

Comparación de medidas dentales y transversales realizadas en modelos de yeso con calibrador digital, y en modelos digitales con el software o^{3d}

Comparison of dental and transversal measurements made on plaster model using a digital caliper and in digital model using the o^{3d} software

Manuel Restrepo¹, Laura Castellanos², Betina Grhes-Porto³, Ary Santos-Pinto⁴, Lourdes Santos-Pinto⁵

¹ Mg. en Ciencias Odontológicas (Odontopediatria). Alumno del Programa de Ciencias Odontológicas nivel Doctorado (Odontopediatria). Departamento de Odontopediatria y Ortodoncia, Facultad de Odontología de Araraquara, UNESP – Univ Estadual Paulista, Araraquara- SP, Brasil. E-mail: manuelrpo@hotmail.com.

² Ortodoncista. Docente de la Facultad de Odontología, Universidad CES, Medellín, Colombia. E-mail: lauracgiraldo@hotmail.com

³ Mg. en Ciencias Odontológicas (Ortodoncia). Alumna del Programa de Ciencias Odontológicas nivel Doctorado (Ortodoncia). Departamento de Odontopediatria y Ortodoncia, Facultad de Odontología de Araraquara, UNESP – Univ Estadual Paulista, Araraquara- SP, Brasil. E-mail: betinagrehs@hotmail.com.

⁴ Ph.D en Ortodoncia. Libre Docente. Facultad de Odontología de Araraquara, UNESP – Univ Estadual Paulista, Araraquara- SP, Brasil. E-mail: spinto@foar.unesp.br

⁵ Ph.D en Ciencias Odontológicas (Odontopediatria). Profesora Titular. Departamento de Odontopediatria y Ortodoncia, Facultad de Odontología de Araraquara, UNESP – Univ Estadual Paulista, Araraquara- SP, Brasil. E-mail: lspinto@foar.unesp.br

Recibido: mayo de 2015. Aprobado: noviembre de 2015

Resumen

Introducción y objetivo:

Las medidas y análisis de modelos son esenciales para el diagnóstico de casos de ortodoncia. Actualmente, el análisis de modelos puede ser realizado de manera virtual a través de software de computador como el o^{3d}. El objetivo de este estudio fue evaluar la reproductibilidad, confiabilidad y validez de medidas dentales y transversales en modelos digitales usando el software o^{3d} y compararlas con las medidas obtenidas con el calibrador digital en modelos de yeso.

Materiales y métodos:

Treinta pares de modelos fueron escaneados y digitalizados. Dos examinadores midieron el tamaño dentario, distancia intercanina y distancia intermolar en modelos de yeso usando un calibrador digital y en modelos digitales usando el software o^{3d}. Los datos fueron analizados usando el Coeficiente de Correlación Intraclase, *prueba t* pareada, la fórmula de Dahlberg y el análisis de varianza.

Forma de citar: Restrepo M, Castellanos L, Grhes-Porto B, Santos-Pinto A, Santos-Pinto L.

Comparación de medidas dentales y transversales realizadas en modelos de yeso con calibrador digital, y en modelos digitales con el software o^{3d}. Rev. CES Odont 2015; 28(2): 59-68

Resultados:

Excelente reproductibilidad intra e interexaminador fue observada en las medidas realizadas con el calibrador digital y el software o^{3d}. No se presentaron errores aleatorios con ninguno de los dos métodos y el error sistemático fue más frecuente en los modelos digitales.

Conclusión:

El software o^{3d} presentó un buen desempeño en términos de reproductibilidad, confiabilidad y validez en la medición del tamaño dentario y distancias transversales; aunque los métodos presentaron diferencias estadísticas, la magnitud de esa diferencia es clínicamente irrelevante.

Palabras clave:

Modelos dentales, ortodoncia, reproductibilidad de los resultados, validez de las pruebas.

Abstract

Introduction and objective:

Measurements and analyses of dental casts are essential for precise diagnosis of an orthodontic case. At present, analyses of dental casts can be performed virtually, through computer software as o^{3d}. The aim of this study was to evaluate the reproducibility, reliability and validity of measurements made in digital models using the o^{3d} software compared to plaster models.

