



Facultad Ciencias de la Salud

Especialidad en ortodoncia

Tema:

Evaluación del Espacio Temporomandibular y Posición Condilar Mediante Tomografía

Cone beam en Corte Sagital y su relación con la clase esqueletal.

Tesis para la obtención del Título de

“Especialista en Ortodoncia”

Presentado por:

Franklin Javier Santillán Rivera

Tutor:

Dra. Marjory Vaca Zapata

Quito, junio del 2025

Resumen

La articulación temporomandibular (ATM) es una estructura anatómica compleja y, debido a una controversia acerca de la relación entre la posición del cóndilo en la cavidad glenoidea, es fundamental estudiar los espacios que se encuentran entre estas dos superficies, cada uno de los cuales cuenta con unas medidas promedios óptimos ya establecidas en estudios previos, de igual manera es importante conocer las relaciones maxilomandibulares que existen en el plano medio sagital, que según Steiner clasifico en clase esquelética I, clase II y clase III. todas estas mediciones es posible realizar en tomografías CBCT la cual nos permite realizar sin superposición de estructuras anatómicas. **Materiales y métodos:** Se realizaron las mediciones de los espacios articulares en 55 tomografías siguiendo los parámetros establecidos por (Ikeda y Kawamura 2009), dentro del programa Romexis Viewer en cortes sagitales, también se realizó las mediciones angulares determinando la clase esquelética en un corte medio sagital siguiendo los valores descritos por Steiner. **Resultados:** La clase esquelética predominante en este estudio fue la clase I y clase II relegando a un pequeño porcentaje la clase III, en cuanto a los espacios articulares tenemos que existe una variabilidad de medidas y casi ninguno ingresa dentro de los parámetros óptimos, finalmente encontramos que no existe relación entre los espacios articulares y la clase esquelética. **Conclusiones:** Los espacios articulares que no se encuentran en posición óptima podría estar relacionados con distracción condilar.

Palabras clave: Articulación temporomandibular, espacios articulares, tomografía CBCT.

Declaración de Aceptación de Norma Ética y Derechos

El presente documento ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.



Firmado electrónicamente por:
**FRANKLIN JAVIER SANTILLAN
RIVERA**

Franklin Javier Santillán Rivera

C.I.: 0603987959

Dedicatoria

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de estudiar esta maravillosa carrera, y es a él, que acudimos todo, en momentos complicados de nuestras vidas, y en esta oportunidad quiero referirme a nuestro creador como un ser supremo que nos ha guiado por el camino del bien y me ha permitido transitar por este camino del conocimiento.

A mi querida hija Belén, quien es el motor de mi vida para seguir hacia delante en cada proyecto de vida que enfrento y quien me conforta con un abrazo y una sonrisa en los momentos cuando las fuerzas menguan.

A mi amada esposa Mirian quien me ha apoyado incondicionalmente en todo este camino de la especialidad, me faltan las palabras para expresar mi agradeciendo infinita a tan valiosa mujer ya que sin su apoyo difícilmente hubiese cumplido esta meta.

Y por último quiero agradecer a mis padres y en especial a mi madre quien a pesar de la distancia siempre me apoyaba con unas palabras de aliento para seguir estudiando.

Tabla de contenido

Tabla de contenido	5
Índice de Imagen.....	6
Índice de Tablas	7
Índice de figuras.....	8
Resumen.....	9
Abstract	11
Introducción	12
Marco Teórico	14
Metodología	17
<i>Análisis estadístico</i>	22
<i>Resultados</i>	23
<i>Correlaciones</i>	28
<i>Asociación entre clase esquelética y espacios óptimos</i>	32
Discusión.....	36
Conclusiones	39
Referencias.....	40

Índice de Imagen

Imagen 1 <i>Esquema de espacios articulares óptimos</i>	19
Imagen 2 <i>Medidas del ángulo ANB en corte medio sagital</i>	20

Índice de Tablas

Tabla 1. Recolección de datos de pacientes	20
Tabla 2. Descriptivos básicos de las medidas	24
Tabla 3. Distribución de clase y espacios óptimos	32
Tabla 4. Regresión lineal múltiple.	35

Índice de figuras

Figura 1 <i>Distribución de Clase Esqueletal según clases</i>	24
Figura 2 <i>Distribución de Clase Esqueletal (en grados)</i>	25
Figura 3 <i>Distribución de los espacios articulares</i>	26
Figura 4 <i>Espacios promedio I.C. 95%</i>	27
Figura 5 <i>Porcentaje de casos en Espacio Optimo</i>	27
Figura 6 <i>Diagramas de dispersión entre Clase Esqueletal y Espacios</i>	28
Figura 7 <i>Matriz de correlaciones</i>	29
Figura 8 <i>Correlación Clase esqueletal y espacios I.C. 95%</i>	30
Figura 9 <i>Plano factorial de variables</i>	31
Figura 10 <i>Plano factorial de individuos</i>	31
Figura 11 <i>Distribución de casos óptimos según clase</i>	33
Figura 12 <i>Mapa perceptual AFCM</i>	33
Figura 13 <i>Distribución de pacientes según clase esqueletal y espacios en rango optimo</i>	34

Evaluación del Espacio Temporomandibular y Posición Condilar Mediante Tomografía Cone beam en Corte Sagital y su relación con la clase esquelética.

Franklin Javier Santillán Rivera

Universidad de los Hemisferios

fjsantillanr@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Resumen

La articulación temporomandibular (ATM) es una estructura anatómica compleja y, debido a una controversia acerca de la relación entre la posición del cóndilo en la cavidad glenoidea, es fundamental estudiar los espacios que se encuentran entre estas dos superficies, cada uno de los cuales cuenta con unas medidas promedio óptimas ya establecidas en estudios previos, de igual manera es importante conocer las relaciones maxilomandibulares que existen en el plano medio sagital, que según Steiner clasifico en clase esquelética I, clase II y clase III. todas estas mediciones es posible realizar en tomografías CBCT la cual nos permite realizar sin superposición de estructuras anatómicas. **Materiales y métodos:** Se realizaron las mediciones de los espacios articulares en 55 tomografías siguiendo los parámetros establecidos por (Ikeda y Kawamura 2009), dentro del programa Romexis Viewer en cortes sagitales, también se realizó las mediciones angulares determinando la clase esquelética en un corte medio sagital siguiendo los valores descritos por Steiner. **Resultados:** La clase esquelética predominante en este estudio fue la clase I y clase II relegando a un pequeño porcentaje la clase III, en cuanto a los espacios articulares tenemos que existe una variabilidad de medidas y casi ninguno ingresa dentro de los parámetros óptimos, finalmente encontramos que no existe relación entre los espacios articulares

y la clase esquelética. **Conclusiones:** Los espacios articulares que no se encuentran en posición óptima podrían estar relacionados con distracción condilar.

Palabras clave: Articulación temporomandibular, espacios articulares, tomografía CBCT.

Abstract

The temporomandibular joint (TMJ) is a complex anatomical structure and, due to a controversy about the relationship between the position of the condyle in the glenoid cavity, it is essential to study the spaces between these two surfaces, each of which has optimal average measurements already established in previous studies. In the same way it is important to know the maxillomandibular relationships that exist in the mid-sagittal plane, which according to Steiner classified into skeletal class I, class II and class III. All these measurements can be performed in CBCT tomography, which allows us to perform without overlapping anatomical structures. **Materials and methods:** Measurements of the joint spaces were performed in 55 tomographies following the parameters established by (Ikeda and Kawamura 2009), within the Romexis Viewer program in sagittal sections, angular measurements were also made determining the skeletal class in a mid-sagittal section following the values described by Steiner. **Results:** The predominant skeletal class in this study was class I and class II, relegating class III to a small percentage, as for the joint spaces we have that there is a variability of measurements and almost none enter within the optimal parameters, finally we find that there is no relationship between the joint spaces and the skeletal class. **Conclusions:** Joint spaces that are not in optimal position could be related to condylar distraction.

Keywords: Temporomandibular joint, joint spaces, CBCT tomography

Introducción

El conocimiento de la posición condilar en el correcto funcionamiento del sistema estomatognático ha sido centro de estudio y controversia a lo largo de la historia de la odontología. La literatura también ha reportado cual es la posición óptima del cóndilo mandibular, utilizando imágenes derivadas de tomografías, con el objetivo de posicionar adecuadamente un cóndilo en los pacientes con alguna alteración sagital. Una posición ideal fue descrita al estar centrada dentro de la cavidad glenoidea usando cortes sagitales sobre una muestra de individuos asintomáticos (Rivero, et al,2021.)

