



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

CORRELACIÓN DE LA DIMENSIÓN CONDILAR  
MENDIANTE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA VS.  
IMPRESIÓN TRIDIMENSIONAL

### **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

### **ESPECIALISTA EN ORTODONCIA**

P R E S E N T A:

MELISSA ESTRADA OSUNA

TUTOR: C.D. JOAQUIN CANSECO JIMENEZ

ASESOR: Dra. MARGARITA GARCIA GARDUÑO

ASESOR: Dra. LAURA VARGAS ULLOA



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# CORRELACIÓN DE LA DIMENSIÓN CONDILAR MEDIANTE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA VS IMPRESIÓN TRIDIMENSIONAL

Estrada Osuna M.,<sup>1</sup> Canseco Jiménez J.F.,<sup>2</sup> Vargas Ulloa L.E.,<sup>3</sup> García Garduño M.V.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Alumna Especialidad de Ortodoncia Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG),<sup>2</sup>Jefe del servicio de Ortodoncia HIMFG <sup>3</sup> Profesor de asignatura FO UNAM, DePEI Laboratorio de Biomateriales Dentales <sup>4</sup>Profesor de carrera titular C FO UNAM, DePEI Laboratorio de Biomateriales Dentales

Email: [ortomelissaestrada@gmail.com](mailto:ortomelissaestrada@gmail.com)

## RESUMEN

**Objetivo:** El propósito de esta investigación fue correlacionar la dimensión condilar mediante tomografía computarizada vs impresión tridimensional.

**Material y métodos:** En este estudio transversal se utilizaron tomografías de pacientes de 10 a 16 años de edad del departamento de imagenología del Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG), las cuales fueron tomadas con el Tomógrafo Siemens Straton MX P, se analizaron digitalmente, se delimitó el área del cóndilo mandibular y se contorneo con puntos en la zona radiodensa y bidimensional: vista sagital para la longitud condilar, de la parte superior y medial del cóndilo al cuello del cóndilo, además del ancho condilar; de la parte anterior a la parte posterior del cóndilo y en vista axial, se midió el ancho condilar, del punto externo del polo lateral al punto interno del polo medial del cóndilo. A partir de los archivos Standard Triangle Language (STL), se obtuvo la impresión tridimensional (3D) de 12 modelos de cóndilos de ácido poliláctico (PLA) asignándole un color diferente a cada par para su identificación. Se utilizó el programa IBM-SPSS Versión 20.0, mediante la prueba de Fisher, T de Student, U de Mann-Whitney, así como pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk y evaluar p del ajuste de las longitudes del cóndilo a la distribución, se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre las mediciones realizadas con el Vernier Digital y las mediciones tomadas en la TC.

**Resultados:** De las 6 TC, el 50% fueron femeninas, al evaluar las diferencias en la distribución de la edad entre pacientes femeninos vs. pacientes masculinos con la prueba exacta de Fisher, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.400$ ). La edad promedio  $\pm$  la desviación estándar de los 6 pacientes fue de  $12.3 \pm 2.0$  años; la mediana de la edad fue de 12 años. Al comparar la edad promedio entre sexos con la prueba T de Student para muestras independientes y con la prueba U de Mann-Whitney tampoco observamos diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.725$  y  $p=1.000$  respectivamente). Respecto a la ecuación de regresión lineal y coeficientes de correlación (Pearson -r- y Spearman -Rho-) entre evaluaciones de la longitud anteroposterior del cóndilo derecho e izquierdo con vernier digital vs. TC de encontró de lado derecho que  $Y=11.882 -0.1211x$ ,  $r=0.0987$ ;  $p=0.852$  y  $Rho=-0.0857$ ;  $p=0.872$  y de lado izquierdo  $y= 5.4219 + 0.5835x$ ,  $r=0.316$ ;  $p=0.542$ ,  $Rho=0.429$ ;  $p=0.397$ .

**Conclusiones:** Los cóndilos de pacientes masculinos no presentan diferencias significativas con los femeninos, no hubo diferencias significativas de los cóndilos, al comparar el lado derecho con el lado izquierdo, ninguno de los cóndilos fue simétrico

comparado el lado derecho con el lado izquierdo, sin embargo, los cóndilos masculinos eran más grandes.

**Palabras clave:** impresión 3D, ácido poliláctico, tomografía computarizada, cóndilo, dimensión condilar.

## ABSTRACT

**Objective:** The purpose of this study was to correlate the condylar dimension by computed tomography vs three-dimensional printing.

**Material and methods:** In this cross-sectional study, CT scans of patients from 10 to 16 years from the imaging department of the Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG) were used, there were taken with the Siemens Straton MX P Tomograph, they were digitally analyzed, the mandibular condyle area and outlined with points in the radiodense zone and two-dimensional: sagittal view for condylar length, from the top and medial part of the condyle to the neck of the condyle, as well as condylar width; From the anterior to the posterior part of the condyle and in axial view, the condylar width was measured, from the external point of the lateral pole to the internal point of the medial pole of the condyle. From the Standard Triangle Language (STL) files, the three-dimensional (3D) impression of 12 models of polylactic acid (PLA) condyles was obtained, assigning a different color to each pair for identification. The IBM-SPSS Version 20.0 program was used, using the Fisher test, Student's T test, Mann-Whitney U test, as well as Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests and evaluating p of the fit of the condyle lengths to the distribution, the Pearson and Spearman correlation coefficients were calculated between the measurements made with the Vernier Digital and the measurements taken on the CT.

