

Relaciones morfométricas cráneo-cervicales del plano oclusal y validación de oclusometría

Raúl Frugone-Zambra*, ScD (c)₁, Rodrigo Villalobos-Ortega, DDS₂,
María Rocío Jara, DDS₂

₁ Universidad de La Serena, La Serena, Chile. Universidad de los Andes, Santiago, Chile

₂ Práctica privada, Chile

Recibido: 30 de agosto del 2015 **Aprobado:** 25 de octubre del 2015

***Autor de correspondencia:** Raúl Frugone Zambra. Universidad de La Serena, La Serena, Chile. Brasil 798, Linares Chile. Teléfono: 56 73 2211406. Correos electrónicos: raul@frugone.com y raulfrugone@gmail.com

Cómo citar este artículo: Frugone-Zambra R, Villalobos-Ortega R, Jara MR. Relaciones morfométricas. cráneo-cervicales del plano oclusal y validación de oclusometría. Rev Nac Odontol. 2016;12(22):31-41. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/od.v12i22.1204>

Resumen. *Introducción:* la proyección dorsal del plano oclusal y su inclinación en relación con la base del cráneo son indispensables para generar un análisis cefalométrico simple para rehabilitadores. *Métodos:* estudio descriptivo sobre telerradiografías de perfil de cráneo completo en 124 sujetos. Se determinó el lugar de proyección del plano oclusal teórico sobre la columna cervical y se midió su angulación con respecto a la línea C1 del Análisis Arquitectural y Estructural de Delaire (AAED). Se analizaron los resultados según sexo y las clases esqueléticas definidas por el mismo análisis. Se propuso un análisis simple para la determinación de la posición del plano oclusal con respecto a la columna cervical, la base del cráneo y la altura facial (oclusometría). La oclusometría se validó contrastándola con el AAED completo. *Resultados:* de un total de 124 sujetos, 68 proyectaron el plano oclusal sobre la porción inferior del atlas y 36 sobre la articulación atlas-axis. En relación con el ángulo del plano oclusal con C1, se obtuvieron valores entre 7 y 14 grados con un promedio de 9,8° y una moda de 10°. No se observó diferencia entre clases esqueléticas ni entre sexos. Con esto se propuso un análisis denominado “oclusometría”. *Conclusión:* el plano oclusal tiende a mantener una posición estable en el espacio, lo que permite generar un estudio sobre telerradiografías, validado y útil para ayudar en la determinación de la posición del plano oclusal dentro de los límites de la dimensión vertical oclusal.

Palabras clave: análisis cefalométrico, análisis arquitectural y estructural de Delaire, articulación cráneo-cervical, clase esquelética, plano oclusal, telerradiografía.



Morphometric Craniocervical Relations of the Occlusal Plane and Validation of Oclusometry

Abstract. *Introduction:* the dorsal projection of the occlusal plane and its inclination in relation to the skull base are essential to generate a simple cephalometric analysis for physical therapists. *Methods:* descriptive study on telerradiography of complete skull profile of 124 patients. The place of projection of the theoretical occlusal plane over the cervical column was determined, and the angulation was measured in regard to the line c1 of the Delaire's Architectural and Structural Analysis (DASA). The results were analyzed according to gender and skeletal types defined in the same analysis. A simple analysis was proposed to determine the position of the occlusal plane regarding the cervical column and the base of the skull and facial height (occlusometry). The oclusometry was validated by contrasting it with the complete DASA. *Results:* from a total of 164 patients, 68 projected the occlusal plane over the inferior portion of the atlas and 36 over the atlas-axis articulation. In relation to the angle of occlusal plane with c1, the values obtained between 7 and 14 grades were an average of 9,8° and a trend of 10°. No difference was observed between skeletal types or gender. An analysis was proposed that was termed oclusometry. *Conclusion:* the occlusal plan tends to maintain a stable position in space, which allows a study of telerradiography, validated and useful to determine the position of the occlusal plane within the limits of the vertical occlusal dimension.

Keywords: cephalometric analysis, Delaire's architectural and structural analysis, craneocervical articulation, skeletal type, occlusal plane, telerradiography.