Existen diversos estudios a través de imágenes tales como: transcraneal, tomografía convencional, la tomografía computarizada, la tomografía volumétrica de haz cónico, y la resonancia magnética, todos estos estudios usados para evaluar la (ATM). Para las mediciones de estos espacios, todos los estudios han utilizado TCHC con campos de visión (FOV) grandes, generalmente bilaterales de la ATM de 16 cm x 16 cm, los cuales permiten evaluar las dos articulaciones en una sola toma. En ellos se utilizan tamaños de voxel grandes, generalmente de 180 micras. Idealmente, para una alta confiabilidad y precisión de las medidas articulares se requiere una alta resolución y esto se podría conseguir con el uso de voxeles pequeños, entre otros aspectos. (Hernández, 2021.)

La relación esquelética sagital entre el maxilar y la mandíbula puede influir en otras estructuras adyacentes del sistema craneofacial, como la ATM. Así, la morfología y la relación cóndilo-fosa glenoidea podrían verse comprometidas en discrepancias sagitales significativas, debido a fuerzas de tensión o compresión que los tejidos circundantes ejercen sobre la ATM.

Esto de hecho podría favorecer una adaptación continua a través de procesos de remodelación ósea provocando cambios funcionales en los tejidos circundantes (Arieta, et al. 2013)

Con estos antecedentes, el presente estudio pretende determinar la relación que existe entre la posición condilar y el espacio articular, vinculados con la clase esquelética sagital, estudiados en tomografías de macizo facial de pacientes que acudieron al centro radiológico “Dentix Ray” ubicado en el sur de Quito- Ecuador.

Marco Teórico

La Articulación Temporomandibular (ATM) es una estructura anatómica compuesta principalmente huesos (temporal y cóndilo mandibular), músculos (masetero, el temporal, el pterigoideo lateral externo y el pterigoideo medial (o interno) y ligamentos (ligamento temporomandibular o colateral, el ligamento esfenomandibular y el ligamento estilomandibular) que en conjunto realizan movimientos como la apertura, cierre, protrusión, retrusión y lateralidad de derecha a izquierda o viceversa de la mandíbula. (Loayza,2020.)

El cóndilo mandibular es una eminencia ovalada con una cabeza convexa en todos los sentidos, especialmente en sentido anteroposterior, cuyo eje mayor está dirigido hacia atrás y adentro uniéndose a la rama de la mandíbula mediante un cuello más estrecho que es más fino en su parte antero medial donde se inserta el músculo pterigoideo lateral. (López, et al, 2021.)

Una vez que el cóndilo mandibular alcanza su maduración (corticación), cesa gradualmente la osificación endocondral, y se desarrolla una placa ósea subcondral continua y compacta que se observa en el microscopio óptico como hueso laminar, diversos estudios concluyen que el hueso cortical comienza a formarse alrededor de la periferia de los cóndilos durante la adolescencia (12 a 14 años). (Seval, et al,2018)

El espacio articular temporomandibular se encuentra entre la eminencia articular y la fosa glenoidea del hueso temporal en la base del cráneo y el proceso condilar de la mandíbula. Este espacio interarticular está dividido por el disco articular en espacio articular superior (1,2 ml) y espacio articular inferior (0,9 ml). (Alqhtani NR, et al, 2022.)

El disco articular está formado por un tejido fibrosa y avascular, se articula con la fosa glenoidea del hueso temporal por encima y con el cóndilo mandibular por debajo, tiene una

forma ovalada, bicóncava en sección sagital; es delgada en la parte central y gruesa en los bordes posteriores y anteriores, tiene forma de gorra que divide la articulación en espacio articular superior más grande y un espacio articular inferior más pequeño. (Tomasello G, et al, 2016)

Radiográficamente, el espacio de la articulación es un área radiolúcida ubicada entre el cóndilo mandibular y el hueso temporal, las mediciones de los espacios articulares inicialmente fueron realizadas por Ricketts (1950) para describir y comprender la posición condilar (Guerrero, 2021.)

Una evaluación exhaustiva de las articulaciones temporomandibulares es esencial desde una perspectiva clínica y es necesaria para el establecimiento de una oclusión funcional y un sistema estomatognático equilibrado. (Qua, 2023.)

En estudios anteriores, los odontólogos consideraban a las maloclusiones como la principal causa de trastornos temporomandibulares; mientras que, años más tarde, se descubrió que el papel de la maloclusión en el trastorno temporomandibular era mínimo. (Wadhokar, 2002.)

La posición condilar puede desempeñar un papel clave en la estabilidad del tratamiento de ortodoncia, ya que una distracción condilar incluso en niños y adolescentes puede no presentarse con sintomatología clínica y pasar desapercibido por el profesional ortodoncista. (Paknahad, 2016.)

Para determinar la posición condilar y espacios articulares en un corte sagital se siguió los métodos descritos en estudios previos, donde medirá con una línea del punto más superior del cóndilo al punto más superior de la cavidad glenoidea, esta distancia se determina como espacio articular superior; a partir del punto superior de la cavidad glenoidea, se trazan líneas tangentes

a la caras anterior y posterior más prominentes del cóndilo, la distancia desde estos puntos a la cavidad glenoidea se establece como espacios articulares anterior y posterior, si el espacio articular anterior es mayor, el cóndilo está ubicado en una posición más posterior y si el espacio posterior es mayor, el cóndilo está ubicado en una posición más anterior como lo mencionan (Ikeda y Kawamura, 2009.)

Las clasificaciones esqueléticas maxilomandibulares, según la OMS está considerada como la tercera causa de enfermedad dental, que provocan la ausencia de bienestar físico, funcional y psicológico por lo que lo considera como un problema de salud pública.

Estudios de anomalías craneofacial clasifican estas maloclusiones esqueléticas en clase I, clase II y clase III cada una de las cuales presenta características únicas que pueden o no afectan la morfología y la funcionalidad de la ATM. La maloclusión esquelética de clase II se caracteriza por una retrusión mandibular, y esta condición generalmente acarrea un posicionamiento adaptativo mandibular hacia delante del individuo para lograr una mejor función masticatoria, deglutiva y respiratoria. Así mismo, también puede ir acompañada de variaciones en las dimensiones de los espacios de la articulación temporomandibular (ATM) cuando la mandíbula está en reposo en la cavidad glenoidea. Este hallazgo imagenológico por medio de la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (TCHC) ha sido reportado en la literatura como un signo de desplazamiento discal muchas veces asintomático, por el contrario, la maloclusión esquelética de clase I se presenta con relaciones mandibulares sagitales relativamente normales, pero aún puede presentar irregularidades en la ATM debido a anomalías funcionales, posicionales o dentarias (Das, et al,2024)

Metodología

Se realizó un estudio de tipo observacional descriptivo y transversal, para la muestra se recopiló 75 tomografías de cabeza completa de pacientes que se realizaron este estudio en el centro radiológico “Dentix Ray”, ubicado en el Sur de Quito – Ecuador, durante el periodo febrero - diciembre 2024.

Para el presente estudio se utilizó un tomógrafo marca Planmeca ProMax 3D Plus, que utiliza una corriente alterna de 220 voltios, con una intensidad de radiación de 90 Kva (Kilovoltios), 5 mA, un tiempo de exposición de 20 segundos, con un campo de visualización (Fov) de 16x16 y un tamaño de voxel de 150 micras.

Como criterios de inclusión se tomó en cuenta pacientes que acudieron al centro radiológico “Dentix Ray”, en estas tomografías se consideró, que sean tomadas por el mismo operador y estén realizadas en posición natural de la cabeza asistida en máxima intercuspidad, pacientes que no tengan cirugías faciales o cirugías ortognáticas, pacientes de ambos sexos mayores de 15 años, pacientes que se evidencie la cortical del cóndilo mandibular, tomando en cuenta estos parámetros ingresaron 55 tomografías que cumplieron con los requisitos previamente mencionados.

En esta investigación, se estandarizó el manejo en un solo sistema informático, mediante la aplicación Romexis Viewer, y no se contempló sintomatología relacionada con disfunción de (ATM).