**Results:** Of the 6 CT scans, 50% were female, when evaluating the differences in age distribution between female patients vs. male patients with Fisher's exact test, no statistically significant differences were observed ( $p=0.400$ ). The mean age  $\pm$  standard deviation of the 6 patients was  $12.3 \pm 2.0$  years; the median age was 12 years. When comparing the average age between sexes with the Student's T test for independent samples and with the Mann-Whitney U test, we did not observe any statistically significant differences either ( $p=0.725$  and  $p=1.000$ , respectively). Regarding the linear regression equation and correlation coefficients (Pearson -r- and Spearman -Rho-) between evaluations of the anteroposterior length of the right and left condyle with digital vernier vs. CT of right side found that  $Y=11.882 -0.1211x$ ,  $r=0.0987$ ;  $p=0.852$  and  $Rho=-0.0857$ ;  $p=0.872$  and on the left side  $y= 5.4219 + 0.5835x$ ,  $r=0.316$ ;  $p=0.542$ ,  $Rho=0.429$ ;  $p=0.397$ .

**Conclusions:** The condyles of male patients do not present significant differences with the female ones, there were no significant differences of the condyles, when comparing the right side with the left side, none of the condyles was symmetric compared to the right side with the left side, however, the male condyles were larger.

# INTRODUCCIÓN

Diversos estudios realizados acerca de la morfología cráneo facial como el de Letzer y Kronman en 1967, han encontrado asimetrías en las arcadas dentales y en la Articulación Temporomandibular (ATM), gran parte de estos estudios, han utilizado diferentes métodos para realizar mediciones, el más común es bidimensional, pero se ha demostrado que tienen precisión y confiabilidad limitadas.<sup>1</sup>

El estudio del esqueleto facial inferior es importante en el área de la salud, este, está constituido por la mandíbula y el área en la que se produce la conexión cráneo mandibular se denomina ATM; el cóndilo es la porción alrededor del cual se produce el movimiento, según Okeson (2008), la longitud mediolateral total del cóndilo mide 18 a 23 mm y el ancho anteroposterior 8 a 10 mm. El cóndilo es una estructura de máxima importancia y cualquier alteración, en ocasiones puede dar lugar a problemas funcionales y/o estéticos.<sup>2</sup>

## ASIMETRÍA CONDILAR

Los conceptos de simetría y equilibrio, aplicados específicamente a la morfología facial, se refieren a la correspondencia en tamaño, forma y disposición de los puntos de referencia faciales en los lados opuestos del plano medio sagital, aunque muchas caras pueden parecer simétricas y bien equilibradas en el examen clínico de tejidos blandos, los estudios cefalométricos radiográficos han revelado diversos grados de asimetrías craneofaciales como una característica común de todas las caras.<sup>3</sup>

Las alteraciones estructurales en los cóndilos pueden tener efectos nocivos sobre la función de la ATM, además la asimetría oclusal puede estar asociada con la asimetría esquelética facial, se ha demostrado que las maloclusiones tienen un efecto notable en la morfología del cóndilo mandibular, ya que, al funcionar de manera asimétrica, el lado derecho e izquierdo de la mandíbula se desarrollan de manera diferente.<sup>4</sup>

Luz y col., en 2002 encontraron diferencias en la altura de los cóndilos derecho e izquierdo en pacientes con trastornos mandibulares, como también en pacientes sin dichos trastornos.<sup>5</sup>

Por otro lado, en las maloclusiones existen muchas causas por las que pueden ocurrir alteraciones del crecimiento del cóndilo mandibular y sus estructuras relacionadas, dentro de las deformidades congénitas y anomalías del desarrollo tenemos la Hipoplasia o aplasia del cóndilo mandibular (ej. Disostosis Mandibulofacial, Microsomía Hemifacial, Síndrome Oculoauriculovertebral, Discefalia Oculomandibulofacial, Síndrome de Hurler, etc.), hiperplasia condilar y cóndilo bífido.<sup>6</sup>

## IMPRESIÓN EN TERCERA DIMENSIÓN

Esta tecnología tiene cada vez más importancia en diversos aspectos de la vida diaria, esta técnica es utilizada en investigación, en múltiples campos de la industria y la ciencia, como la ingeniería, el diseño, la química, la farmacéutica, la biología, la medicina, la biomédica entre otras, la cual ha tenido gran aceptación, la impresión 3D o prototipado rápido ha permitido la producción rápida de objetos personalizados con geometrías complejas con exactitud.<sup>7,8</sup>

La mayoría de los sistemas utilizados para fabricar modelos biomédicos, proporcionan una precisión satisfactoria, sin embargo, la forma, las dimensiones y los detalles anatómicos de los prototipos pueden verse afectados por errores en cualquier fase del proceso, como la adquisición de imágenes de Tomografía Computarizada (TC), la manipulación de imágenes con software biomédico o la fabricación y el acabado. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es correlacionar la dimensión condilar mediante tomografía computarizada vs impresión tridimensional en pacientes del HIMFG, en pacientes de 10 a 16 años de edad.<sup>9</sup>

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El presente estudio fue de tipo transversal, se llevó a cabo en la Ciudad de México en el HIMFG y en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Facultad de Odontología, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Laboratorio de Biomateriales Dentales de julio a noviembre del año 2019.

El estudio se realizó en 6 TC de pacientes del HIMFG, de las cuales se tomó en cuenta el cóndilo derecho e izquierdo de cada paciente, por lo que se obtuvo un tamaño de muestra total de 12 cóndilos. Dentro del estudio se incluyeron TC de pacientes que eran atendidos en el HIMFG, con un rango de 10 a 16 años de edad, que los padres de familia dieran su autorización por medio de consentimiento informado y los pacientes por medio de asentimiento informado, se excluyeron a los pacientes con alteraciones craneofaciales que afectaran rama, cóndilo y/o cuerpo mandibular y finalmente se eliminaron a las TC que no contaran con los cortes necesarios para realizar las mediciones.

