

# RELACIÓN ENTRE LOS VECTORES DE CRECIMIENTO MANDIBULAR ANTEROPOSTERIOR Y VERTICAL CON TALLA Y PESO EN NIÑOS ENTRE DOS Y CUATRO AÑOS USANDO LA PAQUIMETRÍA OROFACIAL

*Relationship between mandibular growth vectors anteroposterior and vertical size and weight in children between two and four years using orofacial pachymetry.*

Heriberto J. Rangel N.<sup>1</sup>; Mabel Xiomara Mogollón Tolosa<sup>2</sup>; Carlos A. Mantilla Duarte<sup>3</sup>; Francisco J. Albarracín S;<sup>4</sup> Eliana Elizabeth Rivera Capacho<sup>1</sup>.

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** El patrón de crecimiento de la mandíbula puede simplificarse en tres vectores de aposición, el primero en sentido anteroposterior desde la rama y hacia la gnatio; el segundo en dirección vertical sobre el ángulo descrito entre la rama y el cuerpo de la mandíbula; y el tercero en sentido horizontal sobre los depósitos alveolares. **MÉTODOS:** La población correspondió a 208 niños de la ciudad de Cúcuta entre 2 y 4 años. Los datos se analizaron usando una matriz de correlaciones y correlación canónica para las variables de interés. **RESULTADOS:** Se encontró relación estadística positiva para los vectores de crecimiento mandibular de rama, base y largo con Índice de Masa Corporal y Edad. **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN:** Existe una relación significativa entre los valores de IMC y edad con los fenómenos de crecimiento mandibular, a partir de estos hallazgos es posible adelantar estudios para la valoración de la maloclusión anteroposterior con las medidas antropométricas de crecimiento mandibular, y, replantear los algoritmos de evaluación diagnóstica para las funciones orofaciales por efecto de la inclusión del IMC. **CONCLUSIÓN:** Las medidas antropométricas planteadas por el estudio son sensibles al fenómeno de crecimiento, particularmente a la Edad y al IMC, este evento abre la posibilidad de su uso en la evaluación de las maloclusiones anteroposteriores.

**PALABRAS CLAVES:** Vectores de crecimiento mandibular, Índice de Masa Corporal, Maloclusión.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The growth pattern of the mandible can be simplified into three vectors apposition, the first anteroposterior direction from the branch and to the gnatio; the second in the vertical direction on the angle described between the branch and the body of the mandible; and third horizontally on alveolar deposits. **METHODS:** The population of study was applied to 208 children between 2 and 4 years old from Cucuta citie. The statistical analysis performed was correlation matrix, and cnonican correlation. **RESULTS:** Positive statistical relationship for mandibular growth vectors of branch, long and base with Body Mass Index and Age was found. **ANALYSIS AND**

1. Fonoaudiólogo. Especialista en Pedagogía Universitaria. Magíster en Educación. Docente Universidad de Pamplona.
2. Fonoaudióloga. Especialista en Salud Ocupacional.
3. Economista. Especialista en Estadística.
4. Estudiante de Fonoaudiología. Universidad de Pamplona.

**DISCUSSION:** There is a significant relationship between BMI values and age with the mandibular growth phenomena, from these findings is possible to propose studies for evaluation of anteroposterior malocclusion with mandibular growth anthropometrics measures, and rethinking the diagnostic evaluation algorithms for orofacial functions because the inclusion of BMI as diagnosis index. **CONCLUSION:** Anthropometric measures proposed by the study are sensitive to the phenomenon of growth, particularly age and BMI, this event opens up the possibility of its use in the evaluation of anteroposterior malocclusion.

**KEY WORDS:** Mandibular growth vectors, Body Mass Index, Malocclusion

## INTRODUCCIÓN

El uso de los términos de crecimiento, desarrollo y maduración pueden llevar a confusiones semánticas en razón a su aplicación cotidiana como equivalentes, sin embargo, cada término se refiere a conceptos propios, pero relacionados entre sí sin llegar a ser sinónimos; dentro de este trabajo, estas categorías, deben interpretarse como sigue:

1. Crecimiento: aumento del tamaño de los órganos y tejidos asociado a hiperplasia en el número de células y al incremento del volumen del cuerpo citoplasmático y de la matriz extracelular.<sup>(1)</sup>
2. Desarrollo: cambios unidireccionales desencadenados por los procesos de crecimiento cualitativos y cuantitativos de carácter irreversible, a saber; migración de células para la constitución de tejidos más especializados.<sup>(1)</sup>
3. Maduración: resultado de la integración entre los procesos de crecimiento y de desarrollo.<sup>(2)</sup>

La Figura 1, resume estos conceptos y da cuenta de su relación funcional a partir de la integración morfológica y fisiológica. Sin embargo, el uso y el significado de estos descriptores varía de acuerdo al campo científico que lo emplee, sin menoscabo o mutua exclusión<sup>(1) (2) (3) (4)</sup>.



Figura 1. Interrelación entre crecimiento, desarrollo y maduración.

Fuente: Justino da Silva H, Andrade da Cunha D. El Sistema estomatognático: anatomofisiología e desarrollo. São José dos Campos: Pulso; 2013. (Adaptación de Rangel y Albarracín).

Verbigracia de estas relaciones, los cambios anatómicos agenciados sobre las proporciones corporales como resultado de los procesos de crecimiento y desarrollo, son el punto de partida para introducir el estudio clínico de la región cervico-craneofacial alrededor de la cuantificación de sus variaciones dimensionales y espaciales<sup>(4)</sup>. Ver imagen 1

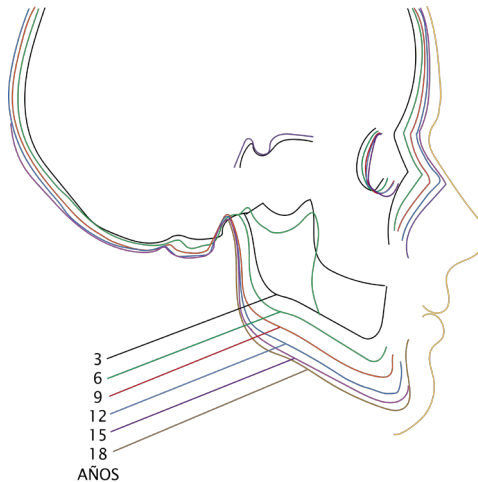


Imagen 1. Patrón de Bolton  
Fuente: Rangel y Albarracín

La preocupación por la maduración como índice de integración morfológica y fisiológica del sistema craneofacial desde la Motricidad Orofacial (MO) no es nueva <sup>(5), (4)</sup>; sin embargo, las estrategias para evaluarle desde este campo son relativamente recientes y están vinculadas a la apropiación de los procedimientos de antropometría <sup>(6), (7)</sup>.