Materials and methods:

Thirty pair of plaster casts were scanned and digitized. Two examiners measured tooth size, intercanine distance and intermolar distance in a plaster model with a digital caliper and in a digital model using the o^{3d} software system. The data were statistically analyzed by Intraclass Correlation Coefficient test, paired *samples t* test, Dahlberg's formula and analysis of variance.

Results:

Excellent intraexaminer and interexaminer agreement was observed in the measurements performed with digital caliper and o^{3d} software. No random error was present in the measurements obtained with the digital caliper and o^{3d} software; systematic error was more frequent in the digital casts.

Conclusion:

The o^{3d} software presented a good performance in terms of reproducibility, reliability and validity in measuring tooth size and transverse distance. Although measurements made on plaster and digital models showed statistically significant differences, the magnitude of the differences does not appear to be clinically relevant.

Key words:

Dental models, orthodontics, reproducibility of results, validity of tests.

Introducción

Los modelos de estudio son importantes para la práctica clínica e investigación en odontología, y fundamentales en ortodoncia para el diagnóstico, plan de tratamiento, evaluación de resultados y presentación de casos (1). Las medidas realizadas en los modelos de yeso generalmente incluyen el tamaño dentario y del arco, las cuales son necesarias para el análisis de espacio. Tradicionalmente estas medidas se han realizado en modelos de yeso con ayuda de un calibrador digital. Las principales desventajas del análisis en modelos de yeso son: tiempo requerido para medir y analizar, necesidad de espacio físico para almacenarlos, riesgo de fracturas y limitación para enviarlos a otros clínicos cuando son casos multidisciplinarios.

El uso de modelos digitales en ortodoncia ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a sus ventajas relacionadas con menor tiempo de análisis, almacenamiento digital, acceso instantáneo y transferencia de datos electrónicos para cualquier persona en el mundo (2). Adicionalmente, pueden ser visualizados en 360 grados, en todos los planos del espacio, en conjunto o individualmente. Actualmente, 35% de los programas de posgrado acreditados de ortodoncia en Estados Unidos y Canadá hacen uso del modelo digital, lo que demuestra su creciente importancia y potencial uso clínico (3), sin embargo, su uso en países latinoamericanos es limitado principalmente debido a los altos costos que puede generar.

El o^{3d} es un software desarrollado por Widalabs (Goiania, Brasil), empresa pionera en América Latina en el desarrollo de tecnologías para la digitalización y análisis de modelos en Ortodoncia. Sin embargo, al ser una herramienta reciente, su desempeño es cuestionable y los estudios presentes en la literatura son limitados y controversiales. De esta manera, el objetivo de este estudio fue evaluar la reproductibilidad, confiabilidad y validez de criterio de las medidas

digitales (tamaño dentario, distancia intercanina y distancia intermolar) realizadas en el software o^{3d} comparadas con las mediciones en modelos de yeso obtenidas con calibrador digital.

Materiales y métodos

Este estudio prospectivo, observacional de tipo validación fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Odontología de Araraquara de la Universidad Estadual Paulista (FOAr – Unesp, Protocolo No. 33/ 07).

Para el cálculo del tamaño de la muestra, fue utilizado el software Epi Info (version 6.0), utilizando una diferencia esperada de 0.09 %, con poder de 80 % y nivel de significancia de 5 %. El tamaño de la muestra (n) determinado fue de 60 modelos.

La muestra estuvo compuesta por treinta pares de modelos de pacientes que fueron tratados con aparatología fija en la Facultad de Odontología de Araraquara – Unesp. Los criterios de inclusión fueron: presencia de todos los dientes permanentes en el arco superior e inferior, sin anomalías dentales de forma y/ o tamaño, ausencia de irregularidades en los modelos de yeso causadas por lesiones de caries o restauraciones las cuales pudiesen interferir con el tamaño mesiodistal/bucolingual de la corona, sin tratamiento ortodóntico previo. Fueron excluidos aquellos modelos con retenedores fijos, bandas, restauraciones protésicas fijas o parciales y modelos con irregularidades.