Para realizar esta investigación fueron solicitadas 10 TC en el servicio de Imagenología del HIMFG, se entregaron los consentimientos informados a los padres de familia, de los cuales autorizaron 6, las TC de estos pacientes fueron tomadas por un mismo operador con el Tomógrafo SIEMENS STRATON MX P ® Modelo 10141785, serie 827291503 colocando a los pacientes en posición decúbito dorsal. Una vez obtenidas se procedió a tomar las medidas de la longitud anteroposterior (esta medida fue tomada de la parte más prominente de la cara anterior del cóndilo y la parte más prominente de la cara posterior) y de la longitud medio lateral (parte más prominente de la cara medial y parte más prominente de la cara lateral) de cada cóndilo de cada paciente, las mediciones obtenidas fueron registradas en una tabla de resultados.

Se solicitaron también, en el servicio de Imagenología, los archivos DICOM (imagen digital y comunicación en medicina) de las TC de los mismos pacientes, una vez obtenidos estos archivos, se realizó la limpieza de los archivos, la cual consistió en eliminar todas las estructuras anatómicas, excepto los cóndilos de cada paciente para así obtener los archivos STL, una vez obtenidos estos archivos se procedió a la impresión 3D de los cóndilos en la impresora 3D Ultimaker ® con ácido poliláctico (PLA), cada par de cóndilos se imprimieron en diferentes colores para distinguirlos fácilmente: par de cóndilos 1: rojo (fig.1-6), 2: amarillo (fig.7-12), 3: beige (fig.13-18), 4: naranja (fig.19-24), 5: azul (fig.25-30) y 6: morado (fig.31-36), posteriormente se tomaron las mediciones en los cóndilos impresos con un Vernier digital Mitutoyo ® de la longitud anteroposterior y de la longitud medio lateral tomando en cuenta los mismos puntos que se utilizaron en la TC y finalmente se tomó la longitud vertical tomando como puntos de referencia la parte más prominente superior del cóndilo y el punto donde pasa de cóncavo a convexo en el cuello del cóndilo, las mediciones de los

cóndilos se realizaron con un vernier digital y las mediciones obtenidas fueron registradas en una tabla.

## **VARIABLES**

Longitud anteroposterior y mediolateral condilar tomadas en la TC, longitud anteroposterior, mediolateral y vertical condilar tomadas con el vernier en el cóndilo impreso en 3D. La escala de medición para las variables fue cuantitativa continua en milímetros para la dimensión de los cóndilos, también se consideró la edad en años cumplidos (cuantitativa discreta) y el género como femenino y masculino (nominal dicotómica).

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos obtenidos fueron capturados en una base de datos en el programa Excel y posteriormente transferidos al programa IBM-Spss Versión 20.0 en el cual fueron analizados. Se calculó la estadística descriptiva (media, mediana, mínimo, máximo, desviación estándar y error estándar) de la edad por sexo y total. Se elaboró una tabla de contingencia por grupos de edad y género, se calculó la significancia estadística con la prueba exacta de Fisher. Aplicamos la prueba T de Student y la Prueba U de Mann-Whitney para evaluar la significancia estadística de la edad entre masculinos y femeninos.

Posteriormente, se elaboró una tabla con la estadística descriptiva de las variables de este estudio (longitudes condilares anteroposteriores, mediolaterales y verticales) evaluadas con Vernier Digital Mitutoyo y a partir de la TC, por género y edad.

Las medidas calculadas fueron la media, desviación estándar, mínimo, mediana, máximo, error estándar, asimetría, curtosis y cuartiles (Percentiles 25, 50 y 75). Aplicamos las pruebas de "Normalidad" de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk, para evaluar la significancia estadística del ajuste de las longitudes del cóndilo a la distribución normal, aplicamos también la Prueba T de Student para muestras independientes y la prueba U de Mann-Whitney entre los tres hombres y las tres mujeres de este estudio para evaluar si había diferencias estadísticas en las longitudes del cóndilo derecho e izquierdo (anteroposterior, vertical y mediolateral) evaluadas con Vernier digital y con TC.

Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson y de Spearman entre las mediciones realizadas con el Vernier Digital y las mediciones tomadas en la TC. Se aplicó también la prueba t de Student para muestras relacionadas (o muestras dependientes) así como la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon entre las mediciones con Vernier y las registradas a partir de la TC para evaluar si entre estas mediciones había concordancia. Se realizó también la regresión lineal entre las mediciones con Vernier vs. las mediciones de la tomografía. Finalmente, aplicamos la prueba t de Student para muestras independientes y la prueba U de Mann-Whitney para comparar las longitudes condilares derechas vs. izquierdas.

## **RESULTADOS**

De los pacientes que llegaron al departamento de imagenología del HIMFG, se seleccionaron 10 participantes. De los cuales 60% (6/10) autorizaron el uso de su TC por medio de consentimiento informado. De los 6 pacientes que cumplieron con los

criterios de inclusión y decidieron participar en la investigación, el 50% (n=3) fueron femeninas.

En el cuadro 1 se representa la distribución de la edad por sexo y total. Se incluyeron en el estudio 3 mujeres de 10, 12 y 16 años y tres hombres de 12 años de edad. Al evaluar las diferencias en la distribución de la edad entre pacientes femeninos vs. pacientes masculinos con la prueba exacta de Fisher, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.400$ ). La edad promedio  $\pm$  la desviación estándar de los 6 pacientes fue de  $12.3 \pm 2.0$  años; la mediana de la edad fue de 12 años. Al comparar la edad promedio entre sexos con la prueba T de Student para muestras independientes y con la prueba U de Mann-Whitney tampoco observamos diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.725$  y  $p=1.000$  respectivamente).