El valor de uso de la Antropometría Orofacial (AO), aún está en estudio <sup>(6), (7), (8), (9)</sup>; en principio por la ausencia de datos poblacionales normativos <sup>(9)</sup>, así como en razón de la escasez de estudios de convergencia técnica, estadística y de uso con otras medidas antropométricas de valoración clínica como talla, peso índice de masa corporal (IMC) <sup>(9)</sup>. No obstante, su incorporación como procedimiento de evaluación de la oclusión y de las adaptaciones funcionales en MO da cuenta de su valor clínico <sup>(8)</sup>.

A la fecha se ha demostrado que la AO tiene relación estadística con las funciones logarítmicas de crecimiento de talla y peso (curva de crecimiento y desarrollo) en menores de cinco años <sup>(9)</sup>, vertical en sentido abajo hacia arriba. Es decir, con el crecimiento de talla por efecto de la convergencia con el aumento de tamaño de la bóveda craneana en sincronía con el aumento de la masa encefálica <sup>(9)</sup>.

No obstante, los vectores de crecimiento del sistema craneofacial se desplazan en otros sentidos, además del vertical; a saber, posteroanterior, anteroposterior y transversal. Esta composición permite explicar porqué no existe relación entre la medida de Tercio Inferior de la AO y la curva de crecimiento y desarrollo <sup>(9)</sup>, toda vez que esta medida está circunscrita al crecimiento mandibular <sup>(7)</sup>, el cual deviene en sentido posteroanterior <sup>(10)</sup>, no de forma vertical

Dentro del sistema cervico-craneal, la mandíbula merece especial atención por su relación con eventos que suceden en su superficie, a saber:

(a) Aposición o deposición corresponde a la adición directa de huesos neofromados a la superficie del hueso existente; y,

(b) Reabsorción o resorción es el proceso contrario al de la aposición, por lo cual, si una región presenta un área de aposición perióstica o endóstica el lado contrario presentara reabsorción.<sup>(4)</sup>

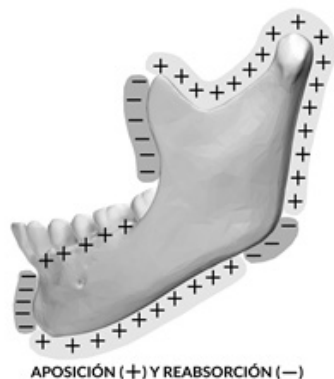


Imagen 3. Aposición y Reabsorción.

Fuente: Rangel y Albarracín

De esta manera la dinámica de crecimiento de la mandíbula está constituido por el incremento del tejido cartilaginoso de la cabeza de la mandíbula, la aposición y la reabsorción a nivel superficial de la rama ascendente y el cuerpo mandibular, a saber; crecimiento de tipo membranoso<sup>(3)</sup>.

De acuerdo con los postulados formulados por Moss, el cóndilo mandibular no es un factor primario ni determinante de crecimiento sino un área de ajuste secundario en el desarrollo de la estructura mandibular<sup>(11)</sup>, la estructura mandibular se alarga hasta igualar el tamaño del maxilar mediante conversión de remodelación a partir de la rama. La mandíbula se desplaza en sentido anterior igual a la maxila y crece de forma simultanea hacia atrás. La tuberosidad lingual crece en dirección posterior por depósitos en su superficie la cual se dirige hacia atrás de manera casi directa. La apófisis coronoide sufre un giro helicoidal por lo que su lado lingual encara tres direcciones simultaneas; posterior, superior y medial<sup>(10)</sup>.

Por lo tanto, los patrones de crecimiento pueden simplificarse en tres vectores de aposición, a saber:

1. Sentido anteroposterior desde la rama y hacia la gnatio, ver imagen 4;

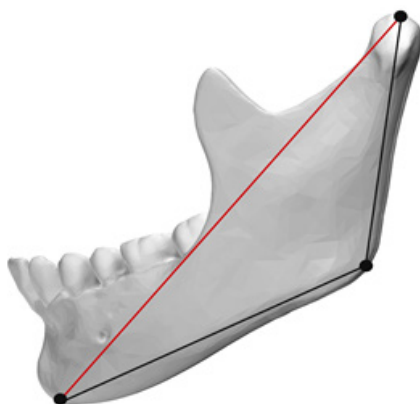


Imagen 4. Largo de la Mandíbula.

Fuente: Rangel y Albarracin.

2. En dirección vertical sobre el ángulo descrito entre la rama y el cuerpo de la mandíbula, ver imagen 5:

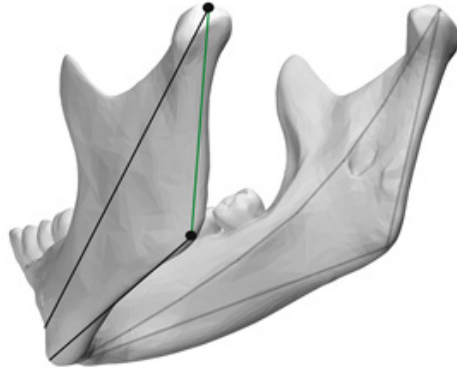


Imagen 5. Alto de la Mandíbula (rama).  
Fuente: Rangel y Albarracin

3. En sentido horizontal sobre los depósitos alveolares, ver imagen 6:

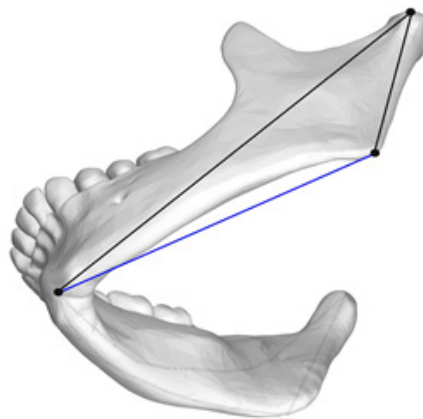


Imagen 6. Base de la Mandíbula (base)  
Fuente: Rangel y Albarracin

Teniendo en cuenta esta descripción, es posible representar un triángulo vectorial inverso al triángulo de Madsen o Método de la Escuadra <sup>(10)</sup>, ver imagen 7 y 8.

El Método de Escuadra fue propuesto por Madsen y Paniagua en 1988 a partir de la relación negativa entre la glabella y el ángulo subnasal <sup>(12)</sup>, el promedio de diferencia perpendicular entre los puntos de referencia reportado fue de -2mm <sup>(12)</sup>, a partir de este hallazgo Madsen y Paniagua descubrieron que el pliegue labiomentoniano coincide perpendicularmente con el ángulo subnasal <sup>(12)</sup>, si bien este descubrimiento supuso una ampliación de las líneas estéticas para la valoración de la armonía labial durante intervención ortodóncica <sup>(13)</sup>, permite por igual la valoración de las relaciones de la posición del maxilar superior con respecto al cráneo y la de la mandíbula en relación con el maxilar superior de forma simultánea.