En cuanto a criterios de exclusión, se descartó tomografías que se visualicen en aplicaciones distintas al Romexis Viewer, de igual manera tomografías donde se evidencie que los pacientes durante la toma del estudio no se encontraban en posición de máxima

intercuspidación y en posición natural de la cabeza asistida, que sean de cabeza completa, pacientes que presenten cirugías faciales y ortognática, pacientes menores de 15 años, pacientes que no se evidencie la cortical del cóndilo mandibular, además de pacientes sindrómicos, con estas consideraciones quedaron fuera del estudio 20 tomografías que no cumplieron con los requisitos mencionados anteriormente.

La evaluación de los espacios articulares fue hecha sobre la vista sagital con el software Romexis Viewer (Planmeca) y en ortogonalidad de los planos, coincidiendo el plano coronal con la parte más ancha del cóndilo. El investigador principal localizó la parte más superior de la fosa glenoidea donde se trazó una línea horizontal que fue utilizada como plano de referencia, y desde el mismo punto más superior de la fosa glenoidea se trazaron líneas tangentes a los puntos más anterior y posterior de la cabeza condilar, según el método descrito por (Ikeda y Kawamura 2009).

Las distancias desde los puntos tangentes anterior y posterior hasta la fosa mandibular corresponden a los espacios articulares anterior y posterior, respectivamente, mientras que la distancia desde el punto más superior de la cabeza del cóndilo mandibular hasta el punto más superior de la fosa glenoidea sobre la línea horizontal, mismo que corresponde al espacio articular superior. Tal como lo señaló el método descrito por (Ikeda y Kawamura 2009).

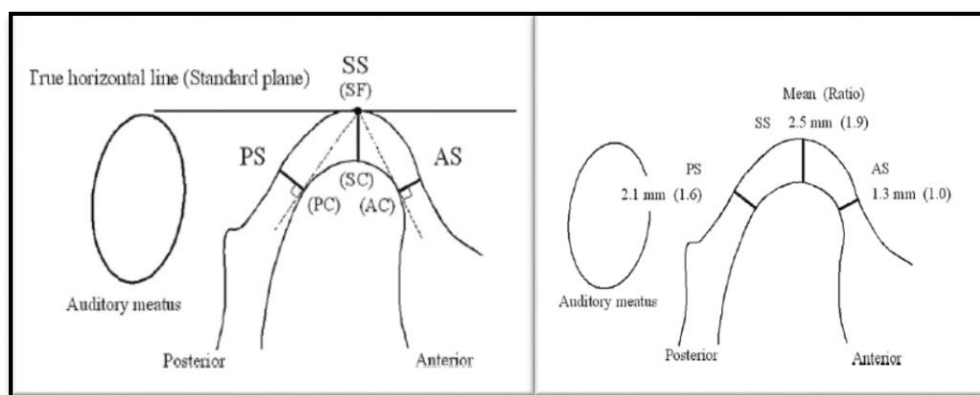
(Imagen1)

Toda medida que se desvíen de los parámetros establecidos por (Ikeda y Kawamura) serán considerados como distracción condilar, por lo que en el corte sagital el espacio anterior debe medir entre a 1mm a 1.3mm, el espacio superior de 1.9mm a 2.5 mm y en el espacio posterior de 1.6mm a 2.1mm, de no presentar estas medidas se considerará que el cóndilo

articular no se encuentra en una posición óptima dentro de la cavidad glenoidea, estos datos fueron recolectados en una tabla de excel. (Tabla 1.)

Imagen 1

Esquema de espacios articulares óptimos



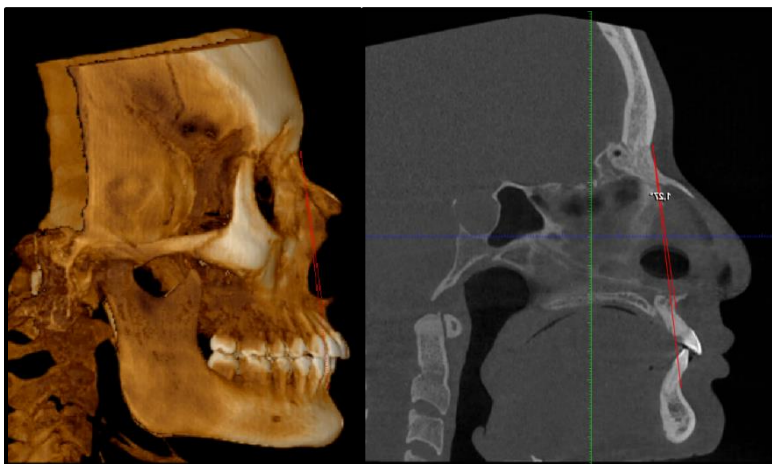
(Ikeda y Kawamura. 2009).

Previo a realizar la presente investigación completo se realizó un estudio piloto con 5 tomografías de pacientes de la muestra total, donde se determinó la confiabilidad del estudio, de éstas 5 tomografías de cabeza completa se extrajeron los cortes sagitales de las ATM derecha e izquierda, teniendo un total de 10 articulaciones estudiadas, de igual manera se determinó la clase esquelética utilizando el ángulo ANB de Steiner, en todas estas imágenes se realizaron mediciones lineales y angulares ubicándonos en el corte sagital dentro del programa Romexis Viewer.

Para determinar la clase esquelética se utilizó el ángulo ANB de Steiner mediante el programa Romexis Viewer en un corte medio sagital, para lo cual se clasificó en: clase I ($2 \pm 2^\circ$), clase II (más de 4° a 10°) y clase III (menos de 0° a -6°), como lo muestra la (Imagen 2), para la recolección de estos datos se utilizó la misma tabla de recolección de datos. (Tabla 1)

Imagen 2

Medidas del ángulo ANB en corte medio sagital



(Autor: Javier Santillan).

Posterior a las mediciones del espacio articular y a la clase esquelética se determinó la relación que existe entre la clase esquelética y la posición condilar.

Tabla 1.

Recolección de datos de pacientes

Paciente	Clase esquelética en grados	Espacio anterior r	Espacio posterior r	Espacio superior r	Espacio anterior l	Espacio posterior l	Espacio superior l
1	5,71	1,7	2,4	2	1,44	2,4	1,7
2	5,95	1,7	1,6	1,7	0,89	2,8	1,44
3	-0,47	2,83	2,4	2	2,56	2	1,7
4	10,76	0,57	2	2,83	1,13	2	1,13
5	7,83	1,7	3,2	2,56	1,44	2	0,89
6	2,7	2,7	1,13	2,4	1,13	1,7	2,8
7	6,5	1,7	4	1,79	1,44	2	3,6
8	5,72	0	5,2	4	3,44	3,69	3,2
9	5,18	2,26	1,13	3,2	2,33	1,7	3,2
10	6,64	2,56	0,57	2	1,7	2	0,89
11	3,15	1,7	0,57	2,4	1,44	1,79	2,4
12	-1,91	1,7	0,89	1,6	1,7	1,44	2
13	2,73	2	1,13	2,4	1,44	1,7	2
14	4,75	2,33	2,26	3,2	2,33	2,56	3,2
15	1,74	1,44	1,61	3,42	1,56	2	3,4

16	3,79	1,7	1,56	1,8	1,72	1,08	2
17	3,72	1,44	1,44	1,6	1,7	1,44	2
18	9,27	2,26	1,44	2,4	2,26	2,26	2,4
19	0,63	2,33	1,44	1,6	1,7	0,89	2
20	4,77	3,44	1,7	2,8	3,22	1,7	2
21	3,46	2,55	1,79	4	1,13	2	3,6
22	6,68	2,26	1,7	2	1,7	1,13	3,2
23	-1,58	2,55	3	3,4	1,28	2,9	4
24	0,43	1,7	2	3,2	2	2	3,2
25	0,76	2	0,89	2,4	1,7	1,7	3,2
26	1,74	1,7	1,79	2,8	2	1,13	2
27	5,22	1,13	1,7	2	2,26	2	2,4
28	1,93	1,7	1,7	2,4	1,7	2	2,8
29	3,61	1,7	1,13	1,6	1,44	1,13	2,4
30	2,66	170	1,44	2,4	0,89	1,44	2
31	0,03	2,72	1,28	3,41	2,97	1,13	2,8
32	-1,78	1,13	3,12	4	0,89	2,26	2,4
33	6	1,41	1	2,8	1,98	1	3,6
34	-1,12	0,89	2,56	4	1,13	1,7	2,4
35	1,37	1,7	0,89	2,8	2	0,4	1,6
36	4,99	3,77	0,89	3,2	2,68	1,7	2,8
37	6,14	2	57	1,6	1,13	1,13	1,2
38	3,11	2,56	2,88	3,6	2	3,69	3,2
39	4,18	0	1,28	2,2	1,7	1,28	2,21
40	4,95	1,15	1,2	1,72	1,5	2,25	1,9
41	1,61	1,45	1,7	2,3	1,95	1,7	2,1
42	3,44	0,4	2	2,8	2,83	3,2	1,7
43	6,5	1,7	2,26	4	2	2	3,6
44	7,46	1,7	1,13	2,4	1,7	2,56	3,2
45	1,54	1,34	2	2,61	1,2	0	2,4
46	5,51	1,7	1,7	2	2,26	1,44	2,8
47	4,42	1,79	1,44	3,2	1,7	1,7	2,4
48	5,24	3,44	2,26	2,8	3,69	1,7	4,4
49	1,2	1,7	1,7	2	2	2	2
50	-1,8	0	1,13	2	2,33	2	3,6
51	3,35	0,57	1,7	2	1,44	1,7	2,8
52	6,09	1,7	1,7	1,6	0,57	0	1,2
53	3,15	1,44	1,7	2,8	2	1,44	3,2
54	-5,91	144	2	2	2	2,26	2
55	3,63	1,44	0	1,6	1,7	0	3,2