**Cuadro 1. Distribución por edad y sexo de 6 pacientes de 10 a 16 años de edad, en los cuales se midieron longitudes condilares mediante TC y mediante impresión 3D.**

Grupo de Edad (años)	Femenino		Masculino		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
10 a 11 años	1	33.3%	0	0.0%	1	16.7%
12 a 13 años	1	33.3%	3	100.0%	4	66.7%
14 a 16 años	1	33.3%	0	0.0%	1	16.7%
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>100.0%</b>	<b>3</b>	<b>100.0%</b>	<b>6</b>	<b>100.0%</b>

$\chi^2(2) = 3.000$ ;  $p=0.223$ ; N.S. Probabilidad Exacta de Fisher = 0.400; N.S.

	Estadística Descriptiva de la edad (años)		
	Promedio $\pm$ Desv. Est. (Mínimo - Máximo)	12.7 $\pm$ 3.1 (10 - 16)	12.0 $\pm$ 0.0 (12 - 12)
Mediana	12	12	12
Prueba t de Student Femenino y Masculino	$t(4) = 0.378$ ; $p=0.725$ ; N.S.		

El Cuadro 2 muestra las longitudes (ánteroposterior, mediolateral y vertical) del cóndilo derecho e izquierdo en 6 pacientes, evaluadas con Vernier Digital y a partir de la TC. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre cóndilo derecho e izquierdo evaluado con la prueba U de Mann-Whitney. Tampoco se observaron diferencias entre las mediciones con Vernier Digital vs. TC con la prueba de Wilcoxon.

**Cuadro 2. Longitudes (anteroposterior, mediolateral y vertical) del cóndilo derecho e izquierdo en 6 pacientes, evaluadas con Vernier Digital y a partir de la TC.**

Longitud del Cóndilo (mm)	Evaluada con	Derecho	Izquierdo	$p_1$

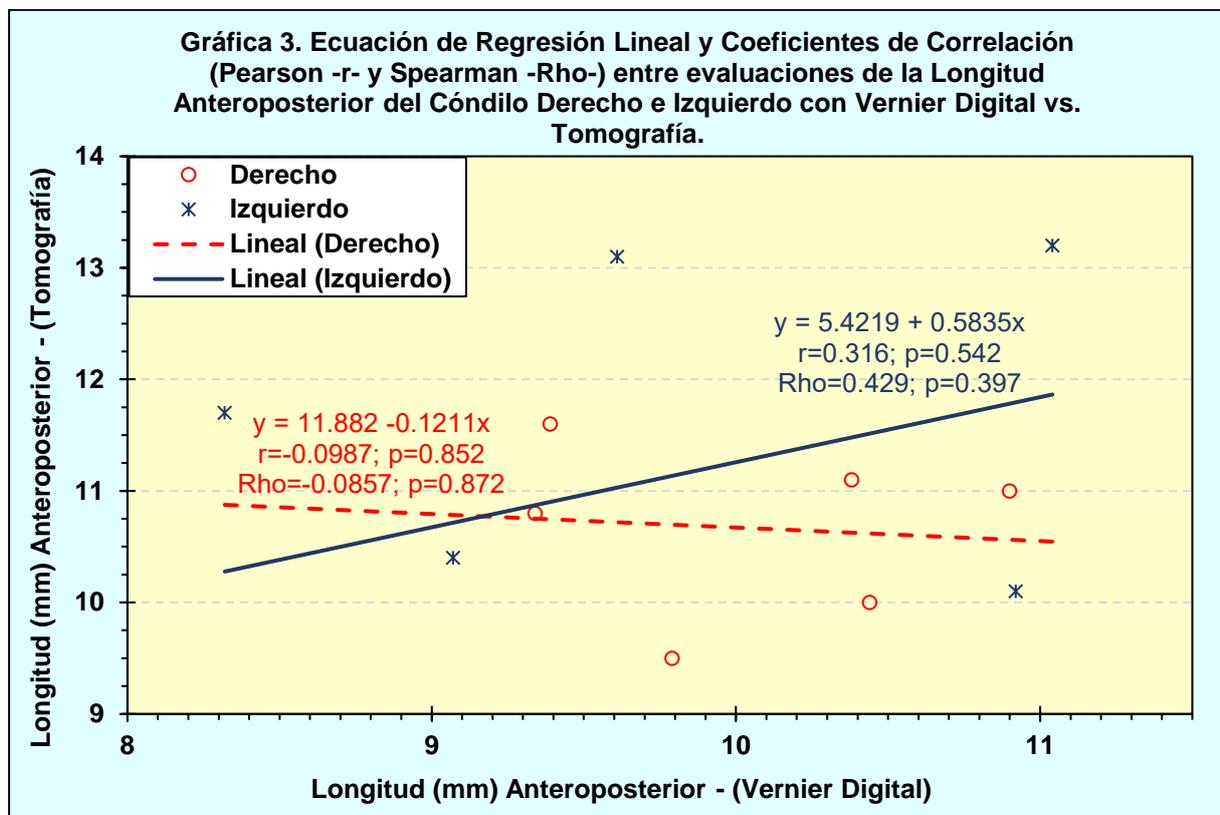
<b>Ánteroposterior</b>	<b>Vernier Digital</b>	10.04 ± 0.63	9.65 ± 1.11	0.589
	<b>TC</b>	10.67 ± 0.77	11.05 ± 2.06	0.589
	<b>p<sub>2</sub></b>	0.313	0.156	
<b>Mediolateral</b>	<b>Vernier Digital</b>	18.19 ± 2.33	16.56 ± 2.05	0.240
	<b>TC</b>	18.08 ± 2.01	16.63 ± 1.83	0.294
	<b>p<sub>2</sub></b>	0.688	1.000	
<b>Vertical</b>	<b>Vernier Digital</b>	15.74 ± 1.55	15.40 ± 2.90	0.818

p<sub>1</sub> = Probabilidad con la prueba U de Mann-Whitney entre longitudes del cóndilo derecho vs. izquierdo