En las intervenciones de MO el uso del método de la escuadra requiere de la participación de un odontólogo, así como de la presencia de los estudios imagenológicos necesarios para su trazado y análisis <sup>(10)</sup>; aún cuando el método puede desarrollarse a partir del uso de la fotografía <sup>(14)</sup>; esta valoración no hace parte de los procedimientos de rutina para la evaluación en fonoaudiología.

No obstante, el patrón de crecimiento anteroposterior de la mandíbula es una medida de interés para la valoración de la maloclusión <sup>(15), (13), (16)</sup>; toda vez que la relación anteroposterior de estas estructuras sobre el primer molar permite a los clínicos determinar el tipo de oclusión dental <sup>(17)</sup>.

Es claro que existe evidencia estadística que da cuenta de la relación entre las medidas paquimétricas orofaciales y la talla <sup>(9)</sup>, así como recomendaciones para la realización de un protocolo de investigación dirigido a la medición del tercio inferior siguiendo los vectores de crecimiento de mandíbula a fin de valorar su relación con las medidas de talla y peso (9), tal es el horizonte de este estudio; a saber: Evaluar la relación entre los vectores de crecimiento mandibular anteroposterior y vertical con talla y peso en niños entre dos y cuatro años usando la paquimetría orofacial como estrategia para la medición.

## MÉTODOS

El estudio documentado fue de tipo transversal y de naturaleza cuasiexperimental. Los resultados registrados, propenden por la explicación de los fenómenos vectoriales de crecimiento mandibular y sus asociaciones con las variables independientes de Talla y Peso en el grupo poblacional estudiado.

La investigación se desarrolló en la ciudad de Cúcuta, capital del Departamento de Norte de Santander-Colombia Participaron niños y niñas con edades entre los dos y los cuatro años (2, 3, y 4 años) que cumplieron con los criterios de inclusión, a saber:

- a) Niños y niñas cuyas edades estén comprendidas entre los dos y los cuatro años de edad.
- b) Los participantes no deben estar cursando o haber cursado tratamiento ortodóncico.
- c) Los menores debían contar con evaluación de medicina general que dieran cuenta de reporte clínico negativo para:
  - i. Enfermedades neuromusculares
  - ii. Traumatismo de cabeza y cuello
- d) Contar con el formato de consentimiento informado debidamente firmado por los padres y representantes de los participantes.

El universo poblacional correspondió a 250 infantes, de los cuales cumplieron con los requisitos de inclusión 186 distribuidos así; 102 hombres y 84 mujeres, con la siguiente clasificación etárea:

- a) 2 años: 49
- b) 3 años: 40
- c) 4 años: 64

Para cada participante fueron registrados los datos de talla y peso reportados en los registros de seguimiento y control del desarrollo diligenciados por los profesionales de nutrición y dietética del ICBF en cumplimiento de las políticas de cero a siempre del estado colombiano. A partir de este reporte se calculó el IMC a fin de estratificar la población para su análisis.

Se aplicó el protocolo para la colecta de datos de antropometría orofacial propuesto por Rangel y Rivera para medir el patrón de crecimiento de la mandíbula (tercio inferior), ver figura 1.

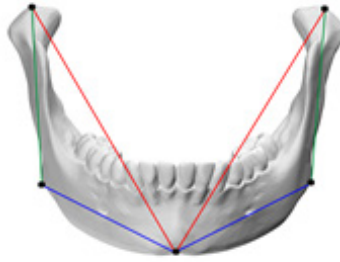


Figura 1. Puntos de referencia para la antropometría mandibular.

Fuente: los autores.

A las medidas de Catonni para la evaluación del tipo y proporción facial, en el segmento del tercio inferior de la cara, se adicionaron tres nuevos puntos de medición craneométricos que obedecen al patrón filogenético de crecimiento óseo por aposición, reabsorción y remodelación de la mandíbula.

1. El primero; en sentido anteroposterior desde la rama de la mandíbula y hacia la gnatio.
2. El segundo, en dirección vertical sobre el ángulo descrito entre; la rama y el cuerpo de la mandíbula.
3. Y el tercero, en sentido horizontal sobre los depósitos alveolares; desde el ángulo de la mandíbula hasta el gnatio.

Las medidas fueron tomadas y registradas tres (3) veces y promediadas para su análisis.

Para el análisis estadístico de los datos, se aplicó una matriz de correlaciones y la correlación canónica.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentaron desde dos direcciones, la primera relacionada al análisis estadístico aplicado a los datos; y la segunda dirigida a documentar la media de las medidas antropométricas obtenidas.

### 1. Análisis estadístico de los datos:

Se realizó un análisis gráfico para las variables independientes, el resultado se observa en la Figura 2. Se aprecia que las variables Índice de Masa Corporal, Talla y Peso presentan un comportamiento asociado a una fuerte correlación (presentan un comportamiento lineal) lo que sugiere que las tres variables están explicando el mismo fenómeno.

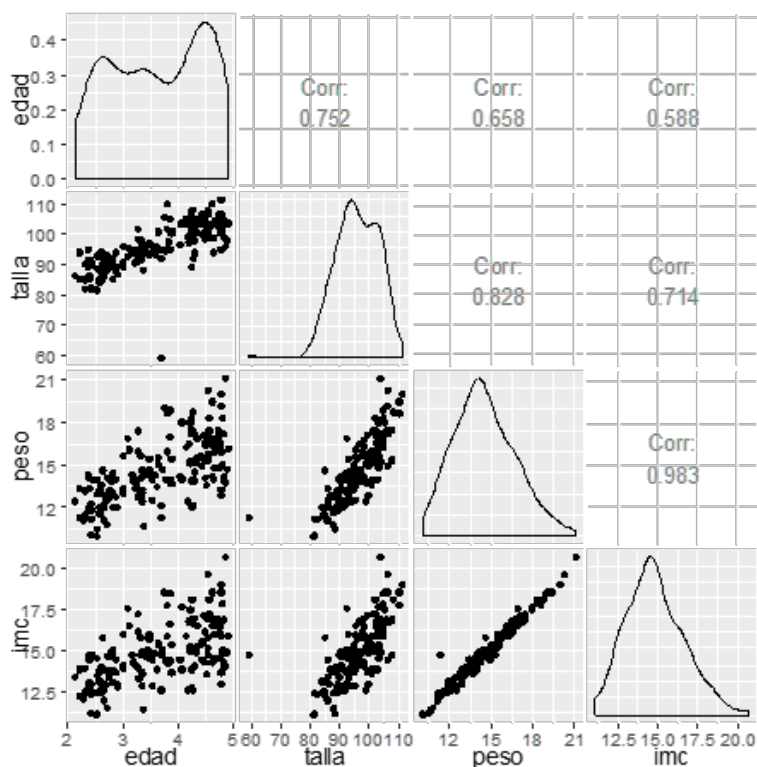


Figura 2. Matriz gráfica de correlaciones variables independientes  
Fuente: los autores