Los modelos originales fueron duplicados para evitar daños a los registros de los pacientes; fue tomada la impresión de cada modelo con cubetas plásticas (Morelli Ortodontia, Sorocaba, Brasil) e hidrocólido irreversible – alginato (Orthoprint Zhermack, Badia Polesine, Italia), respetando las proporciones de agua y polvo recomendadas por el fabricante. Posteriormente, los modelos fueron vaciados usando yeso piedra tipo II.

Los modelos fueron codificados y enviados para Widialabs Corporation (Goiânia, Brasil) para ser digitalizados. Para esto, fue utilizado el escáner R-700 Orthodontic 3D (3shape A/ S, Copenhague, Dinamarca) con una precesión de 0.005 y 400 dots por pulgada (DPI). Para verificar que la imagen no presentaba distorsión, un triángulo equilátero en resina acrílica fue puesto en la parte posterior de cada modelo.

Dos examinadores independientes realizaron los análisis en el modelo de yeso utilizando un calibrador digital con precisión de 0.01 mm (Mitutoyo Digi-matc®, Mitutoyo, Suzano, São Paulo, Brasil) y en el modelo digital usando el software 0^{3d} versión 1.2.1 (Widialabs, Goiania, Brasil) dos veces con intervalo de una semana; las medidas registradas fueron: 1) tamaño dentario: máxima distancia entre los puntos de contacto mesial y distal; 2) distancia intercanina: distancia lineal entre las cúspides de los caninos y 3) distancia intermolar: distancia lineal entre las fosas mesiales de los primeros molares permanentes. Para la calibración, fueron seleccionados aleatoriamente 10 modelos y medidos dos veces con intervalo de una semana, obteniendo una concordancia (ICC) de 0.98 para el calibrador digital y de 0.95 para el software 0^{3d}.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos fueron realizados en el software SPSS® versión 17.0 (IBM Corpo., Armonk, Estados Unidos). El error sistemático fue calculado por medio de la *prueba t* pareada y el error aleatorio fue calculado por medio de la fórmula de Dahlberg. El Coeficiente de Correlación Intraclase - ICC fue utilizado para evaluar la concordancia y reproductibilidad de las medidas realizadas con de software 0^{3d} y con el calibrador digital; el análisis de variancia (ANOVA) complementado con la prueba de Tukey fue utilizado para identificar diferencias entre los métodos. El nivel de significancia adoptado para los análisis fue de 5 %.

Resultados

Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados para cada examinador usando el calibrador digital y el software 0^{3d}. La diferencia media en el tamaño dentario y las distancias transversales (intercanina e intermolar) obtenidas por el Examinador 1 (Tabla 1) usando el calibrador digital fue de 0,02 mm y 0,08 mm; el error sistemático se presentó apenas en los dientes 33 y 36 ($p < 0,05$). El error aleatorio varió de 0,09 – 0,21 para el tamaño dentario y 0,41 – 1 para distancias transversales. El ICC varió de 0,86 – 0,98 para tamaño dentario y 0,89 – 0,97 para distancias transversales. En los modelos digitales analizados por el examinador 1 la diferencia media en el tamaño dentario y distancias transversales fue de 0,10 mm y 0,02 mm, respectivamente; el error sistemático con el software 0^{3d} se presentó en 8 medidas dentarias (13, 11, 21, 22, 32, 41, 42 y 43). El error aleatorio vario de 0,16 – 0,85 para tamaño dentario y 0,19 – 0,32 para distancias transversales. El ICC para medidas digitales vario de 0,27 – 0,95 para tamaño dentario y de 0,98 – 0,99 para distancias transversales. La diferencia entre los métodos con respecto al tamaño dentario fue de 0,7 mm y de 0,06 mm para distancias transversales. En análisis de variancia mostró diferencias estadísticamente significantes en 7 medidas dentarias (13, 25, 26, 33, 43, 44 y 45) (Tabla 1).

