientes imágenes para que el algoritmo identificara correctamente la relación oclusal entre ambas arcadas.

En el escaneo con iT, el protocolo comenzó en el modelo inferior por la cara oclusal derecha, siguiendo

por vestibular y completando la arcada. Se repitió el mismo procedimiento para el modelo superior, y luego se registraron los sectores laterales en oclusión desde vestibular. En ambos escáneres, se verificó la adecuada adquisición de la anatomía de los registros, repitiendo las capturas en caso necesario. Finalmente, cada conjunto de modelos fue exportado en formato estereolitográfico (STL).

Identificación del primer contacto oclusal en modelos articulados. En los modelos físicos articulados, se identificó el primer contacto oclusal con cinta articular Arti-Fol de 12 µm (Dr. Jean Bausch GmbH & Co. KG, Alemania). Se midió la distancia desde el centro del contacto hasta una perpendicular proyectada sobre la cara vestibular del diente correspondiente, utilizando un pie de metro Forestadent Zürcher Model (Forestadent, Alemania), con precisión de hasta una décima de milímetro.

Identificación del primer contacto oclusal en modelos digitales: Los archivos STL generados con ambos escáneres fueron analizados con el software 3D Slicer versión 4.11.20210226 r29738 (NA-MIC, EE. UU.) observando zonas de colisión entre arcadas (zona de transparencia). En casos con múltiples zonas de colisión, se seleccionó aquella en que su área total tenía el eje mayor más grande. Desde el punto medio de dicha zona, se trazó una línea perpendicular hacia la cara vestibular del diente correspondiente para su localización (Fig. 1).

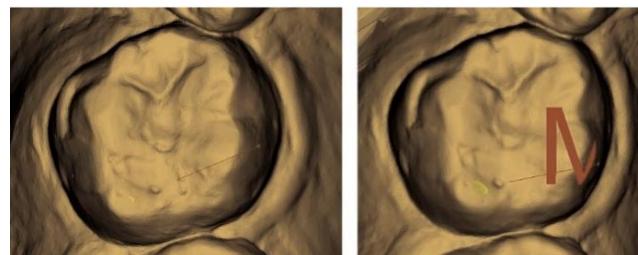


Fig. 1. Primer contacto en un mismo diente 1.6 observado luego de ser escaneado con el 3ST3 (izquierda) y el iT (derecha), y el trazado de la perpendicular a la cara vestibular.

Tabulación de datos: Los datos obtenidos fueron organizados en una planilla de cálculo de Microsoft Excel para Mac (versión 16.43, Microsoft corporation, EE.UU), registrando el diente del primer contacto oclusal y sus características en sentido sagital y coronal (Fig. 2).

Análisis de los datos. Se realizó un análisis descriptivo para identificar la ubicación del primer contacto oclusal en cada tipo de modelo. Luego, se

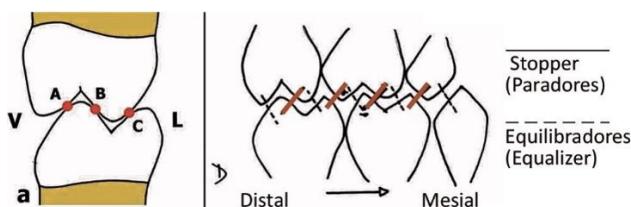


Fig. 2. Características de cada contacto en sentido coronal (izquierda) y sagital (derecha).

comparó la coincidencia del diente y la localización del contacto entre los tres métodos: 1) modelo articulado (MA); 2) 3Shape TRIOS 3 (3ST3); 3) iTero (iT). En los casos con coincidencia en el diente identificado, se comparó la distancia desde el punto de contacto hasta la cara vestibular.

Se calcularon frecuencias y porcentajes para cada localización de contacto. La normalidad de los datos fue evaluada mediante las pruebas de Shapiro-Wilk (SW) y Kolmogorov-Smirnov (KS). Se aplicó la prueba t para la comparación de medias y la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para comparar la distancia a la perpendicular vestibular entre métodos, en los casos con coincidencia en la ubicación del contacto oclusal.