En la diagonal superior de la matriz gráfica de correlaciones es posible observar los valores de dichas medidas: Talla – Peso: 0,828; Peso – IMC: 0,983; Talla – IMC: 0,714. La Tabla TABLA 1 muestra los valores de las correlaciones para las variables independientes habiendo realizado la transformación categórica correspondiente a grupo etario (c.edad) y Clasificación del Índice de Masa Corporal (c.imc).

	sexo	talla	peso	c.edad	c.imc
sexo	1,000000				
talla	-0,128893	1,000000			
peso	-0,132246	0,827824	1,000000		
c.edad	0,695971	0,262530	0,184967	1,000000	
c.imc	0,261002	0,257628	0,375431	0,448624	1,000000

Tabla 1. Matriz de correlaciones variables independientes  
Fuente: los autores

La Figura 3 muestra las correlaciones existentes entre las variables dependientes del estudio. Allí se observan varios comportamientos asociados a correlaciones fuertes.

Se observan, en la diagonal superior de la Figura 2, los siguientes valores a resaltar: mrd – mri = 0,955; mbd – mbi = 0,907; mad – mai = 0,978.



Donde:

*mrd* = Mandibula Rama Derecha;  
*mbd* = Mandibula Base Derecha;  
*mad* = Mandibula Alto Derecho;

*mri* = Mandibula Rama Izquierda;  
*mbi* = Mandibula Base Izquierda  
*mai* = Mandibula Alto Izquierdo

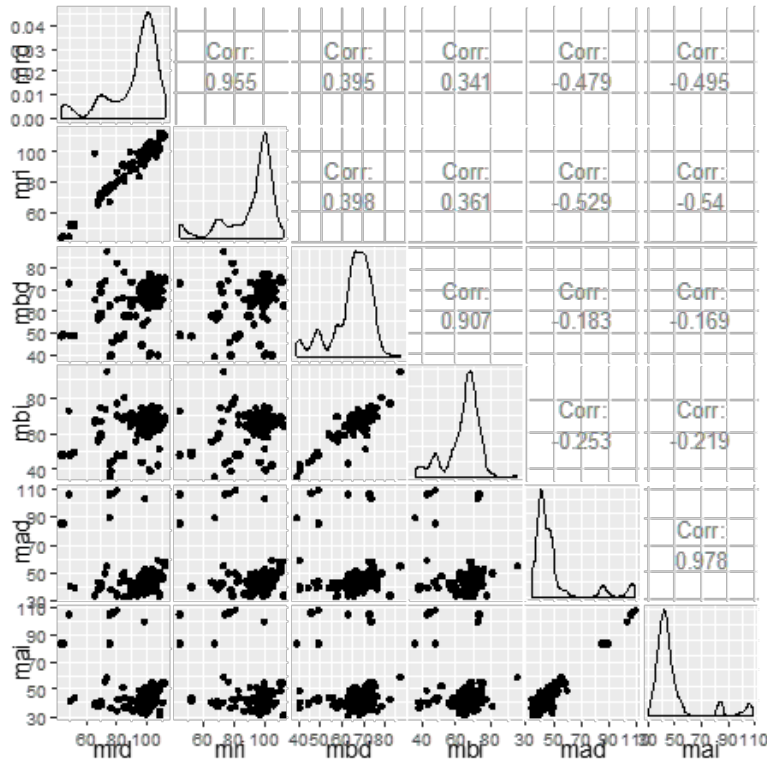


Figura 3. Matriz gráfica de correlaciones variables dependientes.

Fuente: los autores.

La Tabla TABLA 2 presenta los valores correspondientes para la correlación de las variables dependientes (medidas mandibulares).

	mrd	mri	mbd	mbi	mad	mai
mrd	1,000000					
mri	0,954895	1,000000				
mbd	0,395402	0,397989	1,000000			
mbi	0,340582	0,361266	0,906878	1,000000		
mad	-0,479339	-0,529287	-0,182678	-0,253144	1,000000	
mai	-0,494562	-0,540028	-0,169030	-0,219385	0,977631	1,000000

Tabla 2. Matriz de correlaciones variables dependientes

Fuente: los autores

La Tabla TABLA 3 presenta la matriz completa de correlaciones. Individualmente, no se observan correlaciones que puedan considerarse significativas.

	sexo	talla	peso	c.edad	c.imc	mrd	mri	mbd	mbi	mad	mai
sexo		-0,129	-0,132	0,696	0,261	0,018	0,006	0,003	-0,020	0,028	0,022
talla	-0,129		0,828	0,263	0,258	0,145	0,170	0,117	0,144	-0,070	-0,072
peso	-0,132	0,828		0,185	0,375	0,095	0,119	0,122	0,140	-0,062	-0,071
c.edad	0,696	0,263	0,185		0,449	0,050	0,057	0,004	0,027	-0,018	-0,017
c.imc	0,261	0,258	0,375	0,449		0,160	0,145	0,089	0,055	-0,036	-0,044
mrd	0,018	0,145	0,095	0,050	0,160		0,955	0,395	0,341	-0,479	-0,495
mri	0,006	0,170	0,119	0,057	0,145	0,955		0,398	0,361	-0,529	-0,540
mbd	0,003	0,117	0,122	0,004	0,089	0,395	0,398		0,907	-0,183	-0,169
mbi	-0,020	0,144	0,140	0,027	0,055	0,341	0,361	0,907		-0,253	-0,219
mad	0,028	-0,070	-0,062	-0,018	-0,036	-0,479	-0,529	-0,183	-0,253		0,978
mai	0,022	-0,072	-0,071	-0,017	-0,044	-0,495	-0,540	-0,169	-0,219	0,978	

Tabla 3. Matriz de correlaciones.  
Fuente: los autores

Un forma simple de analizar la existencia de correlaciones fuertes o débiles es el análisis espectral. La Figura 4 muestra el espectro gráfico de correlaciones. Los colores cálidos indican correlaciones fuertes positivas; los colores fríos representan correlaciones inversas fuertes y los colores de matices medias representan correlaciones simples débiles. Se observa que la matriz de correlaciones cruzadas no presenta colores cálidos ni fríos, lo que implica presencia de correlaciones débiles entre las variables.

Como se aprecian correlaciones fuertes intra-grupales (las variables dependientes muestran fuerte correlación entre sí, lo mismo ocurre con las independientes pero no se observa esto en la relación variable dependientes - variable independiente) es necesario implementar técnicas de análisis multivariado que permita realizar el análisis grupalmente.