Análisis estadístico

Para el procesamiento de datos se utilizó el software libre R v.4.4.2. donde inicialmente se presenta los valores descriptivos básicos de cada variable, tanto a nivel de tablas como gráficas; luego se estableció la correlación entre las variables con ayuda del coeficiente de correlación de Pearson y un Análisis de Componentes Principales (técnica estadística multivariante que permite evidenciar de manera gráfica en los mapas perceptuales, la correlación entre variables).

De igual manera se utilizó para contrastar diferencias significativas, técnicas como intervalos de confianza para promedios (al 95%) construidos con la t-Student.

Un tratamiento adicional se lo trabaja con los rangos de la clase esquelética y los óptimos de los espacios, con las siguientes consideraciones:

Clase esquelética: 0 – 4, clase I estos parámetros se utilizó por razones estadísticas, conociendo que la norma de Steiner es $(2+/-2)$

mayor a 4 clase II.

menor a 0 clase III.

Espacio Anterior: 1 – 1.3

Espacio Posterior: 1.6 – 2.1

Espacio Superior: 1.9 – 2.5

En este caso, se establecen los porcentajes de clase y valores óptimos; estableciendo los cruces de variables y pruebas de independencias como la prueba chi-cuadrado. Además, se

ensaya un Análisis Factorial de Correspondencias Múltiple, técnica estadística multivariada que busca poner en evidencia la asociación entre las categorías de las variables consideradas.

Resultados

El objetivo del proyecto que busca relacionar la clase esquelética con los espacios articulares anterior, posterior y superior tanto derecho como izquierdo se muestra los estadísticos descriptivos básicos de las variables involucradas, para todos los casos se tiene 55 datos observados que corresponde a las tomografías de pacientes estudiados.

Se presenta en la (tabla 2) el valor mínimo, valor máximo, moda, mediana, media y la desviación estándar. Se añade además el coeficiente de variación en porcentaje y los límites superior e inferior de confianza al 95% para la media. Un primer detalle que llama la atención es la alta variabilidad (89.3%) de la clase esquelética; esto implica que los datos de la clase esquelética tienen alta variabilidad; de hecho, la media de la clase esquelética se establece 3.4 unidades con una desviación estándar de 3.1; y, el intervalo de confianza para la media se establece de 2.6 a 4.2. Cabe notar que se detectan valores negativos en esta variable.

Para las mediciones de espacio se pueden notar coeficientes de variación relativamente bajos lo cual indicaría homogeneidad entre las mediciones de estas variables; así los intervalos de confianza del 95% no están muy alejados del valor promedio. La variable que mayor variabilidad presenta es el espacio posterior derecho mientras que la de menor variabilidad es el espacio superior derecho.

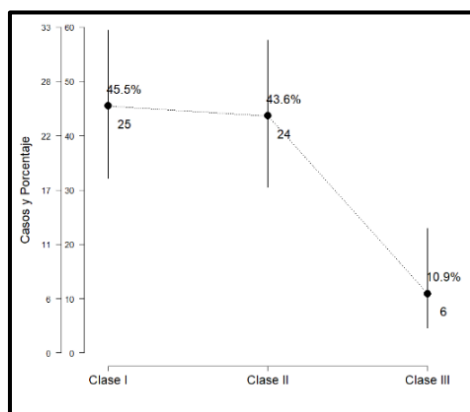
Tabla 2.

Descriptivos básicos de las medidas

Medida	Sam ple	Minim um	Maxim um	Mo de	Medi an	Me an	S. D.	C.V. (%)	Upp.L im	Low.L im
Skeletal class in degrees	55	-5.9	10.8	4.4	3.7	3.4	3.1	89.3	2.6	4.2
Space anterior right	55	0.0	3.8	1.7	1.8	1.7	0.8	44.7	1.5	2.0
Space posterior right	55	0.0	5.7	1.6	1.7	1.8	1.0	54.8	1.5	2.1
Space upper right	55	1.6	4.0	2.0	2.7	2.5	0.7	28.5	2.3	2.7
Space anterior left	55	0.6	3.7	1.7	1.8	1.8	0.6	34.7	1.6	2.0
Space posterior left	55	0.0	3.7	1.9	1.8	1.8	0.8	42.7	1.6	2.0
Space upper left	55	0.9	4.4	2.1	2.5	2.5	0.8	32.2	2.3	2.7

Por clases, se tiene la distribución mostrada en la figura 1, la cual muestra cierta paridad entre clase I y II; mientras que una minoría (10.9%) se presenta en clase III. Además, los intervalos de confianza al 95% para el porcentaje de casos según clase, muestra que no existe diferencia significativa entre el porcentaje de clase I y clase II; a más de que estadísticamente el porcentaje de casos de clase III es menor que las otras clases.

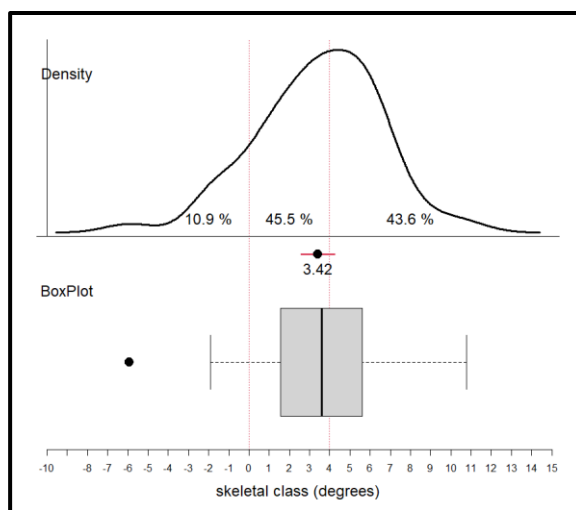
Figura 1

Distribución de Clase Esqueletal según clases

La figura 2 muestra la distribución de los datos de la clase esquelética y confirma el hecho de la alta variabilidad; de hecho, se observa la presencia de un punto extremo negativo; además se observa que 10.9% de los datos son valores negativos. Sin embargo, de ello el valor promedio y su intervalo de confianza se muestran relativamente pequeños en relación a los valores mínimos máximos detectados, también muestra la densidad estimada mediante la técnica de kernel gaussianos (density) y el diagrama de caja y bigote (boxplot) que permiten visualizar a la vez cómo se están distribuyendo los datos de la clase esquelética, confirmando la presencia de valores extremos lo cual genera cierta asimetría en la distribución de los datos.

Figura 2

Distribución de Clase Esquelética (en grados)

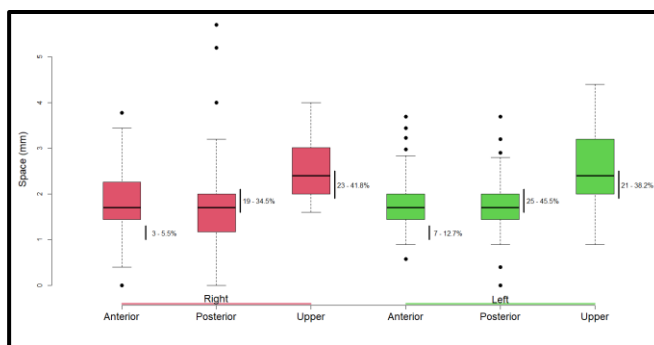


Por otra parte, la (figura 3) representa los boxplot de los espacios articulares, los cuales permiten observar la distribución de cada uno de ellos; se puede percibir que tanto en el lado izquierdo como derecho, el espacio articular superior tiende a ser mayor que los espacios articular anterior y posterior. Se puede observar también la presencia de valores atípicos en los espacios articulares de izquierda y derecha anterior y posterior.