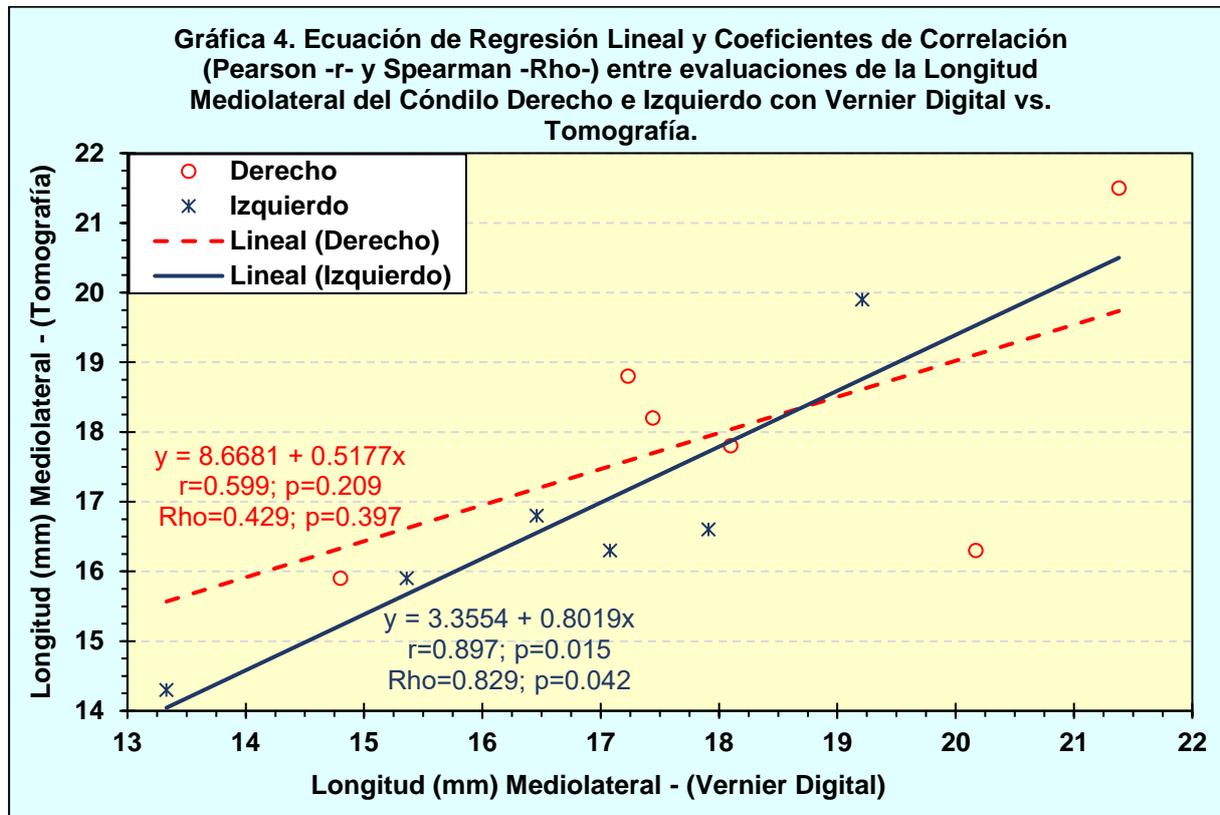
p<sub>2</sub> = Probabilidad con la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon entre las mediciones realizadas con Vernier Digital vs. las realizadas a partir de la TC.

Los valores anotados en la tabla corresponden al promedio ± la desviación estándar.

En las figuras 3 y 4 se muestran los puntos individuales de las mediciones realizadas con el Vernier y la TC, se relacionan mediante una ecuación de regresión lineal que se muestra en la gráfica, así como los coeficientes de correlación de Pearson (r) y de Spearman (Rho) y sus significancias estadísticas. En la figura 3 se analizan las longitudes anteroposteriores de los cóndilos derecho e izquierdo y en la figura 4 las longitudes mediolaterales.



En el caso de las longitudes mediolaterales, las cuales se muestran en la figura 4, encontramos concordancia entre mediciones (correlaciones significativas y ecuación de regresión significativa) solamente en el cóndilo izquierdo.



## DISCUSIÓN

En el estudio de Silva y col.(2008), se evaluó el error dimensional y la reproducibilidad de detalles anatómicos de la impresión 3D y de la SLS de un cráneo humano seco, al cual se le tomó una tomografía, posteriormente se obtuvieron los archivos DICOM y una vez obtenidos los prototipos se realizaron las mediciones en donde encontraron que el prototipo SLS, tuvo un error dimensional promedio de 0.89 mm (2.10%), y el prototipo 3D de 1.07 mm (2.67%), todas las diferencias que encontraron fueron estadísticamente significativas, a diferencia de este estudio. Silva y col., concluyen que la mayoría de los sistemas utilizados para fabricar modelos biomédicos proporcionan precisión satisfactoria, pero hay errores que pueden ocurrir en cualquier fase del proceso que afectan los detalles anatómicos como la adquisición de imágenes mediante la TC, la manipulación de imágenes con software biomédico o la fabricación y el acabado.<sup>9</sup>

Chang y col., en 2003, realizaron maxilectomías unilaterales inferiores, maxilectomía bilateral u orbitomaxilectomía unilateral como para la resección de tumor sinusal en tres cabezas frescas de cadáveres, después de los procedimientos, las muestras se estudiaron mediante TC y posteriormente se obtuvieron los modelos estereolitográficos a partir de los archivos STL, posteriormente realizaron las mediciones y encontraron que cada modelo era una representación extremadamente precisa de su cráneo cadáver correspondiente. La diferencia general media entre los modelos y las muestras de cráneo de cadáver oscilaron entre 0.8 mm a 2.5 mm para todas las regiones de interés y defectos, en general encontraron una buena

reproducción en todas las dimensiones según las medidas tomadas, el error promedio de las dimensiones totales fue inferior a 2 mm, lo que representa un error porcentual de menos del 5%.<sup>10</sup>