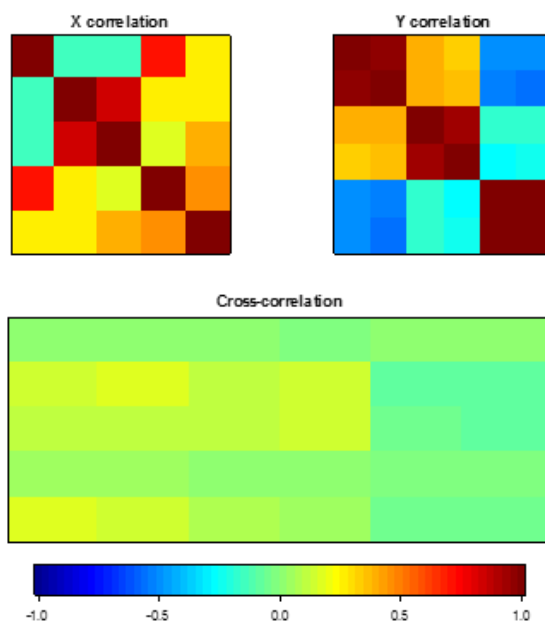


Figura 4. Espectro gráfico de correlaciones

210 Fuente: los autores

Se realizó Análisis de Correlación Canónica (ACC). El objeto de este análisis es identificar en un espacio de dos o tres dimensiones las relaciones existentes entre las variables dependientes y las variables independientes. El ACC es una generalización del análisis de regresión múltiple <sup>(18)</sup>. Consiste en determinar la correlación existente entre una combinación lineal de un conjunto de variables y una combinación lineal de otro conjunto de variables <sup>(19)</sup>.

El ACC es un procedimiento geométrico - algebraico que deriva de técnicas estadísticas por lo que la no normalidad de los datos no representa problema alguno para el análisis.

Si se tiene una muestra de  $N$  observaciones  $x_1, x_2, \dots, x_N$  cada una de  $p_1 + p_2$  variables,  $(x_{(1)} / x_{(2)})$  puede ser agrupada en una matriz de observaciones  $(p_1 + p_2) \times N$  <sup>(18)</sup>

$$x = \begin{pmatrix} x_{11}^{(1)} & \dots & x_{1N}^{(1)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{p_1 1}^{(1)} & \dots & x_{p_1 N}^{(1)} \\ x_{11}^{(2)} & \dots & x_{1N}^{(2)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{p_2 1}^{(2)} & \dots & x_{p_2 N}^{(2)} \end{pmatrix} = (x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_N) \quad (1)$$

Que posee un vector de medias muestrales de la forma:

$$\bar{x} = \begin{pmatrix} \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_j^{(1)} \\ \vdots \\ \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_j^{(2)} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Y como matriz de covarianzas:

$$S = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Existen dos combinaciones lineales  $\hat{U}$  y  $\hat{V}$  tales que:

$$\hat{U} = \hat{a}'x^{(1)} \quad (4)$$

$$\hat{V} = \hat{b}'x^{(2)} \quad (5)$$

Que poseen una correlación de la forma:

$$r_{\hat{U}\hat{V}} = \frac{\hat{a}'S_{12}\hat{b}}{[\hat{a}'S_{11}\hat{a}]^{1/2}[\hat{b}'S_{22}\hat{b}]^{1/2}} \quad (6)$$

Los grados de correlación encontrados permitirán explicar cómo se relacionan las variables en las correspondientes dimensiones.

Se ha descompuesto el análisis de las variables en conjunto mediante 5 dimensiones. La Tabla TABLA 4 muestra los valores correspondientes a la variabilidad explicada mediante cada dimensión. El total de 5 dimensiones representa el 97,39% de la varianza total de los datos. Por simplicidad gráfica, se pueden seleccionar dos dimensiones, con lo cual es posible explicar el 86,81% de la

varianza total observada en todo el conjunto de datos (11 variables, 172 individuos)<sup>5</sup>. Por lo anterior, se opta por emplear las dos primeras dimensiones.

Dim.	Value	Percentage	P.Cum.
1	0,027956	75,75%	75,75%
2	0,004082	11,06%	86,81%
3	0,002596	7,03%	93,84%
4	0,000975	2,64%	96,48%
5	0,000336	0,91%	97,39%

Tabla 4. Varianza acumulada por dimensión

Fuente: los autores

Las varianzas observadas entre el conjunto de variables dependientes y el conjunto de variables independientes se presentan en la Tabla TABLA 5. Se puede apreciar que en la primera dimensión, la varianza observada es 0,2428 y en la segunda dimensión 0,2061. Las varianzas de las demás dimensiones no son tomadas en cuenta debido a su dificultad de representación gráfica.

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]
[1,]	0,24279121				
[2,]		0,20605116			
[3,]			0,13632301		
[4,]				0,03349152	
[5,]					0,02786935

Tabla 5. Matriz de correlaciones canónicas

Fuente: los autores

La Figura 5 muestra la representación gráfica de las correlaciones canónicas en cada una de las dimensiones posibles. La evidencia sugiere que es posible emplear tres dimensiones. Sin embargo, la tercera dimensión sólo representa el 7% de la varianza total (ver Tabla TABLA 4).

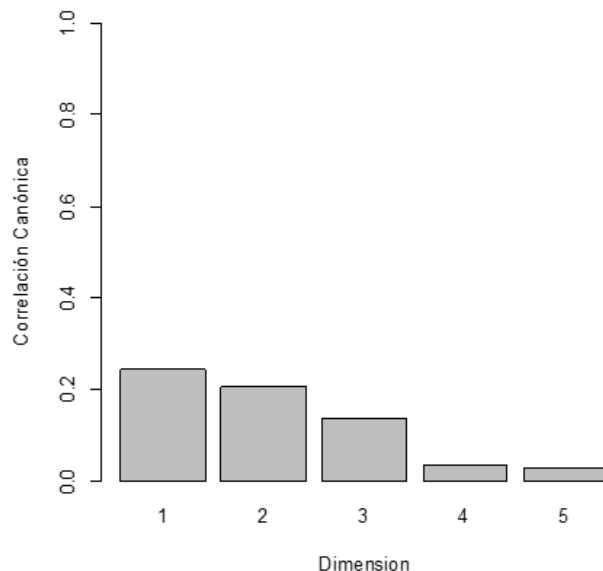


Figura 5. Valores propios de las correlaciones canónicas

Fuente: los autores

212 5. Para explicar el 100% de la varianza total de los datos se requieren p-1 dimensiones, donde p representa el número total de variables.

Las Tablas TABLA 6 y TABLA 7 muestran los respectivos coeficientes canónicos. Allí es posible observar la influencia que tiene cada variable sobre la relación entre los grupos. Como se ha definido, se tomarán en cuenta sólo las dos primeras dimensiones:

En la primera dimensión ( $r_{[1,1]} = 0,24279121$ ) se observa que, de las variables independientes, las que mayor aporte hacen son Edad (edad), Índice de Masa Corporal (c.imc) y Sexo (sexo). Es decir, estas variables son las que más definen las medidas observadas en las variables dependientes. Por su parte, las variables Talla (talla) y Peso (peso) son factores que pueden excluirse del análisis una vez se haya decidido incluir las tres primeras mencionadas.