Relações morfométricas crânio-cervicais do plano oclusal e validação de oclusometria

Resumo. *Introdução:* a projeção dorsal do plano oclusal e sua inclinação em relação com a base do crânio são indispensáveis para gerar uma análise cefalométrica simples para reabilitadores. *Métodos:* estudo descritivo sobre telerradiografias de perfil de crânio completo em 124 sujeitos. Determinou-se o local de projeção do plano oclusal teórico sobre a coluna cervical e mediu-se sua angulação em relação à linha c1 DO Análises Arquitetural e Estrutural de Delaire (AAED). Foram analisados os resultados segundo o sexo e as classes esqueléticas definidas pela análise. Propôs-se uma análise simples para determinar a posição do plano oclusal em relação à coluna cervical, a base do crânio e a altura facial (occlusometria). A oclusometria foi validada mediante contraste com o AAED completo. *Resultados:* de um total de 124 sujeitos, 68 projetaram o plano oclusal sobre a porção inferior do atlas e 36 sobre a articulação atlas-áxis. Em relação com o ângulo do plano oclusal com c1, obteve-se valores entre 7 e 14 graus com uma média de 9,8° e uma moda de 10°. Não foi observada diferença entre classes esqueléticas nem entre sexos. Assim foi proposta uma análise chamada de "occlusometria". *Conclusão:* o plano oclusal tende a manter uma posição estável no espaço, permitindo gerar um estudo sobre telerradiografias, validado e útil para ajudar na determinação da posição do plano oclusal dentro dos limites da dimensão vertical oclusal.

Palavras-chave: análises cefalométrica, análises arquitetural e estrutural de Delaire, articulação crânio-cervical, classe esquelética, plano oclusal, telerradiografia.

Introducción

Se considera que la base de cráneo es el determinante primordial de la forma de la cabeza y de la mandíbula, lo que se evidencia en estudios realizados en sujetos adultos polinésicos [1]. En general, la base del cráneo y la fosa craneal media ofrecen el soporte para la integración del desarrollo estructural con la bóveda y la cara [2, 3]. A su vez, no se debe desconocer el rol del factor ambiental en el desarrollo máxilofacial. Un ejemplo de ello es la correlación entre la fuerza de mordida y la morfología cráneo facial en niños [4]. Al respecto se ha preconizado que todas las estructuras cefálicas, duras y blandas, surgen, crecen y se organizan en un equilibrio mutuo y el esqueleto cráneo facial siempre refleja una interrelación [5]. Al margen de lo que es el crecimiento cráneo facial en sí mismo, existen otras estructuras relacionadas con él. Durante el desarrollo de la columna, en paralelo a las variaciones posturales de una cifosis total a una *s* itálica, la cabeza y los músculos cambian en estructura y posición para compensar el desarrollo mandibular. Sin embargo, la porción alta de la columna cervical, así como la base del cráneo, son las primeras en osificarse. Por ende, así como la base del cráneo tendría un valor predictivo para la morfología facial, el proceso odontoideo también lo tendría. Este va en relación directa con la altura facial posterior y, por ende, tiene un alto valor predictivo para las dimensiones faciales [6]. Frente a un proceso morfogenético sin estímulos parafuncionales, las relaciones de los arcos dentarios y esqueléticos tienden a mantenerse relativamente constantes, mientras que la longitud de la altura facial y de la estructura mandibular continúan aumentando a lo largo de la tercera década de vida [7]. Sin embargo, cuando la actividad de la neuromusculatura es exagerada —que lleva muchas veces a desgastes dentarios severos—, se produce un cambio morfológico en el sistema estomatognático que se evidencia en la estructura del hueso basal y la consecuente elevación del plano oclusal sin observarse relación con la mantención o disminución de la altura facial [8].

En la actualidad, existen diversos métodos de evaluación de la dimensión vertical y de las relaciones máxilomandibulares, aunque no existe un

método sencillo y certero para determinar la posición del plano oclusal en los pacientes [9]. La posición del plano oclusal está relacionada con las características morfológicas del cráneo según se puede observar al realizar un AAED [5]. El desgaste dentario se relaciona con la posición espacial del plano oclusal y, basados en el concepto funcional que define la dimensión vertical oclusal [10], se puede afirmar que la influencia neuromuscular tendría un rol importante en la ubicación espacial de dicho plano. A su vez, la interrelación neurofuncional de las regiones masticatoria y cervical, que participa activamente en la función del movimiento mandibular y el posicionamiento cervical, también sería un factor relacionado [11].