Choi y cols. en 2003, obtuvieron imágenes tomográficas y modelos 3D de un cráneo humano seco, tanto el cráneo como los modelos se midieron utilizando varios puntos de referencia anatómicos para examinar la precisión de los modelos, en donde encontraron que la diferencia promedio entre las imágenes 3D y el cráneo fue de 0.49 mm (0.65%) con una desviación estándar de 0.34 mm (0.53%), para el modelo 3D y las imágenes 3D, la media y la desviación estándar fueron 0.57 mm (0.82%) y 0.62 mm (0.52%), respectivamente y finalmente la comparación del modelo 3D y del cráneo original mostró que la media era de 0.62 mm (0.56%) y el estándar la desviación fue de 0.35 mm (0.39%); llegaron a la conclusión que la toma de la tomografía computarizada es importante ya que la calidad influye directamente en la precisión del modelo 3D, lo cual coincide con las conclusiones de este trabajo.<sup>11</sup>

Como se hace mención en el artículo de Cesar-Juárez y col., en 2018, la medicina regenerativa se define como: el campo de la medicina relacionado con el desarrollo y uso de estrategias dirigidas que tienen como objetivo la reparación o reemplazo de órganos, tejidos y células dañadas, enfermos o metabólicamente deficientes a través de la ingeniería de tejidos, trasplante de células, u órganos artificiales o bioartificiales y tejidos, por lo que se han utilizado andamios biomédicos hechos de polímeros naturales o sintéticos para reemplazar tejidos, los andamios deben proporcionar vías internas para la unión celular y la migración, transferir factores de crecimiento y productos de desecho, y mantener su forma mientras las células siguen creciendo<sup>7</sup> lo cual es el objetivo de este estudio a largo plazo.

## **CONCLUSIONES**

Se encontró que los cóndilos de los pacientes del sexo masculino no presentan diferencias significativas con los de las mujeres, tampoco hubo diferencias significativas de los cóndilos, al comparar el lado derecho con el lado izquierdo. Observamos que ninguno de los cóndilos fue simétrico comparando el lado derecho con el lado izquierdo.

Con los resultados de este artículo corroboramos que la calidad de la toma de la TC influye directamente en la precisión del modelo impreso en 3D y que el PLA tiene exactitud suficiente para reemplazar estructuras del cuerpo humano.

Deberán realizarse estudios funcionales del PLA en animales, ya que el objetivo a largo plazo de este estudio es encontrar un material óptimo, funcional, exacto, con la suficiente resistencia y adaptabilidad para poder reemplazar cóndilos en pacientes que por alguna causa tienen agenesia o pérdida del mismo.

Al comparar las dimensiones condilares mediante tomografía computarizada vs. impresión 3D solamente encontramos concordancia y asociación significativa en el cóndilo izquierdo para la longitud mediolateral, es probable que exista asociación entre las dimensiones condilares mediante tomografía computarizada vs. impresión 3D para las demás longitudes, sin embargo, con seis evaluaciones realizadas hasta este momento, la estadística aún no nos permite asegurar esta asociación, por lo que es necesario ampliar la muestra, dado que con solo seis pacientes todavía quedan dudas sobre la precisión estadística entre estos dos métodos y no podemos obtener conclusiones definitivas.



Fig. 1. Cóndilos impresos en 3D con PLA de paciente 3 (medición anteroposterior)

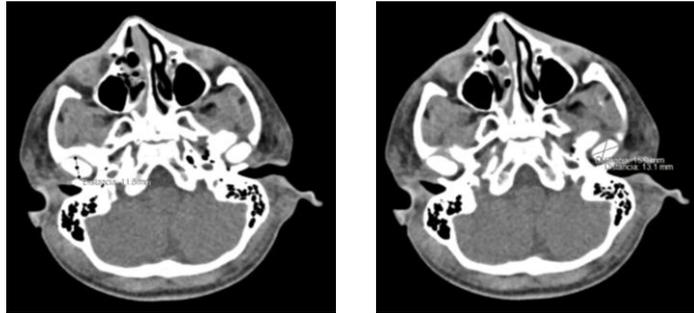


Fig. 2 y 3. TC paciente 3 (medición anteroposterior)



Fig. 4. Cóndilos impresos en 3D con PLA de paciente 3 (medición mediolateral)

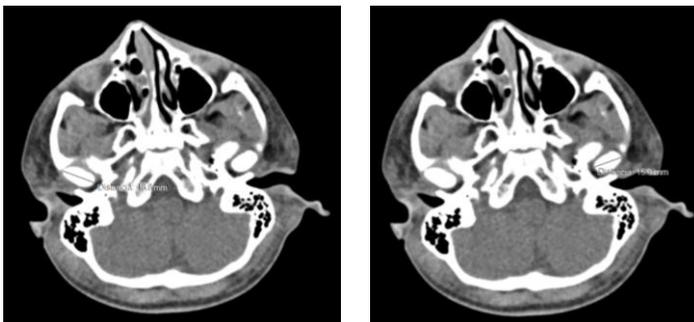


Fig. 5 y 6. TC paciente 3 (medición mediolateral)



Fig. 7. Cóndilos impresos en 3D con PLA de paciente 6 (medición anteroposterior)

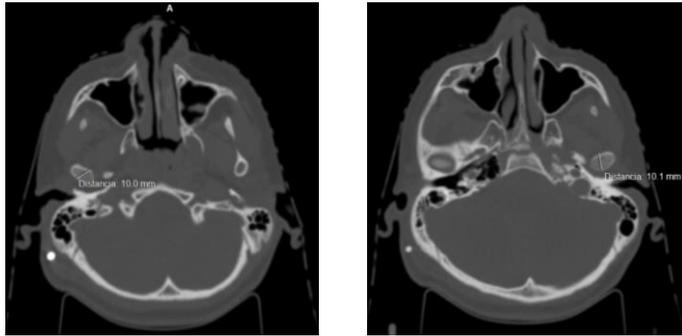


Fig. 8 y 9. TC paciente 6 (medición anteroposterior)