En la misma (figura 3) se han añadido los límites óptimos, con el número de casos y el porcentaje de ellos. Se puede notar que el porcentaje de casos en rango óptimo en Superior es mayor, seguido de Posterior y Anterior.

Figura 3

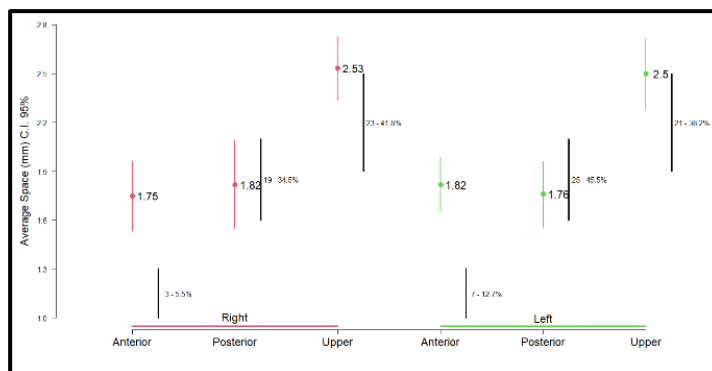
Distribución de los espacios articulares



Analizando los espacios promedio, con su correspondiente intervalo de confianza del 95%, se puede observar similar comportamiento en el espacio anterior y posterior de lado izquierdo y derecho; es decir, no existe diferencia significativa entre estos espacios articulares. Por el contrario, los espacios articulares superiores promedio se muestran estadísticamente diferentes (mayores) a los espacios articulares anterior y posterior, además estos espacios superiores de lado izquierdo y derecho no guardan diferencia significativa.

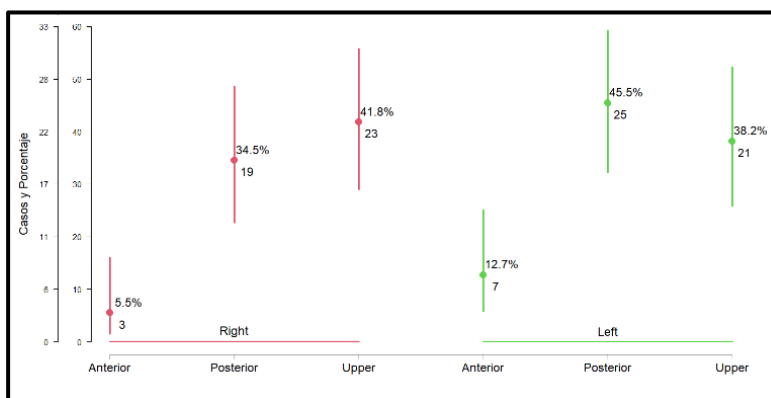
En la (figura 4) se han añadido los límites óptimos, con el número de casos y el porcentaje de ellos, se puede notar que el porcentaje de casos en rango óptimo en Superior es mayor, seguido de Posterior y Anterior. Además, se puede notar que Espacio articular Anterior promedio, tanto izquierdo (1.82) como derecho (1.75) cae por debajo del rango óptimo; el espacio articular posterior promedio (1.82) está por dentro del rango óptimo; y el espacio articular Superior promedio (2.53) tiende a salirse por encima del límite superior óptimo.

Figura 4
Espacios promedio I.C. 95%



La (figura 5) muestra el porcentaje de casos óptimos y el intervalo de confianza al 95%. Puede notarse que el porcentaje de espacios articulares Posterior y Superior son estadísticamente similares; tanto en derecha como izquierda; mientras que Anterior, el porcentaje de casos óptimos no supera el 13% de casos en izquierda y 6% en derecha.

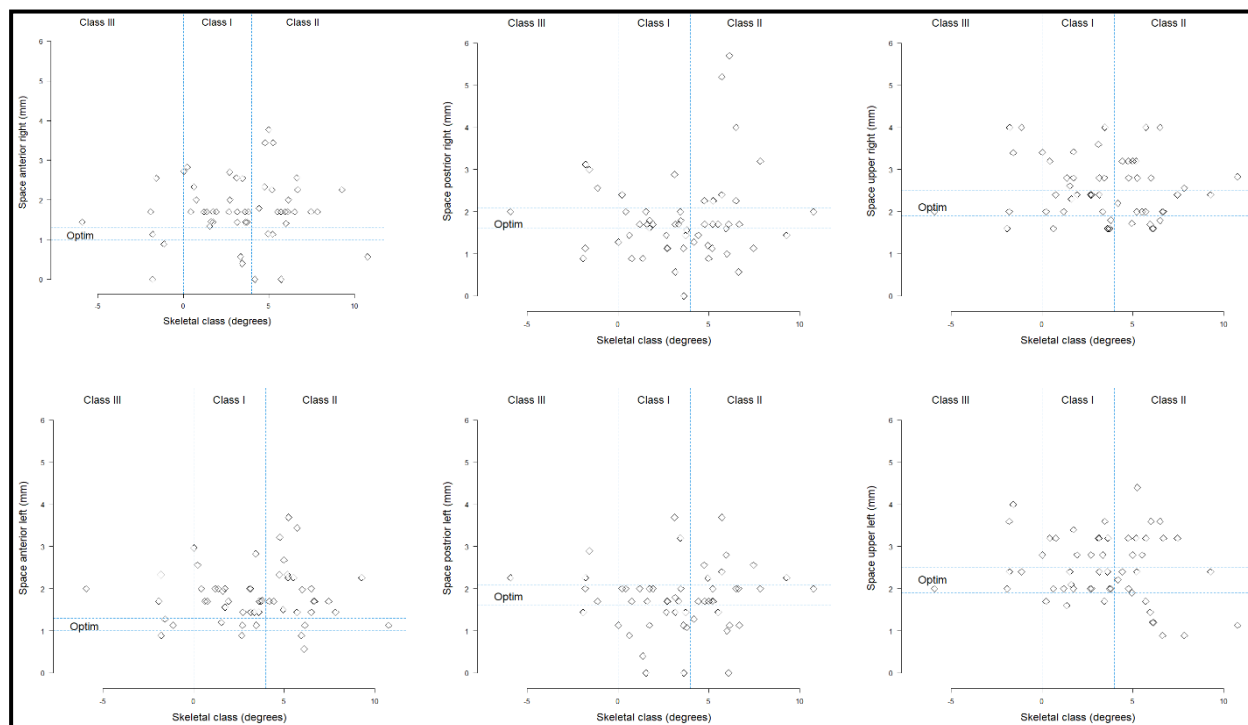
Figura 5
Porcentaje de casos en Espacio Optimo



Además, los diagramas de dispersión (figura 6), muestran como varios de los espacios articulares se ubican fuera de los rangos de espacios óptimos, en todas las clases esqueléticas.

Figura 6

Diagramas de dispersión entre Clase Esquelética y Espacios

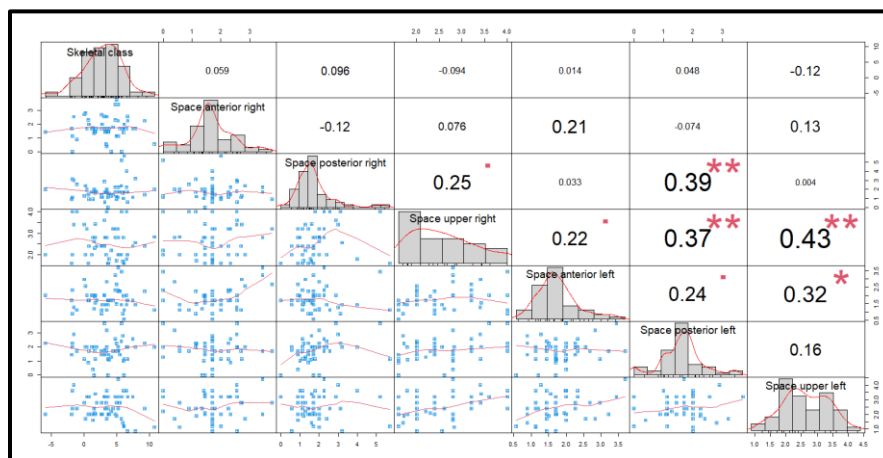


Correlaciones

Para cubrir el objetivo de esta investigación se presenta a continuación la matriz de correlaciones (Figura 7), no sólo de la clase esquelética con los distintos espacios, sino además las correlaciones entre los distintos espacios articulares, donde muestra en la parte superior los valores de las correlaciones correspondientes a la fila y columna que se decida analizar; en la parte inferior se muestran los diversos diagramas de dispersión entre las variables que se consideren y se añade una línea de tendencia (ajustada por métodos no paramétricos); en la diagonal se muestra los histogramas de cada una de las variables ajustada la densidad estimada por kernel gaussiano. Además, para las correlaciones se marca con asteriscos aquellas que son ligeramente significativas.