De otro lado, la Talla (talla) es el factor menos influyente en la segunda dimensión ( $r_{[2,2]} = 0,20605116$ ), seguida de Peso (peso) lo que implica, nuevamente, que es suficiente con emplear las variables Sexo, Edad e Índice de Masa Corporal para el análisis.

\$xcoef	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]
sexo	-1,1653198	1,08925007	-1,3725428	1,9837476	-1,18825385
talla	-0,1611914	-0,06722073	0,1127057	0,1543700	0,03720529
peso	0,3667412	-0,11437932	-0,7128091	-0,2856453	-0,11247447
c.edad	1,1277974	-0,93912922	0,8895799	-1,0647813	-0,69251473
c.imc	-2,1578431	0,91391114	0,3765072	-1,2794219	0,32468377

Tabla 6. Matriz de coeficientes canónicos para variables independientes  
Fuente: los autores

La Figura 6 muestra la representación gráfica en dos dimensiones del comportamiento de las variables (panel izquierdo) y los individuos (panel derecho). Se observan algunos valores atípicos en los individuos (observaciones 137, 184, 185, 186, 187 Y 188) que pueden representar medidas fuera del rango esperado a partir de los factores Índice de Masa Corporal, Edad, Sexo.

En el Panel Izquierdo se aprecia cómo las variables se agrupan todas al lado negativo del eje horizontal. Esto ocurre porque, de alguna manera, todas las variables aportan información que permite analizar el comportamiento de las medidas mandibulares.

En el eje vertical, las variables c.edad, c.imc y sexo se ubican cerca al punto cero, mientras las variables talla y peso se alejan del mismo, lo que implica que no es necesario registrar todas las variables para el análisis pues basta con el registro de un solo grupo de éstas.

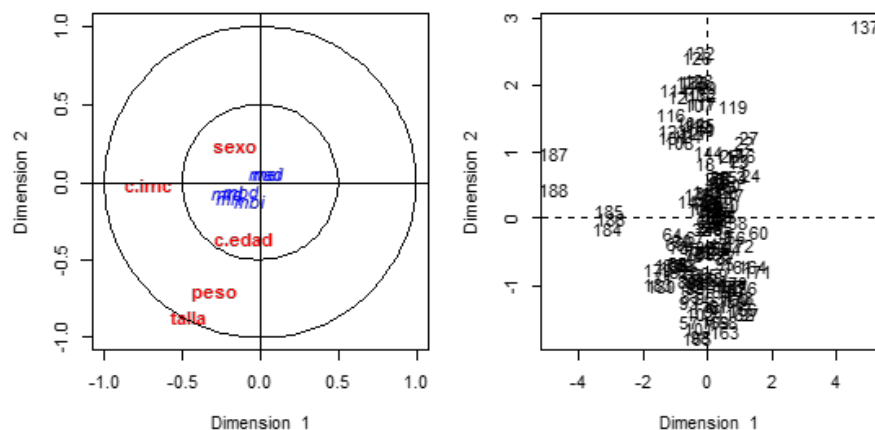


Figura 6. Representación gráfica de correlaciones canónicas  
Fuente: los autores

La Tabla TABLA 7 muestra la matriz de coeficientes canónicos para las variables dependientes. En la primera dimensión se observa que las variables Mandíbula Rama Derecha (mrd), Mandíbula Base Derecha (mbd) y Mandíbula Base Izquierda (mbi) son las variables que más aportan al análisis de comportamiento de las medidas mandibulares. En la segunda dimensión, las variables que más aportan al comportamiento de las medidas mandibulares son Mandíbula Rama Izquierda (mri), Mandíbula Base Derecha (mbd) y Mandíbula Base Izquierda (mbi).

\$ycoef	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]
mrd	-0,059768	0,087030	0,062130	-0,102544	-0,023610
mri	0,003519	-0,111573	-0,023388	0,110462	0,000329
mbd	-0,086233	0,160341	-0,125286	0,075122	0,119833
mbi	0,071021	-0,187954	0,040208	-0,057249	-0,085972
mad	-0,007029	-0,033848	-0,159906	-0,068355	-0,217752
mai	-0,008990	0,025772	0,177391	0,120224	0,181392

Tabla 7. Matriz de coeficientes canónicos para variables dependientes

Fuente: los autores

La Figura 7 representa la interacción en dos dimensiones del conjunto total de variables. Se observa como las variables arriba mencionadas se concentran en la nube de datos correspondiente a los individuos que presentan medidas mandibulares dentro del rango esperado. Esto explica porque las distancias entre estos sujetos muestrales se ordenan alrededor del punto de intersección de los ejes (punto [0;0] o centroide).

El grupo de individuos que se separa de la nube de datos es el que llama la atención. Existe un conjunto de sujetos muestrales que se alejan del centroide y las variables Mandíbula Angulo Izquierdo (mai) y Mandíbula Angulo Derecho (mad) son las que representan los rasgos atípicos de estas observaciones.

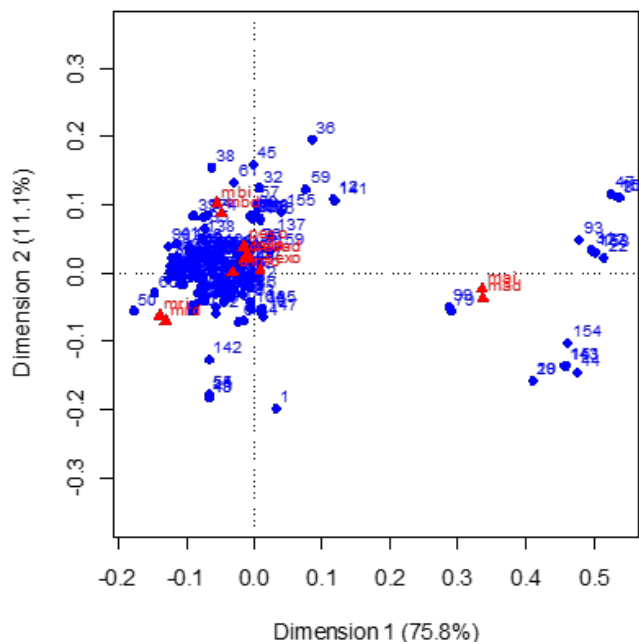


Figura 7. Interacción variables dependientes - variables independientes

214 Fuente: los autores

## 2. Media de las medidas antropométricas obtenidas

Las medias obtenidas por edad para el género masculino están registradas en la Tabla 8; a saber:

Edad	mrd	mri	mad	mai	mbd	mbi
2	44,27	43,65	65,84	65,75	97,21	99,34
3	41,28	40,23	60,77	64,91	80,55	80,07
4	41,75	43,57	68,75	67,62	100,07	100,58

Tabla 8. Medias antropométricas por edad para el género masculino en milímetros.