Tabla I. Prueba de normalidad entre los modelos escaneados con el escáner 3ST3 y MA.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Medida 3ST3	0,181	19	0,102	0,876	19	0,019
Medida MA	0,216	19	0,020	0,885	19	0,027

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla II. Prueba de normalidad entre los modelos escaneados con el escáner iT y los MA

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Medida iT	,255	15	0,010	0,820	15	0,007
Medida MA	,205	15	0,090	0,879	15	0,045

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla III. Prueba de normalidad entre los modelos escaneados con el escáner iT y el 3ST3

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Medida 3ST3	0,199	16	0,090	0,870	16	0,027
Medida iT	0,241	16	0,014	0,814	16	0,004

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla IV. Prueba de muestras emparejadas entre los modelos escaneados con el escáner 3ST3 y los MA

	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de IC de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Par 1 Medida 3ST3 – Medida MA	-,67956	,70678	,16215	-1,02022	-,33890	-4,191	18	,001

RESULTADOS

El análisis de coincidencia en la identificación del primer contacto oclusal entre los modelos digitales y los modelos montados en articulador mostró un 63,3 % de concordancia para los modelos obtenidos con el escáner 3ST3 y un 50 % para los obtenidos con el escáner iT. Entre ambos escáneres, la coincidencia fue de 56,6 %

Las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk (SW) y Kolmogorov-Smirnov (KS) revelaron un valor $p < 0,05$ en todas las comparaciones (Tablas I, II y III), lo que indica que los datos no siguen una distribución normal.

Al aplicar la prueba t para comparar las medias de las distancias del primer contacto con respecto a la cara vestibular del diente, se observó una diferencia estadísticamente significativa entre los modelos escaneados con 3ST3 y los modelos montados en el articulador Panadent (Tablas IV, V y VI). Este resultado fue confirmado por la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, que mostró la misma tendencia (Tablas VII, VIII, IX, X, XI y XII).

Respecto a la localización del primer contacto en los modelos montados en articulador, se encontró que en el diente 1.5 fue más frecuentemente observado, seguido por los dientes 1.6, 1.7 y 2.7. También se observaron contactos, en menor proporción, en los dientes 1.3, 1.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 (Fig. 3).

En cuanto a las características del contacto, se identificó que el tipo coronal más frecuente fue cúspide a cúspide, mientras que en sentido sagital se distribuyeron equitativamente entre contactos tipo stopper y equalizer (Fig. 4A y 4B). En los modelos escaneados con el 3ST3, el diente 1.5 también fue identificado como sitio del primer contacto, seguido de los dientes 1.6, 1.7, 2.7 y 1.4. (Fig. 4C y 4D).

Para los modelos digitales obtenidos con iT, el diente 2.7 fue el más frecuentemente asociado al primer contacto, seguido del diente 1.6 (Fig. 3). En este grupo, el tipo de contacto más común en sentido coronal fue tipo B, y en sentido sagital, tipo equalizer (Fig. 4E y 4F).

Tabla V. Prueba de muestras emparejadas entre los modelos escaneados con el escáner iT y MA.

	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de IC de la diferencia	inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1 Medida iT – Medida MA	-,15013	1,08341	,27974	-,75011	,44894	-,537	14	,600	

Tabla VI. Prueba de muestras emparejadas entre los modelos escaneados con el escáner 3ST3 y iT.

	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de IC de la diferencia	inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1 Medida 3ST3 – Medida iT	-,31608	,94248	,23562	-,81829	,18614	-,1,341	15	,200	

Tabla VII. Rangos de medida entre los modelos obtenidos con el escáner 3ST3 y los montados en el articulador Panadent.

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Medida MA – Medida 3ST3	Rangos negativos	6 ^a	3,50	21,00
	Rangos positivos	13 ^b	13,00	169,00
	Empates	0 ^c		
	Total	19		

a. Medida MA < Medida 3ST3

b. Medida MA > Medida 3ST3

c. Medida MA = Medida 3ST3

Medida MA – Medida 3ST3	Z	
	-2,978 ^b	

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Tabla VIII. Estadísticos de prueba a entre los modelos escaneados con el escáner 3ST3 y los MA.