Para el Examinador 2 (Tabla 2) la diferencia media en el tamaño dentario y distancias transversales en los modelos de yeso usando el calibrador digital fue de 0,06 mm y 0,02 mm, respectivamente. Varias de las medidas dentarias fueron estadísticamente significantes, excepto los dientes 16, 11, 21, 36 y 46; el error aleatorio con el calibrador digital varió de 0,05 – 0,15 para tamaño dentario y 0,07 – 0,14 para distancias transversales. El ICC con el calibrador digital varió de 0,90 – 0,99 para tamaño dentario y 0,99 – 1 para distancias transversales.

En los modelos digitales la diferencia media en el tamaño dentario fue de 0,01 mm y de 0,04 mm para distancias transversales. Dos medidas (diente 42 y distancia intermolar inferior) presentaron error sistemático ($p < 0,05$); el error aleatorio con el software o^{3d} varió de 0,05-0,11 para tamaño dentario y de 0,76 – 0,98 para distancias transversales. La diferencia entre los métodos fue de 0,05 mm y 0,02 para tamaño dentario y distancias transversales, respectivamente (Tabla 2).

Los análisis interexaminador se encuentran en la Tabla 3. La diferencia media interexaminador en el tamaño dentario fue de 0,04 mm con el calibrador digital y de 0,09 mm con el software o^{3d}; para las medidas transversales fue de 0,06 mm y 0,02 mm, respectivamente. La concordancia interexaminador con el calibrador digital varió de 0,75 – 0,95 para el tamaño dentario y de 0,97 – 0,99 para distancias transversales. El ICC para las medidas realizadas en el modelo digital varió de 0,57 – 0,91 para tamaño dentario y 0,75 – 0,99 para distancias transversales.

Discusión

La tendencia en el uso de modelos virtuales en ortodoncia es clara, siendo que actualmente existen diversos programas de computador que permiten dicho análisis. Sin embargo, elegir el programa adecuado puede resultar en una tarea difícil. El software o^{3d} fue desarrollado por Widialabs, y es utilizado para la visualización y análisis ortodóntica de modelos 3D. La revisión sistemática de Fleming y col., 2010 (2) concluyó que medidas realizadas en modelos digitales son similares a las obtenidas con el calibrador digital en modelos de yeso, constituyendo una alternativa viable y confiable.

En este estudio, dos examinadores independientes realizaron las mediciones en modelos de yeso

con el calibrador digital y en modelos digitales con el software o^{3d}; uno de los examinadores era estudiante de posgrado, con poca experiencia en el análisis de modelos con el calibrador digital y ninguna experiencia previa con modelos digitales, mientras que el otro examinador tenía seis años de experiencia con el calibrador digital y dos años con el software o^{3d}.

Para estandarizar los niveles de reproductibilidad en ortodoncia, Roberts y Richmond (1997) sugirieron que un ICC inferior a 0,4 es bajo, entre 0,41 y 0,75 es moderado y superior a 0,75 es alto (4). De acuerdo con esto, los resultados de este estudio mostraron una reproductibilidad alta para el calibrador digital (0,98) y para el software o^{3d} (0,80). Así mismo fue observado que el segundo examinador, que tenía más experiencia en el análisis de modelos, presentó mejor reproductibilidad con ambos métodos. Otros estudios también han reportado buenos valores de reproductibilidad en modelos digitales (5,6). Stevens y col., 2006 reportaron una alta reproductibilidad en 50 medidas usando modelos de yeso y modelos digitales (OrthoCad), excepto en tres medidas digitales. Parece que el área interproximal puede interferir en la reproductibilidad de las medidas, específicamente en el momento de marcar los puntos de análisis (7) así como el grado de experiencia de los examinadores (8).

La diferencia media entre la primera y la segunda medición en el modelo digital fue de 0,1 mm y 0,01 mm para cada examinador. Estos resultados son clínicamente irrelevantes e inferiores a los valores considerados como aceptables que varían de 0,2 a 0,3 mm (9, 10). Watenabe-Kanno y col., reportaron una diferencia media en modelos digitales y de yeso de $0,23 \pm 0,14$ mm y $0,24 \pm 0,11$ mm, respectivamente (11). Así mismo Stevens y col., reportaron una diferencia que varió de 0,01 – 0,16 mm entre las medidas digitales usando el software emodel.