Fig. 10. Cóndilos impresos en 3D con PLA de paciente 6 (medición mediolateral)

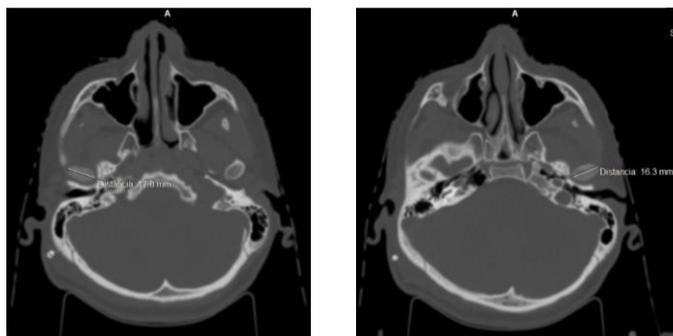


Fig. 11 y 12. TC paciente 6 (medición mediolateral)



Fig 13. Cóndilos impresos en 3D con PLA de paciente 2 (medición anteroposterior)

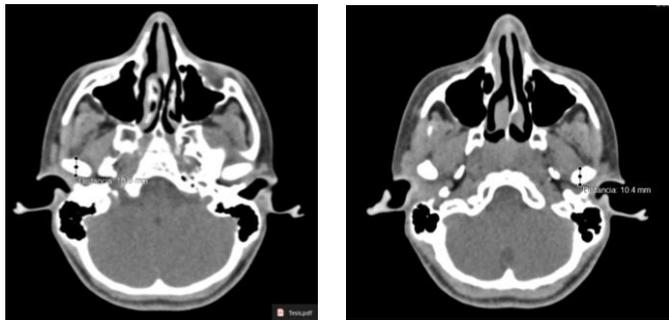


Fig. 14 y 15. TC paciente 1 (medición anteroposterior)



Fig. 16. Cóndilos impresos en 3D con PLA de paciente 2 (medición mediolateral)

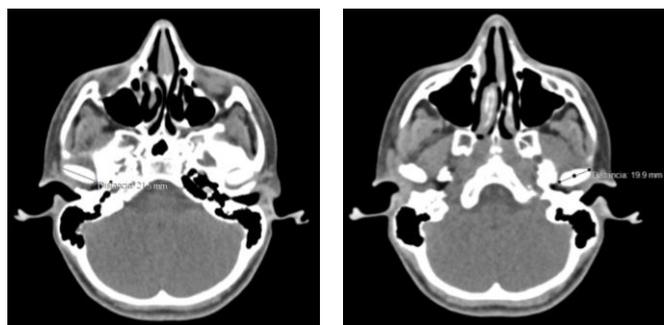


Fig 17 y 18. TC paciente 2 (medición mediolateral)



Fig 19. Cóndilos impresos en 3D con PLA de paciente 1 (medición anteroposterior)

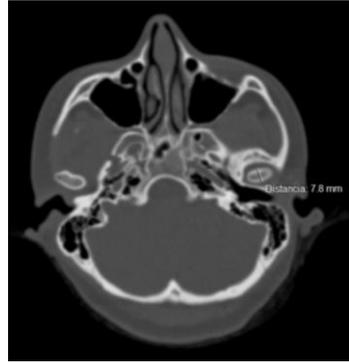


Fig 20 y 21. TC paciente 1 (medición anteroposterior)



Fig 22. Cóndilos impresos en 3D con PLA de paciente 1 (medición mediolateral)

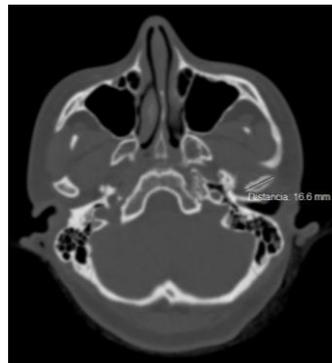
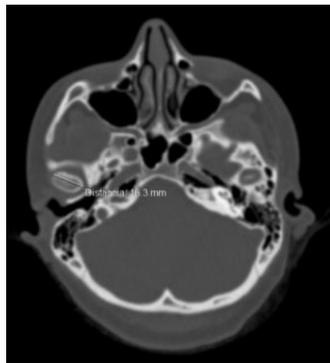


Fig 23 y 24. TC paciente 1 (medición mediolateral)



Fig. 25. Cóndilos impresos en 3D con PLA de paciente 5 (medición anteroposterior)

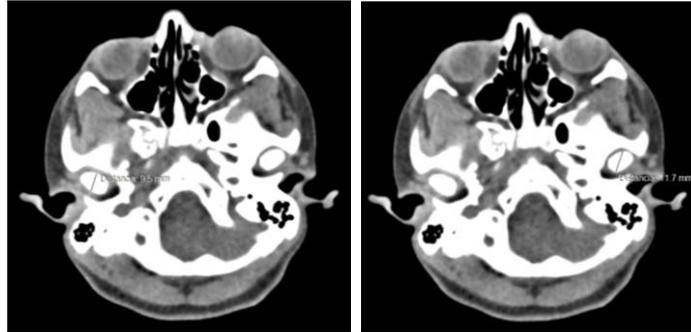


Fig. 26 y 27. TC paciente 5 (medición anteroposterior)



Fig. 28. Cóndilos impresos en 3D con PLA de paciente 5 (medición mediolateral)