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Medida MA – Medida iT	Rangos negativos	5 ^a	7,60	38,00
	Rangos positivos	10 ^b	8,20	82,00
	Empates	0 ^c		
	Total	15		

a. Medida MA < Medida iT

b. Medida MA > Medida iT

c. Medida MA = Medida iT

Medida MA – Medida iT	Z	
	-1,250 ^b	

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Tabla X. Estadísticos de prueba a entre los modelos escaneados con el escáner iT y los MA

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Medida iT – Medida 3ST3	Rangos negativos	6 ^a	7,50	45,00
	Rangos positivos	10 ^b	9,10	91,00
	Empates	0 ^c		
	Total	16		

a. Medida iT < Medida 3ST3

b. Medida iT > Medida 3ST3

c. Medida iT = Medida 3ST3

Tabla XII. Estadísticos de prueba a entre los modelos escaneados con el escáner 3ST3 y el iT.

Medida iT – Medida 3ST3	Z	Sig. Asintótica (bilateral)
	-1,189 ^b	,234

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

DISCUSIÓN

El mayor nivel de concordancia en la identificación del primer contacto oclusal se obtuvo con el escáner 3ST3 (63,3 %), lo que concuerda con otros estudios que respaldan su precisión (Sfondrini *et al.*, 2018; Yoon *et al.*, 2018; Yilmaz *et al.*, 2019; Chiu *et al.*, 2020). No obstante, la variabilidad metodológica en la literatura, desde arcadas completas hasta preparaciones individuales dificulta comparaciones directas. Esto se condice con el estudio de Hennen *et al.* (2022) en donde, de varios escáneres intraorales evaluados, el 3ST3 presenta uno de los mejores desempeños en precisión y reproducibilidad, aunque aún por debajo de la técnica análoga. Este valor de concordancia, sin embargo, debe interpretarse considerando diferencias en diseño de estudios y metodología. Hay autores que señalan limitaciones de los modelos digitales para rehabilitaciones extensas o análisis oclusales complejos (Mangano *et al.*, 2017). Otro factor reportado como plausible de alterar la calidad del modelo digital puede ser el patrón de escaneo (Latham *et al.*, 2020) ya que pueden inducir distorsiones anatómicas (Winkler & Gkantidis, 2020).

En el caso del escáner iT, la concordancia con los modelos análogos en la identificación del diente donde se produjo el primer contacto oclusal fue del 50 %, lo que contrasta con estudios que destacan su alta exactitud en mediciones lineales (Zhang *et al.*, 2016; Hwang *et al.*, 2018). Por su parte, la concordancia entre ambos escáneres, iT y 3ST3, para la identificación de este mismo parámetro alcanzó un 56,6 %, resultado que concuerda con