Figura 7

Matriz de correlaciones

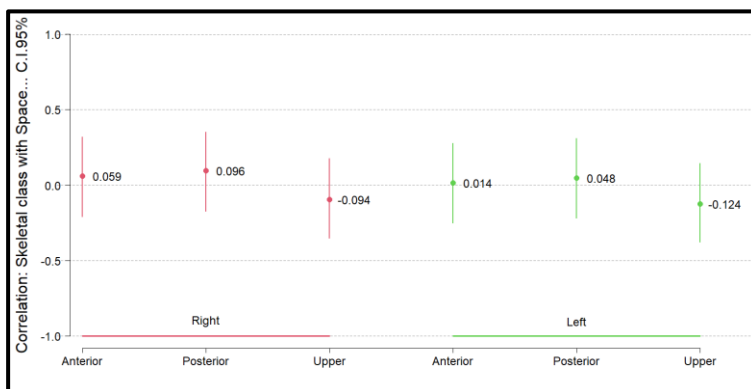


Se pueden observar correlaciones bajas, y en muchos de los casos estadísticamente iguales de cero.

Para la correlación de la clase esquelética con las otras variables, los espacios articulares, se puede notar que son correlaciones muy cercanas a cero. Esto se puede confirmar con siguiente diagrama (figura 8) que muestra las correlaciones y su intervalo de confianza al 95%, lo cual indica que estadísticamente estas correlaciones pueden identificarse como cero. Así se puede considerar que la clase esquelética no se correlaciona, según Pearson, con los espacios articulares. Además, revisando los diagramas de dispersión (figura 6) de la gráfica precedente se puede confirmar que no existe una tendencia lineal o de otra índole entre la clase esquelética y los espacios.

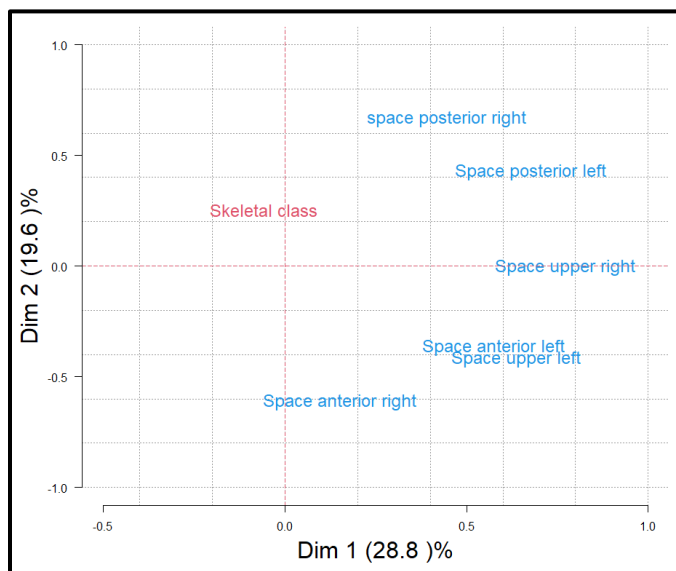
Figura 8

Correlación Clase esquelética y espacios I.C. 95%



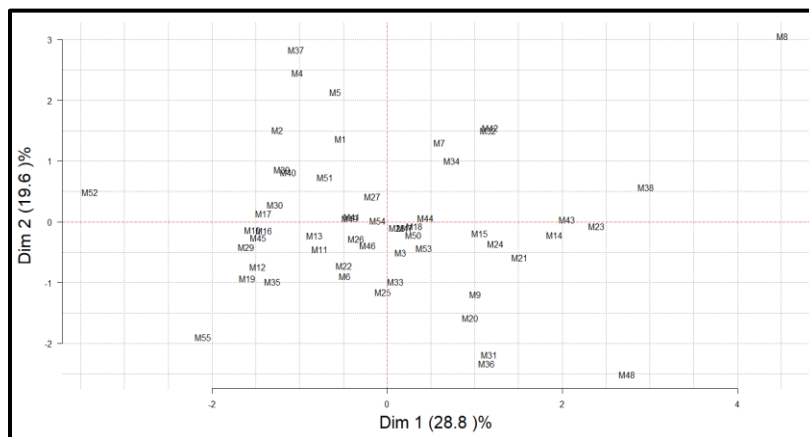
Sin embargo, de estas bajas o nulas correlaciones entre la clase esquelética y los espacios articulares, se realizó un análisis de componentes principales con la finalidad de identificar qué variables se relacionan más con la variable de interés; el mapa perceptual (plano factorial figura 9) muestra una inercia explicada superior al 50%; y, permite observar que en efecto la clase esquelética se ubica lejos de los distintos espacios articulares lo cual confirma la escasa relación de esta variable con los espacios articulares. Se puede identificar la marcada correlación entre espacio articular posterior izquierda y espacio articular superior izquierda; entre los espacios articulares en sí mismo también se puede identificar cierto grupo de con relaciones relevantes según la cercanía de las variables en la gráfica.

Figura 9

Plano factorial de variables

Un resultado adicional del análisis de componentes principales es la representación en el plano factorial de la relación entre los individuos es decir entre las muestras (figura 10). No se puede identificar grupos de individuos asociados, más si se identifica algunos individuos como la muestra 52 y la muestra 8 que se comportan de distinta manera al resto de muestras.

Figura 10

Plano factorial de individuos

Asociación entre clase esquelética y espacios óptimos

(La tabla 3) y (figura 11) muestran el número de casos que se ubican tanto en la clase esquelética y la condición óptima. Se muestra además el valor (p) de la prueba tipo chi-cuadrado de independencia. Los valores p (mayores a 0.05) encontrados permiten mostrar que la clase esquelética y la condición óptima es independiente.

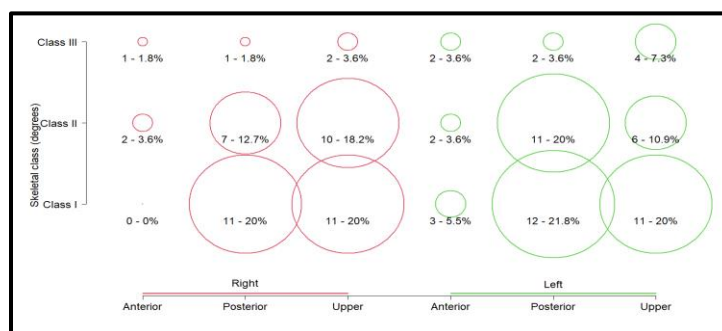
Tabla 3.