Tabla 1. Media, desviación estándar (SD), diferencia en mm entre la primera y segunda medida, error sistemático ($p < 0.05$), error aleatorio (Dahlberg), correlación y comparación entre los métodos (ANOVA, $p < 0.05$) de los análisis realizados por el examinador 1 usando el calibrador digital y el software σ^{3d}

Medida	Calibrador digital						Software σ^{3d}						Calibrador digital vs. Software σ^{3d}			
	Promedio	SD	Media en mm	p	Dahlberg	ICC	Promedio	SD	Media en mm	Dif.	p	Dahlberg	ICC	Media en mm	Dif.	P (ANOVA)
16	9,27	0,66	0,03	0,46	0,14	0,95	9,33	0,66	-0,02	0,84	0,28	0,83	0,83	0,05	0,74	
15	5,62	0,49	-0,04	0,15	0,10	0,96	5,71	0,49	-0,01	0,81	0,20	0,84	0,84	-0,03	0,47	
14	5,77	0,48	0,00	0,97	0,10	0,95	5,93	0,45	0,02	0,77	0,21	0,79	0,79	-0,02	0,19	
13	7,23	0,56	0,02	0,31	0,06	0,98	7,61	0,53	0,18	0,03*	0,32	0,71	0,71	-0,16	0,01*	
12	6,42	0,62	0,04	0,07	0,08	0,98	6,16	0,82	0,31	0,17	0,85	0,32	0,32	-0,27	0,17	
11	8,18	0,70	0,03	0,22	0,10	0,98	8,17	0,69	0,27	0,00*	0,28	0,92	0,92	-0,24	0,96	
21	8,26	0,72	0,00	0,86	0,09	0,98	8,15	0,68	0,12	0,04*	0,23	0,90	0,90	-0,12	0,52	
22	6,41	0,61	0,02	0,53	0,09	0,97	6,18	0,54	0,25	0,00*	0,30	0,82	0,82	-0,23	0,12	
23	7,10	0,49	0,03	0,21	0,09	0,96	7,25	0,70	0,21	0,09	0,47	0,65	0,65	-0,18	0,37	
24	5,76	0,51	0,00	0,87	0,11	0,95	5,90	0,48	-0,03	0,70	0,26	0,74	0,74	0,03	0,27	
25	5,50	0,55	0,00	0,87	0,08	0,98	5,77	0,51	0,09	0,09	0,21	0,85	0,85	-0,09	0,05*	
26	9,11	0,57	0,02	0,39	0,10	0,96	9,50	0,60	0,03	0,67	0,30	0,77	0,77	-0,01	0,01*	
36	9,36	0,71	-0,04	0,01*	0,18	0,89	9,64	0,73	0,04	0,32	0,16	0,95	0,95	-0,08	0,11	
35	6,20	0,57	0,00	0,36	0,13	0,94	6,38	0,50	0,06	0,26	0,21	0,84	0,84	-0,06	0,22	
34	6,14	0,53	0,06	0,96	0,15	0,93	6,28	0,52	-0,06	0,25	0,20	0,86	0,86	0,12	0,31	
33	6,29	0,62	-0,01	0,00*	0,12	0,96	6,81	0,54	0,13	0,06	0,26	0,81	0,81	-0,14	0,00*	
32	5,60	0,50	0,02	0,24	0,09	0,96	5,79	0,44	0,17	0,00*	0,23	0,81	0,81	-0,15	0,114	
31	5,12	0,44	0,01	0,63	0,14	0,89	5,31	0,37	0,06	0,22	0,19	0,77	0,77	-0,05	0,77	
41	5,11	0,40	0,02	0,38	0,16	0,85	5,27	0,38	0,16	0,04*	0,29	0,58	0,58	-0,14	0,10	
42	5,60	0,54	0,04	0,32	0,12	0,95	5,72	0,41	0,22	0,01*	0,34	0,55	0,55	-0,18	0,33	
43	6,32	0,52	0,14	0,75	0,20	0,88	6,69	0,59	0,19	0,01*	0,30	0,80	0,80	-0,05	0,01*	
44	6,00	0,57	0,00	0,11	0,21	0,86	6,34	0,52	0,00	0,98	0,28	0,74	0,74	0,00	0,02*	
45	6,18	0,47	0,03	0,98	0,13	0,92	6,46	0,53	-0,05	0,31	0,19	0,87	0,87	0,08	0,03*	
46	9,29	0,70	0,13	0,24	0,20	0,93	9,60	0,71	0,00	0,93	0,19	0,27	0,27	0,13	0,09	
ICS	34,20	2,60	0,06	0,59	0,43	0,97	34,11	2,65	-0,05	0,31	0,20	0,99	0,99	0,11	0,90	
ICI	26,44	1,93	0,18	0,22	0,54	0,92	26,42	1,96	0,06	0,26	0,19	0,99	0,99	0,12	0,96	
IMS	52,31	3,47	-0,24	0,36	1,01	0,91	52,50	3,24	0,03	0,73	0,30	0,99	0,99	-0,27	0,84	
IMI	45,96	2,90	0,33	0,21	1,00	0,89	45,54	2,84	0,05	0,57	0,32	0,98	0,98	0,28	0,57	