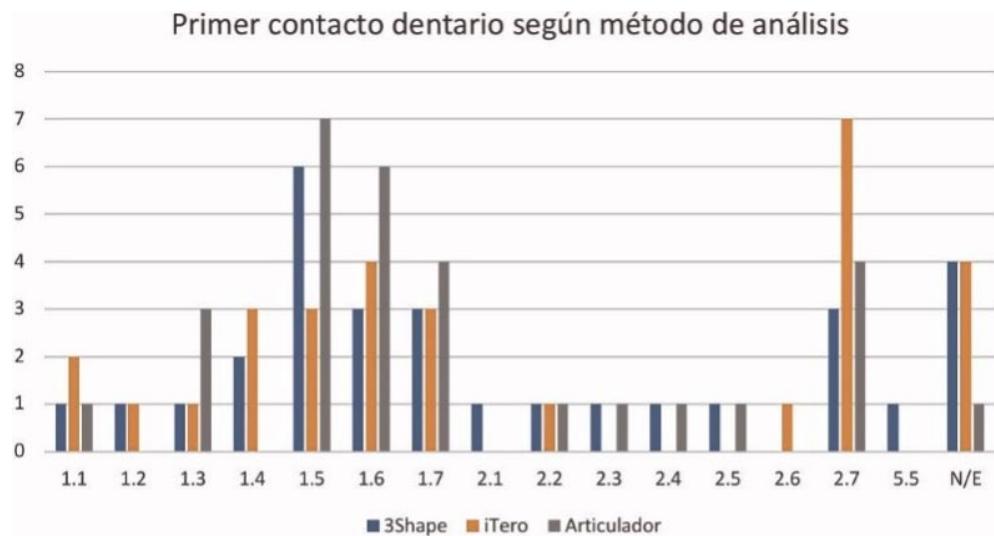


Fig. 3: Gráfico frecuencia de aparición del primer contacto por diente, para cada uno de los métodos estudiados.

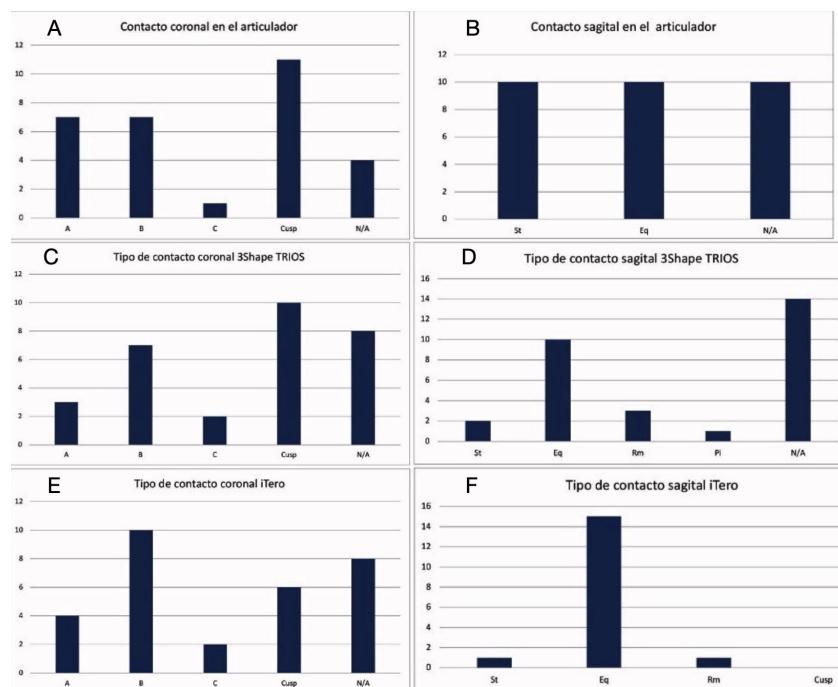


Fig. 4. A) Gráfico Distribución de la frecuencia de los tipos de contacto en sentido coronal, observado en los modelos montados en el articulador Panadent. B) Gráfico Distribución de la frecuencia de los tipos de contacto en sentido sagital, observado en los modelos montados en el articulador Panadent. St: Stopper, Eq: Equalizer. C) Gráfico Distribución de la frecuencia de los tipos de contacto en sentido coronal, observado en los modelos escaneados con el 3ST3. D) Gráfico Distribución de la frecuencia de los tipos de contacto en sentido sagital, observado en los modelos escaneados con el 3ST3. St: Stopper, Eq: Equalizer, Rm: Reborde marginal, Pi: Plano inclinado. E) Gráfico Distribución de la frecuencia de los tipos de contacto en sentido coronal, observado en los modelos escaneados con el iT. F) Distribución de la frecuencia de los tipos de contacto en sentido sagital, observado en los modelos escaneados con el iT. St: Stopper, Eq: Equalizer, Rm: Reborde marginal, Cusp: Cúspide

investigaciones previas que no reportan diferencias estadísticamente significativas cuando se utiliza un patrón de escaneo uniforme (Anh *et al.*, 2016; Park, 2016).