Distribución de clase y espacios óptimos

Space (mm)			Skeletal class (degrees)			p.value
			Class I	Class II	Class III	
Right	Anterior	Optim		2	1	0.193
		No Optim	25	22	5	
	Posterior	Optim	11	7	1	0.342
		No Optim	14	17	5	
	Upper	Optim	11	10	2	0.893
		No Optim	14	14	4	
Left	Anterior	Optim	3	2	2	0.256
		No Optim	22	22	4	
	Posterior	Optim	12	11	2	0.810
		No Optim	13	13	4	
	Upper	Optim	11	6	4	0.123
		No Optim	14	18	2	

Figura 11

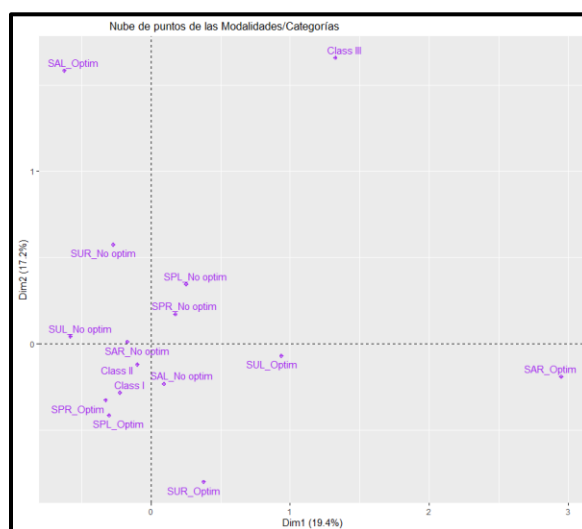
Distribución de casos óptimos según clase



También se muestra el mapa perceptual (figura 12) del análisis factorial de correspondencias múltiples que procura mostrar la interacción entre las categorías de las variables involucradas. Así, la clase I y II se ubican entre categorías de valores óptimos y no óptimos; mientras que la clase III no muestra asociación por algún espacio. Esto sería un aporte adicional a la no relación entre clase y espacio.

Figura 12

Mapa perceptual AFCM



Finalmente, se contabiliza el número de espacios óptimos (de los tres posibles) y se cruza según clase esquelética y se obtiene el resultado mostrado en la (figura 13). Se puede notar que en el lado derecho solo un paciente cubre los tres espacios articulares (Anterior, Posterior y Superior) en rango óptimo y está en clase esquelética II. Lo mismo un paciente, pero en clase esquelética III, Para el lado derecho predominan pacientes con un solo espacio articular en rango óptimo en clase I y II; lo mismo para lado izquierdo.

Figura 13

Distribución de pacientes según clase esquelética y espacios en rango óptimo

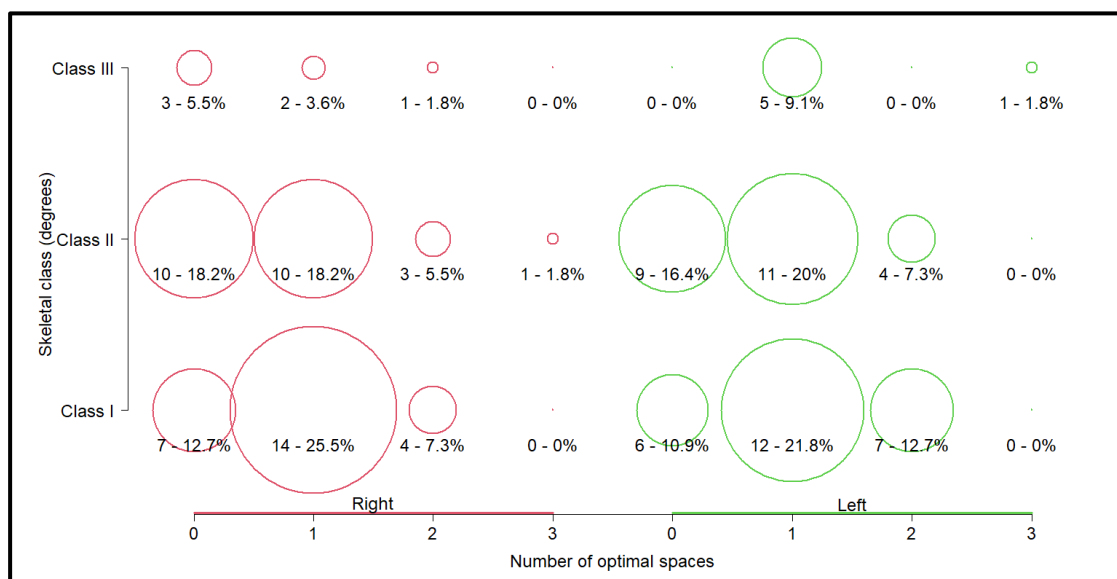


Tabla 4.

Regresión lineal múltiple.

Dimension	Co variables	B	P	95.0% confidence Interval for B	
				Lower limit	Upper limit
AS	(Constant)	1.921	>0.001	1.249	2.593
	Sex (female)	0.011	0.940	-0.286	0.309
	Age	-0.001	0.890	-0.017	0.015
	ANB	-0.019	0.554	-0.084	0.046
PS	(Constant)	1.796	>0.001	1.039	2.552
	Sex (female)	-0.166	0.327	-0.501	0.169
	Age	-0.010	0.292	-0.027	0.008
	ANB	0.072	0.054	-0.001	0.145
SS	(Constant)	2.834	>0.001	2.140	3.527
	Sex (female)	-0.324	0.039*	-0.631	-0.017
	Age	0.002	0.972	-0.017	0.016
	ANB	-0.031	0.357	-0.098	0.036

En la tabla 4 se evidencia la influencia del sexo en el espacio articular superior (SS), donde el valor beta indica que en mujeres el espacio articular superior es 0.039 mm más corto que en hombres.

Discusión

El conocimiento de las variaciones que existen entre los espacios articulares óptimos que conforma una ATM saludable es de gran interés en el campo ortodóntico, debido a que existe controversia acerca de la relación entre la posición del cóndilo en la cavidad glenoidea, es así que en el resultado de la presente investigación encontramos espacios articulares promedios en anterior 1.75 en el posterior 1.82 y en el superior 2.53, mientras que en los estudios realizados por (Ikeda y Kawamura, 2009.) se encontró que en promedio los valores del espacio articular anterior de 1,3 mm, Superior, 2,5 mm y posterior 2,1 mm; lo cual no concuerda con los datos encontrados en nuestro estudio, exceptuando el espacio articular superior que fue el valor que más se acercó, es importante recalcar que ambos estudios fueron realizados en tomografías (CBCT), ya que nos brindan una estabilidad en las mediciones tal como lo menciona (Hernández, 2021.), De igual manera debemos tener en cuenta esta alta variabilidad de los espacios articulares que arrojó este estudio, ya que podría indicar un desplazamiento discal, tal como lo señala (Yu W, 2023), el cual concluye que, las imágenes CBCT pueden servir como una modalidad de diagnóstico para el desplazamiento discal con alta sensibilidad y especificidad, debemos tomar en cuenta que la resonancia magnética es el estudio gold estándar para diagnosticarlo.

En cuanto a los resultados de la regresión lineal múltiple donde se evidencia la influencia del sexo en el espacio articular superior (SS), nuestros hallazgos indican que en mujeres el espacio articular superior es 0.039 mm más corto que en hombres. Este aspecto coincide con los reportados por (Jedynak B, et al, 2021) en cuanto a las diferencias en dimensiones esqueléticas entre sexos, en los cuales generalmente las mediciones son más cortas en mujeres que en hombres. También este

hallazgo podría estar relacionado con la más alta prevalencia de desórdenes en la ATM en mujeres comparada con hombres reportada por (Lövgren A, et al, 2025), pero este aspecto debería ser tenido en cuenta para futuras investigaciones donde se evalúe este hallazgo como un factor de riesgo adicional a los ya reportados.

En cuanto a las clases esqueléticas en nuestro estudio se encontró un predominio la clase I seguido por la clase II y en menor medida la clase III, es importante recalcar que la clase I tiene el mayor porcentaje ya que los parámetros que se midió fueron muy amplios y esto posiblemente aumento el número de individuos que ingresaron a este grupo, por lo que enfatizamos en la supremacía de la clase II en nuestra muestra de estudio, lo que concuerda con los estudios de (Das, et al,2024) quien menciona a las maloclusiones esqueléticas de clase I y, II como las más frecuentes, de igual manera podemos comparar con los estudios de (Condori ,2024) donde concluye que la incidencia de las maloclusiones esqueléticas el 60.0 % y 66.6 % corresponden a la Clase II, el 20.05 % y 28.6 % corresponden a la Clase I y el 20.0 % y 4.8 % a la Clase III, diagnosticado con el análisis cefalométrico de Steiner, resaltando la similitud que presenta con nuestro estudio en cuanto la alta incidencia de la clase esquelética I y II .