ICS: Distancia Intercanina Superior; ICI: Distancia Intercanina Inferior; IMS: Distancia Intermolar Superior; IMI: Distancia Intermolar Inferior;

*: estadísticamente significativo ($p < 0.05$)

Tabla 2. Media, desviación estándar (SD), diferencia en mm entre la primera y segunda medida, error sistemático ($p < 0.05$), error aleatorio (Dahlberg), correlación y comparación entre los métodos (ANOVA, $p < 0.05$) de los análisis realizados por el examinador 2 usando en calibrador digital y el software o^{3d}

Medida	Calibrador digital					Software o ^{3d}					Calibrador digital vs. Software o ^{3d}			
	Promedio	SD	Dif. Media en mm	p	Dahlberg	ICC	Promedio	SD	Dif. Media en mm	p	Dahlberg	ICC	Dif. Media en mm	P (ANOVA)
16	9,77	0,58	0,00	0,73	0,06	0,99	9,63	0,54	0,02	0,34	0,09	0,82	-0,02	0,34
15	6,22	0,40	0,09	0,00*	0,11	0,94	6,13	0,36	0,00	0,77	0,05	0,79	0,09	0,33
14	6,35	0,37	0,10	0,00*	0,14	0,90	6,34	0,34	0,00	0,97	0,07	0,91	0,10	0,85
13	7,48	0,51	0,05	0,01*	0,08	0,98	7,45	0,45	-0,02	0,24	0,06	0,79	0,07	0,79
12	6,48	0,58	0,03	0,04*	0,07	0,98	6,49	0,55	0,02	0,36	0,09	0,86	0,01	0,98
11	8,39	0,68	-0,02	0,14	0,05	0,99	8,35	0,64	-0,02	0,29	0,08	0,97	0,00	0,82
21	8,44	0,70	0,02	0,35	0,06	0,99	8,43	0,62	-0,01	0,53	0,07	0,97	0,03	0,96
22	6,49	0,53	0,04	0,02*	0,06	0,98	6,52	0,57	0,02	0,29	0,09	0,81	0,02	0,82
23	7,36	0,51	0,05	0,01*	0,08	0,98	7,44	0,49	0,03	0,26	0,10	0,38	0,02	0,53
24	6,39	0,42	0,12	0,00*	0,15	0,91	6,41	0,44	-0,01	0,71	0,06	0,77	0,13	0,86
25	6,22	0,44	0,11	0,00*	0,13	0,94	6,15	0,40	0,02	0,50	0,11	0,59	0,09	0,54
26	9,74	0,53	0,05	0,05*	0,09	0,97	9,64	0,51	0,02	0,32	0,08	0,80	0,03	0,49
36	9,96	0,59	0,01	0,81	0,10	0,97	10,07	0,58	-0,01	0,63	0,08	0,79	0,02	0,48
35	6,74	0,43	0,05	0,06*	0,11	0,95	6,68	0,46	0,02	0,59	0,11	0,93	0,03	0,62
34	6,65	0,43	0,07	0,01*	0,14	0,94	6,63	0,45	0,01	0,63	0,06	0,74	0,06	0,86
33	6,56	0,48	0,09	0,00*	0,08	0,96	6,57	0,47	-0,02	0,47	0,09	0,91	0,11	0,88
32	5,76	0,39	0,04	0,03*	0,07	0,97	5,74	0,35	0,03	0,11	0,08	0,69	0,01	0,87
31	5,40	0,29	0,08	0,00*	0,10	0,94	5,33	0,29	0,02	0,46	0,10	0,66	0,06	0,39
41	5,40	0,28	0,10	0,00*	0,09	0,93	5,32	0,29	0,02	0,43	0,08	0,67	0,08	0,31
42	5,75	0,40	0,05	0,01*	0,07	0,97	5,78	0,34	0,06	0,04*	0,11	0,85	-0,01	0,73
43	6,56	0,46	0,08	0,00*	0,12	0,97	6,63	0,49	-0,03	0,12	0,07	0,81	0,11	0,56
44	6,64	0,44	0,09	0,01*	0,12	0,92	6,53	0,42	-0,03	0,28	0,10	0,57	0,12	0,34
45	6,77	0,39	0,10	0,00*	0,10	0,94	6,59	0,42	0,00	0,96	0,11	0,69	0,10	0,09
46	9,86	0,57	0,03	0,27	0,10	0,97	9,92	0,67	-0,02	0,32	0,06	0,86	0,05	0,75
ICS	34,34	2,57	0,04	0,15	0,10	0,99	34,25	2,67	-0,06	0,38	0,25	0,98	0,10	0,89
ICI	26,49	1,96	0,03	0,26	0,10	0,99	26,69	2,22	0,01	0,87	0,22	0,76	0,02	0,72
IMS	52,53	3,33	0,02	0,24	0,07	1,00	52,82	3,22	-0,07	0,16	0,19	0,98	0,09	0,74
IMI	45,98	2,97	0,00	0,93	0,14	0,99	46,99	2,96	0,29	0,005	0,42	0,96	-0,29	0,19