Rossini *et al.* (2016) y Fleming *et al.* (2011) mencionan que los modelos digitales son muy confiables para mediciones lineales, pero no siempre para localizar contactos oclusales precisos, hallazgo reafirmado recientemente por Esposito *et al.* (2024), quienes observaron que métodos convencionales como papel articulador y lámina Shimstock pueden detectar un mayor número y superficie de contactos en condiciones clínicas reales. Este escenario se refleja en el presente estudio: aunque el 3ST3 presentó mejor concordancia con los MA, mostró diferencias significativas en medidas de distancia; en cambio, el iT, con menor nivel de coincidencia, evidenció mayor veracidad (Renne *et al.*, 2017), entendida como menor desviación respecto del modelo de referencia. Esto justifica rechazar la hipótesis nula, al comprobarse diferencias en la identificación y localización del primer contacto entre los tres métodos.

Estas diferencias pueden explicarse por interferencias como saliva, brillos o apiñamiento (Anh *et al.*, 2016), o características propias del escáner como tamaño o visibilidad (Úry *et al.*, 2020; Winkler & Gkantidis, 2020). El post procesamiento, especialmente en el stitching o cosido de imágenes, puede generar errores acumulativos (Ender & Mehl, 2014; Patzelt *et al.*, 2014; Latham *et al.*, 2020), mientras que un software sin anatomía precisa afecta el registro oclusal (Winkler & Gkantidis, 2020).

El primer contacto en MA y modelos digitales 3ST3 se presentó con mayor frecuencia en el diente 1.5, coincidiendo con reportes previos que ubican a los primeros premolares como puntos comunes de contacto inicial (Carwell & McFall, 1981; Shefter & McFall, 1984; Madani & Ahmadian-Yazdi, 2005; Reyes *et al.*, 2009;). Sin embargo, difiere de la idea extendida en la práctica clínica que señala a los segundos molares como dientes con más contactos prematuros (Asai *et al.*, 2007).

Respecto al tipo de contacto, se observó que la mayor coincidencia fue en contactos de cúspide a plano inclinado en sentido coronal entre 3ST3 y MA. En sentido sagital, por el contrario, no hubo ningún tipo que se identificara como más frecuente. Esto puede ser debido a limitaciones prácticas en el análisis digital de zonas muy pequeñas, posibles áreas no

escaneadas o distorsionadas y dificultades para localizar contactos diminutos, como ha sido reportado en estudios recientes (Hennen *et al.*, 2022; Esposito *et al.*, 2024).

Para tener resultados más extrapolables a la población y a la práctica clínica diaria sería recomendable realizar estudios futuros con mayores tamaños muestrales, población diversa y distintos escáneres intraorales (Renne *et al.*, 2017; Latham *et al.*, 2020). Sin embargo, al observar el estado del arte de la odontología digital, con una evolución constante del hardware y software, el flujo digital promete consolidarse progresivamente como un estándar complementario a los métodos análogos, los cuales mantienen aún su relevancia clínica (Hennen *et al.*, 2022; Esposito *et al.*, 2024; Wei *et al.*, 2024) ya que son los que permiten tener resultados más exactos.

CONCLUSIÓN

Los modelos digitales obtenidos a partir del escaneo de modelos análogos montados en articulador no demostraron ser suficientemente precisos para la identificación del primer contacto oclusal en posición céntrica de primer intento, dentro de la población estudiada y bajo la metodología aplicada.

La tecnología digital en odontología especialmente en ortodoncia continúa avanzando rápidamente, lo que dificulta la comparación entre estudios y limita la reproducibilidad de los resultados. Sin embargo, este mismo dinamismo impulsa una mejora constante en la precisión, funcionalidad y aplicabilidad del diagnóstico digital. Frente a este escenario, es fundamental que los profesionales se mantengan actualizados en el uso y validación de herramientas digitales, con el fin de optimizar la toma de decisiones clínicas y ofrecer tratamientos basados en evidencia, precisión diagnóstica y el bienestar del paciente como objetivo central.