Fuente: los autores

La progresión gráfica de los vectores de crecimiento está documentada en la FIGURA 7

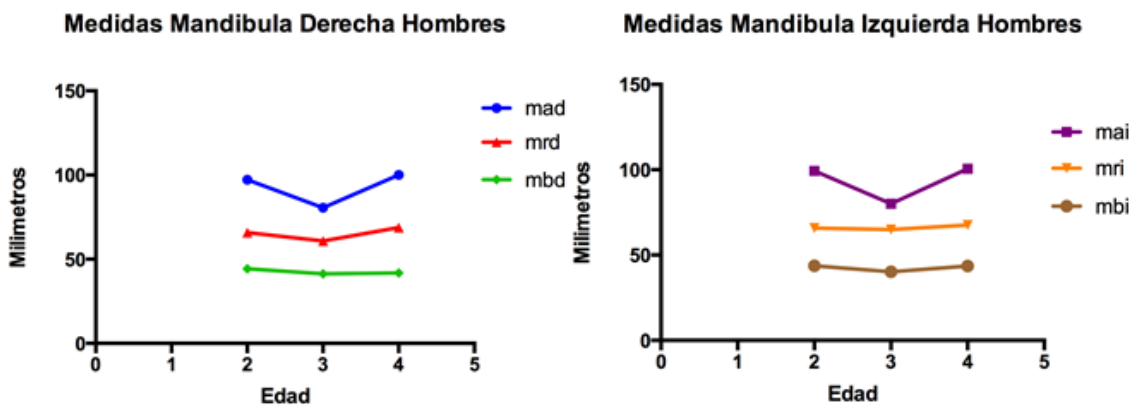


Figura 8. Progresión de los vectores de crecimiento mandibular hombres

Fuente: los autores

Las medias obtenidas por edad para el género masculino están registradas en la Tabla 9; a saber:

Edad	mrd	mri	mad	mai	mbd	mbi
2	46,05	45,16	99,05	97,46	69,28	65,66
3	56,66	56,19	78,00	77,02	57,52	56,72
4	45,56	45,47	98,00	98,56	67,59	67,03

Tabla 9. Medias antropométricas por edad para el género femenino en milímetros.

Fuente: los autores

La progresión gráfica de los vectores de crecimiento está documentada en la FIGURA 8

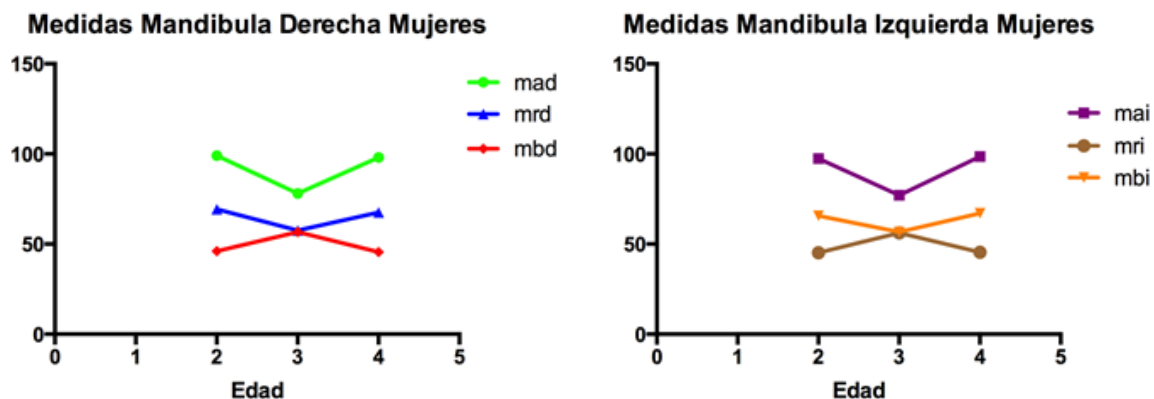


Figura 9. Progresión de los vectores de crecimiento mandibular mujeres.  
Fuente: los autores

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

A partir de los datos cuantificados y los resultados de los estudios estadísticos, es claro indicar la existencia de una relación entre los valores de Índice de Masa Corporal (IMC) y edad con los fenómenos de crecimiento mandibular, esta aseveración coincide parcialmente con los estudios desarrollados por Rangel y Rivera quienes hallaron una asociación positiva entre talla y peso con los vectores de crecimiento craneoencefálico de orientación vertical<sup>(7), (9)</sup>. Los resultados de este estudio en cambio dirigen la atención sobre la asociación entre imc y vectores de crecimiento anteroposteriores.

La correlación canónica muestra que las medidas de largo de mandíbula, denominadas dentro del estudio como ángulo, por efecto de su relación con la técnica de medición de el triángulo de Madsen<sup>(10), (12), (14)</sup> ubicada desde la articulación temporomandibular hasta la gnatio, permiten explicar el vector de crecimiento anteroposterior desde el condilo y hacia la gnatio<sup>(3)</sup>. Este evento puede indicar una alternativa para la valoración de las maloclusiones anteroposteriores en oposición a las medidas actuales de overjet y overbite<sup>(8)</sup>, sin embargo, se requieren estudios clínicos más amplios para evaluar a fondo esta posibilidad.

Relacionar los vectores de crecimiento de la mandíbula descritos en esta investigación con la valoración y la clasificación de la oclusión esquelética, guarda estrecha relación con el análisis de Madsen descrito ampliamente por Viachini y Montenegro<sup>(6)</sup>, no obstante, su aplicación clínica demanda estudios comparativos de sensibilidad que puedan demostrar esta hipótesis.

Con lo que respecta a la relación estadística que existe entre las medidas de crecimiento mandibular y el IMC<sup>(20)</sup>, debe discutirse el algoritmo para la intervención de los desórdenes orofaciales que producen disturbios en las funciones estomatognáticas, particularmente de cara a su diagnóstico durante los primeros 12 años de vida<sup>(2)</sup>, toda vez que la etiología de las alteraciones podría tener su origen en el estado nutricional.

Es claro que un correcto estado nutricional proporciona el sustrato idóneo para un adecuado crecimiento, desarrollo y maduración del complejo cervico-craneofacial y del mismo modo, la medición del patrón de crecimiento de la mandíbula puede ofrecer información acerca del estado de estos procesos en los sujetos que asisten a la consulta fonoaudiológica, en este caso, a partir de los datos del crecimiento de las estructuras del vicerocráneo los pacientes que refieren alteraciones de crecimiento asociados con un IMC por debajo de los esperado deben ser remitidos al servicio de



atención primaria para la programación de la conducta terapéutica a seguir previa a la intervención de los desórdenes miofuncionales. No obstante, este tipo de procedimientos requiera de estudios exploratorios posteriores, para su validación.