ICS: Distancia Intercanina Superior; ICI: Distancia Intercanina Inferior; IMS: Distancia Intermolar Superior; IMI: Distancia Intermolar Inferior;
 *: estadísticamente significante ($p < 0.05$)

Tabla 3. Resultados interexaminador. Diferencia media en milímetros, error sistemático y correlación de los análisis realizados usando el calibrador digital y el software o^{3d}

Medidas	Calibrador digital			Software o ^{3d}		
	Diferencia media en mm	p	ICC	Diferencia media en mm	p	ICC
16	0,03	0,00*	0,94	-0,04	0,00*	0,89
15	-0,13	0,00*	0,89	-0,01	0,00*	0,80
14	-0,10	0,00*	0,86	0,02	0,00*	0,77
13	-0,03	0,00*	0,93	0,20	0,08	0,78
12	0,01	0,53	0,96	0,29	0,10	0,57
11	0,05	0,02*	0,87	0,29	0,04*	0,89
21	-0,02	0,01	0,93	0,13	0,00*	0,91
22	-0,02	0,70	0,92	0,23	0,00*	0,78
23	-0,02	0,00*	0,95	0,18	0,19	0,74
24	-0,12	0,00*	0,89	-0,02	0,00*	0,75
25	-0,11	0,00*	0,88	0,07	0,00*	0,72
26	-0,03	0,00*	0,94	0,01	0,13	0,86
36	-0,05	0,00*	0,89	0,05	0,00*	0,85
35	-0,05	0,00*	0,85	0,04	0,00*	0,84
34	-0,01	0,00*	0,89	-0,07	0,00*	0,76
33	-0,10	0,00*	0,91	0,15	0,02*	0,71
32	-0,02	0,01*	0,85	0,14	0,25	0,81
31	-0,07	0,00*	0,78	0,04	0,62	0,65
41	-0,08	0,00*	0,75	0,14	0,34	0,69
42	-0,01	0,08	0,81	0,16	0,24	0,73
43	0,06	0,00*	0,89	0,22	0,40	0,77
44	-0,09	0,00*	0,82	0,03	0,04*	0,76
45	-0,07	0,00*	0,89	-0,05	0,03*	0,80
46	0,10	0,00*	0,92	0,02	0,00*	0,90
ICS	0,02	0,09	0,99	0,01	0,07	0,98
ICI	0,15	0,47	0,98	0,05	0,33	0,75
IMS	-0,26	0,11	0,97	0,10	0,00*	0,99
IMI	0,33	0,86	0,97	-0,24	0,00*	0,96