SÁNCHEZ-UGARTE, F.; MUÑOZ-DÍAZ, A.; AZÚA-RETAMAL, J.; VALENZUELA-CHAIGNEAU, B.; BELKNER-CINQUEMANI, M. & VALENZUELA-CHAIGNEAU, F. Comparison of the accuracy in identifying the first occlusal contact between articulated models and digital models obtained with 3shapeTRIOS and iTero scanners. *Int. J. Odontostomat.*, 19(4):488-494, 2025.

ABSTRACT: Model analysis plays a key role in orthodontic diagnosis. Traditionally performed on plaster casts, these models pose limitations such as volumetric distortions, storage requirements, and difficulty in sharing.

In recent years, intraoral scanners have become popular, enabling the creation of digital models for computer-assisted analysis. However, the accuracy of these methods remains uncertain. The aim of this study is to compare the accuracy of first occlusal contact identification in centric relation at first attempt between digital models obtained using TRIOS 3 (3ST3) and iTero (iT) intraoral scanners, and plaster models mounted on a Panadent articulator (MA) evaluated with articulating paper. Thirty type IV plaster study models were scanned with both devices. A 63.3% agreement was observed between 3ST3 and MA, 50% between iT and MA, and 56.6% between both scanners. No statistically significant differences were found in the distance from the contact point to the vestibular plane between iT and MA, or between 3ST3 and iT, but there were significant differences between 3ST3 and MA. Under the methodology described, digital models from scanned analog articulator-mounted casts do not appear sufficiently accurate to locate the first occlusal contact in centric relation at first attempt.