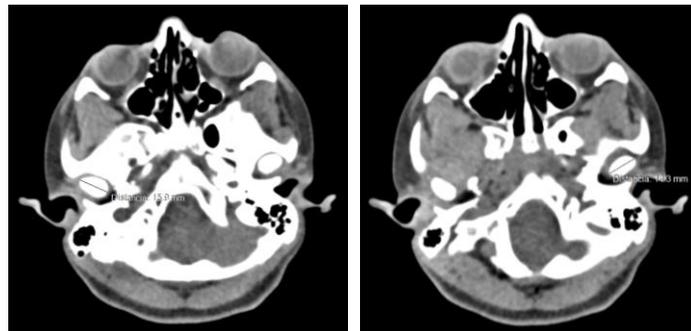


Fig. 29 y 30. TC paciente 5 (medición mediolateral)

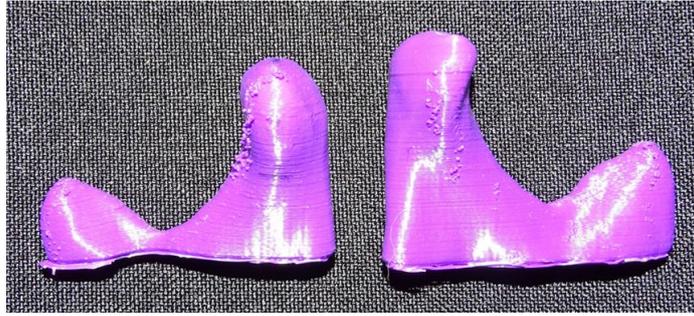


Fig. 31. C6ndilos impresos en 3D con PLA de paciente 4 (medici6n anteroposterior)

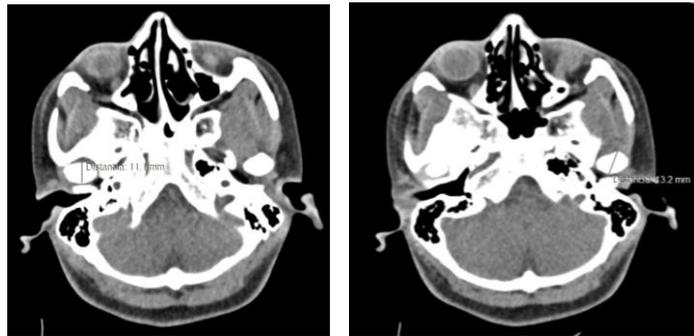


Fig. 32 y 33. TC paciente 4 (medici6n anteroposterior)



Fig. 34. C6ndilos impresos en 3D con PLA de paciente 4 (medici6n mediolateral)

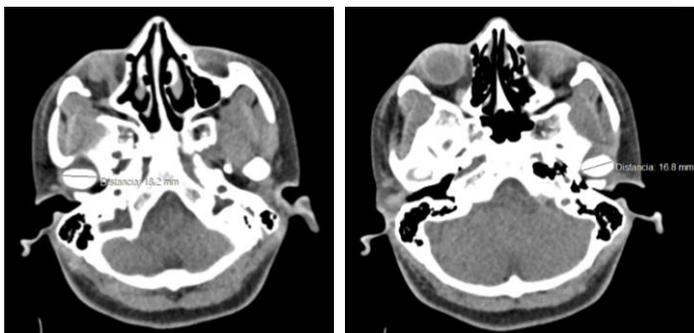


Fig. 35 y 36. TC paciente 4 (medici6n mediolateral)

## REFERENCIAS

1. Okeson J. Anatomía funcional y biomecánica del sistema masticatorio. Tratamiento de oclusión y afectaciones temporomandibulares. 6ta. ed. España: Elsevier; 2008, p.p.1-24.
2. Ikeda M, Miyamoto JJ, Takada J, Moriyama K. Association between 3-dimensional mandibular morphology and condylar movement in subjects with mandibular asymmetry. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(2):324–34.
3. Peck S, Peck L, Kataja M. Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. *Angle Orthod.* 1990;61(1):43–8.
4. Kasimoglu Y, Tuna EB, Rahimi B, Marsan G. Condylar asymmetry in different occlusion types. *The journal of craniomandibular & sleep practice.* 2014;000:1-5.
5. Fuentes R, Arellano-Villalon M, Soto-Faúndez N, Días F, Navarro P, Arias A. Índices de Simetría Condilar y Mandibular a Través de Radiografías Panorámicas Digitales en una Muestra de Pacientes Chilenos. *Int J. Morphol.* 2018;36(3):854–8.
6. Kaneyama K, Segami N, Hatta T. Congenital deformities and developmental abnormalities of the mandibular condyle in the temporomandibular joint. *Journal compilation Japanese Teratology Society.* 2008;48:118–25.
7. Adrián César-Juárez Á, Olivos-Meza A, Landa-Solís C, Hugo Cárdenas-Soria V, Suriel Silva-Bermúdez P, Suárez Ahedo C, et al. Uso y aplicación de la tecnología de impresión y bioimpresión 3D en medicina. *Rev de la facultad de medicina de la UNAM.* 2018;61(6):43–51.
8. Chae MP, Rozen WM, Mcmenamin PG, Findlay MW. Emerging applications of bedside 3D printing in plastic surgery. *Frontiers in Surgery.* 2015;2(June):1–14.
9. Oliveira GDE, Silva DN, Meurer E, Ine M. Dimensional error in selective laser sintering and 3D-printing of models for craniomaxillary anatomy reconstruction. *Journal of Cranio-Maxillofacial surgery.* 2008;36:443–9.
10. Chang PS, Parker TH, Patrick CW, Miller MJ. The Accuracy of Stereolithography in Planning Craniofacial Bone Replacement. *The journal of craniofacial surgery.* 2003;4(2):164–170.
11. Kim Y, Lee J, Kim M, Lee J, Kim M. Analysis of errors in medical rapid prototyping models. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2002;31:23–32.