Con respecto a las relaciones que existe entre la clase esquelética y los espacios articulares, es importante mencionar que el resultado del estudio nos arrojó una baja o casi nula relación que existe entre las 2 variables donde solo dos articulaciones ingresó dentro de los parámetros óptimos y éstas articulación correspondieron a una paciente clase II esquelética y la otra a una clase III esquelética, las demás articulaciones no ingresaron dentro de estos parámetros y se encontraron distribuidas indistintamente en las clases esqueléticas, con estos resultados podemos determinar que no existe relación entre los espacios articulares y la clase esquelética, afirmación que concuerda con los estudios realizados por (Guerrero,2021.), donde menciona que

no existe diferencia estadística significativa en la posición condilar tampoco en el espacio interarticular en pacientes sintomáticos y asintomáticos de ATM. De igual manera en los estudios realizados por (Rivero, et al,2021.) quien menciona que no todas las comparaciones entre las mediciones fueron estadísticamente significativas, estos datos respaldaron esta conclusión donde los grupos de maloclusión de clase II/1 y clase III tienen un cóndilo posicionado más anteriormente lo que concuerda con nuestros resultados donde el espacio articular anterior fue el que más variaciones presento, encontrándose con mucha frecuencia en una posición más anterior en los pacientes clase II, al igual que el estudio realizado por (Arieta, et al. 2013) donde concluye que se identificaron algunas diferencias espaciales en la posición condilar dentro de la fosa glenoidea entre las maloclusiones esqueléticas de clase I, clase II y clase III.

Conclusiones

La clase esquelética que predominante en el presente estudio es la clase II, y una baja incidencia de la clase III esquelética, se recomienda aumentar el número de muestra para futuras investigaciones y así consolidar la información presentada.

Las mujeres presentan un espacio articular superior (SS) más corto que los hombres, y este aspecto podría ser un factor de riesgo para la presencia de desórdenes en la ATM.

En cuanto a los espacios articulares medidos en tomografía CBCT debemos mencionar que puede ser un método alternativo de diagnóstico con alta sensibilidad para determinar una posible distracción discal, tomando en cuenta la baja incidencia de espacios articulares óptimos encontrados en este estudio, podemos concluir que existe un porcentaje elevado de trastornos temporomandibulares que no siempre se presentaran con sintomatología.

Finalmente podemos concluir que no existe relación entre la clase esquelética y los espacios articulares ya que su valor estadístico es muy cercano a 0, es por esta razón que se sugiere aumentar el número de muestras para cada clase esquelética obteniendo una investigación más equilibrada para cada clase esquelética y su relación con los espacios articulares.

Referencias

- Arieta-Miranda JM, Silva-Valencia M, Flores-Mir C, Paredes-Sampen NA, Arriola-Guillen LE. Spatial analysis of condyle position according to sagittal skeletal relationship, assessed by cone beam computed tomography. *Prog Orthod*. 2013 Oct 18;14:36. doi: 10.1186/2196-1042-14-36. PMID: 24325842; PMCID: PMC4384926.
- Alqhtani NR, Alkhalidi MS, Alanazi AF, Alabdulsalam AS, Alenazi A, Zaman MU, Alzahrani A, Alshadwi A, Rafedah AA, AlOtaibi M. Temporomandibular Joint Space Dimensions among Saudi Patients with Temporomandibular Disorders: MRI-Based Retrospective Study. *Int J Clin Pract*. 2022 Aug 2;2022:5846255. doi: 10.1155/2022/5846255. PMID: 35989869; PMCID: PMC9363928.
- Condori Quispe, W. W. (2024). Maloclusiones dentales y esqueléticas en adolescentes de una institución educativa pública. *Revista Odontológica Basadrina*, 8(1).
- Guerrero Aguilar, Andrea, Flores Araque, María Elena, Flores Carrera, Eduardo, & Velásquez Ron, Byron. (2021). Posición condilar y espacio articular temporomandibular valorado con tomografía Cone beam. *Odontología Vital*, (35), 6-16. Recuperado el 27 de febrero de 2024, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752021000200006&lng=en&tlng=es.
- Das K, Kour J, Priya B, Mishra S, Das P, Priya S, Gupta S. Volumetric Comparison of the Temporomandibular Joint Space in Skeletal Class I and II Patients Using Cone-Beam Computed Tomography: A Cross-Sectional Study. *Cureus*. 2024 Dec 12;16(12):e75597. doi: 10.7759/cureus.75597. PMID: 39803097; PMCID: PMC11724699.

- Hernández-Silva JA, Rodríguez-Manjarrés C. Evaluación de la posición condilar y de las vías aéreas en niños con mordida cruzada posterior unilateral antes y después de tratamiento con ferula de expansión. Parte 1. *Revista Nacional de Odontología*. (2021); 17(1), 1-23. doi: <https://doi.org/10.16925/2357-4607.2021.01.07> 19;14(9):e29314. doi: 10.7759/cureus.29314. PMID: 36277551; PMCID: PMC9579904.
- Ikeda K, Kawamura A. Disc displacement and changes in condylar position. *Dentomaxillofac Radiol* (2009).
- Jie Lei, Mu-Qing Liu, Adrian U. Jin Yap, Kai-Yuan Fu, Condylar subchondral formation o cortical bone in adolescents and young adults, *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, Volume 51, Issue 1, 2013, Pages 63-68, ISSN 0266-4356.
- Jedynak B, Jaworska-Zaremba M, Grzechocińska B, Chmurska M, Janicka J, Kostrzewa-Janicka J. TMD in Females with Menstrual Disorders. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(14).
- Lévano Loayza, Sandro Alexander, & Sovero Gaspar, Abell Temistocles. (2020). Evaluación anatómica de la articulación temporomandibular mediante resonancia magnética. Artículo de revisión. *Revista Estomatológica Herediana*, 30(4), 285-293. <https://dx.doi.org/10.20453/reh.v30i4.3882>
- Lövgren A, Vallin S, Häggman-Henrikson B, et al. Women are worse off in developing and recovering from temporomandibular disorder symptoms. *Sci Rep* 2025;15(1):4732.
- López-Ramírez, José Carlos, García-Cortes, José Obed, Sánchez-Meraz, Wulfrano, Oliva-Rodríguez, Ricardo, Gutiérrez-Cantú, Francisco Javier, & Cárdenas, Jairo Mariel. (2021).

- Análisis Morfológico del Cóndilo Mandibular por Tomografía Computarizada de Haz Cónico en Relación al Sexo en Población Mexicana. *International Journal of Morphology*, 39(5), 1420-1428. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022021000501420>
- Paknahad M, Shahidi S, Abbaszade H. Correlation between condylar position and different sagittal skeletal facial types. *J Orofac Orthop*. 2016 Sep;77(5):350-6. English. doi: 10.1007/s00056-016-0039-z. Epub 2016 Jun 29. PMID: 27357584.
- Rivero-Millán P, Barrera-Mora JM, Espinar-Escalona E, González-Del Pino CA, Martín-Salvador D, Llamas-Carreras JM. Comparison of condylar position in normal occlusion, Class II Division 1, Class II Division 2 and Class III malocclusions using CBCT imaging. *J Clin Exp Dent*. 2021 Dec 1;13(12):e1216-e1226. doi: 10.4317/jced.58970. PMID: 34987714; PMCID: PMC8715563.R
- Ricketts RM: Diversas afecciones de la articulación temporomandibular reveladas mediante laminagrafía cefalométrica. *Angle Orthod* 1950, 22
- Seval Bayrak, Siddika Halıcıoğlu, Gülcan Kose, Koray Halıcıoğlu, Evaluation of the relationship between mandibular condyle cortication and chronologic age with cone beam computed tomography, *Journal of Forensic and Legal Medicine*, Volume 55, 2018, Pages 39-44, ISSN 1752-928X,
- Tomasello G, Sorce A, Mazzola M, Barone R, Lo Piccolo C, Farina F, Zummo G, Carini F. Comparative analysis of the structure of temporomandibular joint in human and rabbit. *Acta Biomed*. 2016 Jan 16;87(3):282-285. PMID: 28112695; PMCID: PMC10521880.

Tariq QUA, Jan A. Condylar Size and Position, Comparison among Different Sagittal Skeletal Relationships: A CBCT Study. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2023 May;33(5):509-515. doi: 10.29271/jcpsp.2023.05.509. PMID: 37190683.

Wadhokar OC, Patil DS. Current Trends in the Management of Temporomandibular Joint Dysfunction: A Review. *Cureus*. 2022 Sep

Yu W, Jeon HH, Kim S, Dayo A, Mupparapu M, Boucher NS. Correlation between TMJ Space Alteration and Disc Displacement: A Retrospective CBCT and MRI Study. *Diagnostics (Basel)*. 2023 Dec 25;14(1):44. doi: 10.3390/diagnostics14010044. PMID: 38201353; PMCID: PMC10802894.