KEY WORDS: Orthodontics, dental models, computer-assisted diagnosis, dental occlusion, centric relation, dental articulators, intraoral scanners.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anh, J. W.; Park, J. M.; Chun, Y. S.; Kim, M. & Kim, M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by two digital intraoral scanners: Effects of tooth irregularity and scanning direction. *Korean J. Orthod.*, 46(1):3-12, 2016.
- Asai, M.; Tomochika, A. & Asai, Y. Molar extraction: A perspective on a clinical study. *Orthod. Waves*, 66(2):41-51, 2007.
- Carwell, M. L. & McFall, W. T. Centric relation determinations: Clinical and radiographic comparisons. *J. Periodontol.*, 52(7):347-53, 1981.
- Chiu, A.; Chen, Y.W.; Hayashi, J. & Sadr, A. Accuracy of CAD/CAM digital impressions with different intraoral scanner parameters. *Sensors (Basel)*, 20(4):1157, 2020.
- Ender, A. & Mehl, A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int.*, 46(1):9-17, 2014.
- Esposito, R.; Masedu, F.; Ciccù, M.; Tepedino, M.; Denaro, M. & Ciavarella, D. Reliability of recording occlusal contacts by using intraoral scanner and articulating paper: A prospective study. *J. Dent.*, 142:104872, 2024.
- Fleming, P. S.; Marinho, V. & Johal, A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: A systematic review. *Orthod. Craniofac. Res.*, 14(1):1-16, 2011.
- Hennen, M.; Klotz, A. L.; Hannig, M. & Frankenberger, R. Accuracy and reproducibility of the visualization of occlusal contact points using analog articulating foil or digital intraoral scanners *in vitro*. *Int. J. Comput. Dent.*, 25(2):173-80, 2022.
- Hwang, H.H.-M.; Chou, C.W.; Chen, Y.J. & Yao, C.C.J. An overview of digital intraoral scanners: Past, present and future from an orthodontic perspective. *Taiwan J. Orthod.*, 30(3):148-62, 2018.
- Jacob, H. B.; Wyatt, G. D. & Buschang, P. H. Reliability and validity of intraoral and extraoral scanners. *Prog. Orthod.*, 16(1):38, 2015.
- Latham, J.; Ludlow, M.; Mennito, A.; Kelly, A.; Evans, Z. & Renne, W. Effect of scan pattern on complete-arch scans with four digital scanners. *J. Prosthet. Dent.*, 123(1):85-95, 2020.
- Madani, A. O. & Ahmadian-Yazdi, A. An investigation into the relationship between noncarious cervical lesions and premature contacts. *Cranio*, 23(1):10-5, 2005.
- Mangano, F.; Gandolfi, A.; Luongo, G. & Logozzo, S. Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature. *BMC Oral Health*, 17(1):149, 2017.
- Park, J. M. Comparative analysis on reproducibility among five intraoral scanners: Sectional analysis according to restoration type and preparation outline form. *J. Adv. Prosthodont.*, 8(5):354-62, 2016.
- Patzelt, S. B. M.; Emmanouilidi, A.; Stampf, S.; Strub, J. R. & Att, W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin. Oral Investig.*, 18(6):1687-94, 2014.
- Renne, W.; Ludlow, M.; Fryml, J.; Schurch, Z.; Mennito, A.; Kessler, R. & Lauer, A. Evaluation of the accuracy of seven digital scanners: An *in vitro* analysis based on three-dimensional comparisons. *J. Prosthet. Dent.*, 118(1):36-42, 2017.
- Reyes, E.; Hildebolt, C.; Langenwalter, E. & Miley, D. Abfractions and attachment loss in teeth with premature contacts in centric relation: Clinical observations. *J. Periodontol.*, 80(12):1955-62, 2009.
- Rossini, G.; Parrini, S.; Castroflorio, T.; Deregiibus, A. & Debernardi, C.L. Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 149(2):161-70, 2016.
- Roth, R. H. Functional occlusion for the orthodontist. *J. Clin. Orthod.*, 15(1):32-51, 1981.
- Sfondrini, M. F.; Gandini, P.; Malfatto, M.; Di Corato, F.; Trovati, F. & Scribante, A. Computerized casts for orthodontic purposes using powder-free intraoral scanners: Accuracy, execution time, and patient feedback. *Biomed. Res. Int.*, 2018:4103232, 2018.
- Shefter, G. J. & McFall, W. T. Occlusal relations and periodontal status in human adults. *J. Periodontol.*, 55(6):368-74, 1984.
- Tavares, A.; Braga, E. & Araújo, T. M. Digital models: How can dental arch form be verified chairside? *Dent. Press J. Orthod.*, 22(6):68-73, 2017.
- Úry, E.; Fornai, C. & Weber, G. W. Accuracy of transferring analog dental casts to a virtual articulator. *J. Prosthet. Dent.*, 123(2):305-13, 2020.
- Wei, D.; Yi, X.; Lin, Y. & Di, P. An innovative evaluation method for clinical comparative analysis of occlusal contact regions obtained via intraoral scanning and conventional impression procedures: A clinical trial. *Clin. Oral Investig.*, 28(10):543, 2024.
- Winkler, J. & Gkantidis, N. Trueness and precision of intraoral scanners in the maxillary dental arch: An *in vivo* analysis. *Sci. Rep.*, 10(1):1172, 2020.
- Yilmaz, H.; Özlu, F. Ç.; Karadeniz, C. & Karadeniz, E. I. Efficiency and accuracy of three-dimensional models versus dental casts: A clinical study. *Turk. J. Orthod.*, 32(4):214-18, 2019.
- Yoon, J. H.; Yu, H. S.; Choi, Y.; Choi, T. H.; Choi, S. H. & Cha, J. Y. Model analysis of digital models in moderate to severe crowding: In vivo validation and clinical application. *Biomed. Res. Int.*, 2018:8414605, 2018.
- Zhang, F.; Suh, K.J. & Lee, K.M. Validity of intraoral scans compared with plaster models: An *in vivo* comparison of dental measurements and three-dimensional surface analysis. *PLoS One*, 11(6):0157713, 2016.

Dirección para correspondencia:

Alicia Muñoz D.
Facultad de Medicina
Universidad del Desarrollo
Santiago
CHILE

E-mail: aliciamunozd@gmail.com