Empero, el comportamiento de los vectores de crecimiento mandibular evaluados en mujeres muestra (Figura 8), muestra que a pesar de la asociación entre edad y crecimiento los efectos del IMC podrían tener mayor relevancia clínica, pues a la edad de 3 años se encontró un aumento significativo del tamaño en la base de la mandíbula, atribuible al mejor estado nutricional asociado al IMC en este segmento de la población.

La necesidad de adelantar estudios dirigidos a evaluar la sensibilidad y especificidad de la medición de los vectores de crecimiento de la mandíbula responden a la necesidad de la creación de instrumentos capaces de proporcionar datos que cuantifiquen realmente la magnitud de las lesiones y lo suficientemente objetivos para descartar alteraciones reales en los patrones de crecimiento ralentizados o influenciados por otros factores que se alejan de los modelos de crecimiento filogenéticos del sistema craneofacial como los asociados a las funciones dinámicas y adaptativas del sistema estomatognático. Susanibar <sup>(4)</sup>, indica que estas funciones determinan patrones de crecimiento, adaptación y remodelación que producen cambios en las proporciones, dimensiones y espacios óseos de las estructuras faciales que ajustan mecanismos particulares de crecimiento, es por esta razón que la discusión confluye en el mismo punto de análisis de las consideraciones anteriores: desarrollar pruebas de sensibilidad que den cuenta de las consideraciones de estos postulados, de modo que se abarquen todas las variables capaces de acelerar, ralentizar, modificar y alterar el patrón de crecimiento facial y la estabilidad de las funciones orofaciales.

## CONCLUSIONES

- Las medidas propuestas para documentar el crecimiento de los vectores mandibulares; a saber: Rama mandibular, Base mandibular y Largo (ángulo) de la mandíbula, mostraron relación con los cambios fisiológicos de edad e Índice de Masa Corporal.
- La relación de las medidas mandibulares propuestas permite su uso en protocolo de investigación de antropometría orofacial dirigidos a la evaluación del crecimiento.
- La medición de los vectores de crecimiento de la mandíbula permiten orientar la conducta terapéutica previa a la intervención de los desórdenes orofaciales.
- El análisis del patrón de crecimiento mandibular y la relación de esta con el maxilar superior y con el resto del cráneo a partir de la antropometría orofacial podría ser usado en el estudio de las maloclusiones
- Es necesario adelantar pruebas de sensibilidad y especificidad para evaluar el uso de las medidas de antropometría mandibular como medida diagnóstica de maloclusiones anteroposteriores.

## TRABAJOS CITADOS

1. Palomino Montenegro H. Crecimiento y desarrollo craneofacial posnatal. In Palomino Montenegro H, Villanueva Bianchini P. Motricidad orofacial: fundamentos anatomofisiológicos y evolutivos para la evaluación clínica. Santiago de Chile: Universitaria; 2011.

2. Figueroa de Quintero O. Conceptos básicos de crecimiento y maduración física. *Vitae*. 2012 Apr-Jun;(50).
3. Enlow D. Crecimiento Maxilofacial. 3rd ed. Mexico DF: Interamericana McGraw-Hill; 1992.
4. Da Silva HJ, Andrade da Cunha D. El sistema estomatognático: anatomofisiología e desarrollo. 1st ed. São Jose dos Campos: Pulso; 2013.
5. Marchesa Q. I. Fundamentos em fonoaudiologia: aspctos clínicos da motricidades oral. 2nd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.
6. Farkas LG. Examination. In Farkas LG(. Anthropometry of the head and face. 2nd ed. New York: Raven Press; 1994.
7. Cattoni M. D. O uso do paquímetro na motricidade orofacial: procedimentos de avaliação. 1st ed. Barueri: Pró-Fono; 2006.
8. Genaro KF, Berretin-Felix G, Rehder MI, Beltrati C, Marchesan IQ. Avaliação miofuncional oro facial: protocolo MBGR. *Revista CEFAC*. 2009 Jun; 11(2): p. 237-255.
9. Henao J, Rangel H, Rivera E. Análisis comparativo entre la curva de crecimiento y las medidas antropométricas orofaciales de niños entre 3 y 5 años. *Revista CEFAC*. 2011 Agu.
10. Palomino Montenegro H, Villanueva Bianchini P. Examen extraoral y morfología facial. In Palomino Montenegro H, Villanueva Bianchini P(. Motricidad orofacial: fundamentos anatomofisiológicos y evolutivos para la evaluación clínica. 1st ed. Santiago de Chile: Universitaria; 2011.
11. Moss ML, Salentijn L. The primary role of funtional matrices in facial growth. *American Journal of Orthodontics*. 1969 June; 55(6): p. 566-577.
12. Madsen R, Paniagua H. Relaciones sagitales máximo mandibulares en el examen facial lateral. *Revista Odontológica Chilena*. 1989 Apr; 37(1): p. 161-167.
13. Rodriguez Herrera M. Determinación de la relación diagnóstica entre el análisis de perfil facial extracraneal, método de la escuadra ampliado, y el análisis cefalométrico computacional, ángulo SNB (Steiner) y profundidad facial (Ricketts), para establecer la posición mandibular con respecto al cráneo en paciente post-puberales. 2011..
14. Weiss Romero MS, Alvarez Jerez F, Ramírez Cunillera E. Parámetros para la determinación del perfil facial en pacientes con dentición temporal. *Revista Dental de Chile*. 2009; 100(1).
15. Araújo E, Matoso R, Diógenes A, KC L. Avaliação cefalométrica dos efeitos do aparelho de protração mandibular (APM) associado à aparatologia fixa em relação às estruturas esqueléticas em pacientes portadores de má oclusão Classe II, 1ª divisão. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2011 May-Jun; 16(3): p. 113-124.
16. Chavan S, Bhad W, Doshi U. Comparison of temporomandibular joint changes in Twin Block and Bionator appliance therapy: a magnetic resonance imaging study. *Progress in Orthodontics*. 2014; 15(1).
17. Angle E. Classification of malocclusion. *Dental Cosmos*. 1899; 2(41): p. 248-264.

18. Gutiérrez R, Gutiérrez-Sánchez R. Correlación canónica. Estudio comparativo de las metodologías de desarrollo según Giri, Anderson y Muirhead. 2016..
20. PD OP. Repositorio Institucional Fedesarrollo 5. REPORTE DE INVESTIGACIÓN Salud. [Online].; 1992 [cited 2015 Jun 7. Available from: <http://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/1374>.
19. Díaz M LG. Estadística Multivariada: Inferencia y Métodos Bogota: Universidad Nacional de Colombia; 2008.

Recibido: 26/05/2015  
Revisado: 20/06/2015  
Aceptado: 10/07/2015

Para contactar con el Autor:  
Heriberto J. Rangel N  
E-mail: [herangelnavia@gmail.com](mailto:herangelnavia@gmail.com)