ICS: Distancia Intercanina Superior; ICI: Distancia Intercanina Inferior; IMS: Distancia Intermolar Superior; IMI: Distancia Intermolar Inferior; *: estadísticamente significativa (p< 0.05)

A pesar de los buenos resultados de reproductibilidad obtenidos en el modelo digital con el software o^{3d}, fueron observados errores sistemáticos especialmente en las medidas de tamaños dentarios. El error encontrado en caninos puede ser debido a la posición que ocupan en el arco dental, lo que obstaculiza el movimiento del modelo digital en el programa y la identificación de puntos de referencia utilizados para realizar las mediciones (12). Factores como identificación de puntos, manipulación del modelo y morfología dental también pueden estar relacionados a la presencia de errores sistemáticos.

En este estudio, los análisis en modelos digitales mostraron buena reproductibilidad y confiabilidad, sin embargo, fueron detectadas algunas dificultades

durante el uso del programa. Errores al grabar las imágenes, presencia de sombras, pobre definición en el diámetro mesiodistal de dientes anteriores con diastemas y en las cúspides son algunos aspectos que deben ser mejorados en próximas versiones del programa o^{3d}.

Conclusiones

- El software o^{3d} presentó un buen desempeño en términos de reproductibilidad, confiabilidad y validez en la medición del tamaño dentario y distancias transversales.
- Aunque las medidas realizadas con el calibrador digital y con el software o^{3d} presentaron diferencias estadísticas, la magnitud de esa diferencia es considerada clínicamente irrelevante.

Referencias

1. Kuroda T, Motohashi N, Tominaga R, Iwata K. Three-dimensional dental cast analyzing system using laser scanning. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(4):365-369.
2. Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2011;14(1):1-16.
3. Shastry S, Park JH. Evaluation of the use of digital study models in postgraduate orthodontic programs in the United States and Canada. *Angle Orthod.* 2014;84(1):62-67.
4. Roberts CT, Richmond S. The design and analysis of reliability studies for the use of epidemiological and audit indices in orthodontics. *Br J Orthod.* 1997;24(2):139-147.
5. Santoro M, Galkin S, Teredesai M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Comparison of measurements made on digital and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(1):101-105.
6. Bootvong K, Liu Z, McGrath C, Hägg U, Wong RW, Bendeus M, et al. Virtual model analysis as an alternative approach to plaster model analysis: reliability and validity. *Eur J Orthod.* 2010(5);32: 589-95.
7. Stevens DR, Flores-Mir C, Nebbe B, Raboud DW, Heo G, Major PW. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(6):794-803.

8. Rheude B, Sadowsky PL, Ferreira A, Jacobson A. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Angle Orthod.* 2005;75(3):300-304.
9. Schirmer UR, Wiltshire WA. Manual and computer-aided space analysis: a comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112(6):676-680.
10. Hirogaki Y, Sohmura T, Satoh H, Takahashi J, Takada K. Complete 3-D reconstruction of dental cast shape using perceptual grouping. *IEEE Trans Med Imaging.* 200;20(10):1093-101.
11. Watanabe-Kanno GA, Abrão J, Miasiro Junior H, Sánchez-Ayala A, Lagravère MO. Reproducibility, reliability and validity of measurements obtained from Cecile3 digital models. *Braz Oral Res.* 2009;23(3):288-295.
12. Sanches JO, dos Santos-Pinto LA, dos Santos-Pinto A, Grhes B, Jeremias F. Comparison of space analysis performed on plaster vs. digital dental casts applying Tanaka and Johnston's equation. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(1):128-133.



UNIVERSIDAD CES

Un compromiso con la excelencia

Resolución del Ministerio de Educación Nacional No. 1371 del 22 de marzo de 2007