Basados en lo anterior, se podría afirmar que la mandíbula y, en general, las estructuras inferiores de la cara tendrían una posición morfofuncionalmente estable en el espacio. Las relaciones de los maxilares y del plano oclusal con la columna cervical no debieran estar ajenas a ello.

El AAED aclara el balance mutuo que existe entre las distintas estructuras óseas del cráneo y la cara, individualiza algunas de estas estructuras y especifica su relación normal o patológica. La orientación y posición del maxilar en relación con el cráneo y la articulación cráneoespinal y la orientación y posición de la mandíbula, especialmente la posición de las piezas dentarias que determinan de forma secundaria un plano oclusal normal o alterado, pueden ser analizados utilizando este método.

Basados en que la correcta orientación del plano oclusal, es fundamental para distribuir equitativamente las fuerzas intermaxilares, y para guiar la dirección de estas fuerzas sin provocar una inestabilidad del sistema cráneo cervical, se plantea que el plano oclusal teórico (POT) que corresponde al AAED debiera tener una posición espacial relativamente estable en función de la articulación cráneo cervical y de la base del cráneo. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue determinar las relaciones morfométricas entre el plano oclusal, la base del cráneo y la altura facial, con el fin de crear un análisis simple para rehabilitadores y validarlo antes de presentarlo. La validación de ello sería de especial interés y tendría una gran injerencia al momento de planificar una rehabilitación protésica en pacientes con colapso del componente oclusal.

Materiales y métodos

En orden secuencial, se realizó una investigación en tres fases: (1) un estudio descriptivo para determinar las relaciones anatómicas del plano oclusal teórico según el AAED, con respecto a la articulación cráneo-cervical y a la base del cráneo; (2) una propuesta de análisis cefalométrico que se denominó “oclusometría”, y (3) la validación de la oclusometría.

Primera fase

Para la primera fase, se realizó un estudio descriptivo sobre 124 telerradiografías de perfil de cráneo completo sucesivas, pertenecientes a sujetos de ambos sexos que fueron tomadas, por motivos legales, antes de septiembre del 2012. Según el acuerdo de Helsinki 2008, la identidad de los sujetos se mantuvo en reserva. Se determinó la proyección distal del POT según el AAED sobre la articulación cráneo-cervical y su angulación y ubicación con respecto a la línea C1 del mismo análisis.

La muestra se obtuvo por conveniencia, a partir de pacientes de ambos sexos, de entre 20 y 50 años de edad que fueron atendidos en el Instituto de Rehabilitación Oral de Linares, entre el 2011 y agosto del 2012, en posesión o con indicación de una telerradiografía lateral de cráneo completo. Se excluyeron los exámenes radiográficos de los pacientes con antecedentes de trauma o accidente con fractura esquelética cráneo-facial, cirugía ortognática previa, trastornos del crecimiento y desarrollo, enfermedades genéticas que involucraran el desarrollo cráneo-facial, mordida abierta, interposición lingual, onicofagia, desgaste dentario asimétrico o severo y rehabilitaciones protésicas extensas que cubrieran más de dos unidades oclusales en cada hemiarcada, o que incluyeran caninos e incisivos.

A cada telerradiografía se le aplicó el AAED. Se identificó el sexo de cada sujeto y se determinó la clase esquelética basándose en el ángulo de la base del cráneo, así: clase I, 115°-120°; clase III, menor a 115°; y clase II, mayor a 120°.

Se proyectó la línea del plano oclusal sobre la articulación cráneo-cervical. Inicialmente dicha articulación se dividió en cinco zonas. La zona 1 correspondió a la mitad superior del atlas, la zona 2 a la mitad inferior del atlas, la zona 3 a la articulación atlas-axis, la zona 4 a la mitad superior del

axis, y la zona 5 cinco a la mitad inferior del axis. Se trazó una línea vertical central entre los centros de ambas vértebras para tomarla como referencia en el paso de la proyección del POT, generando un punto de intersección que se denominó “punto D” (figura 1).

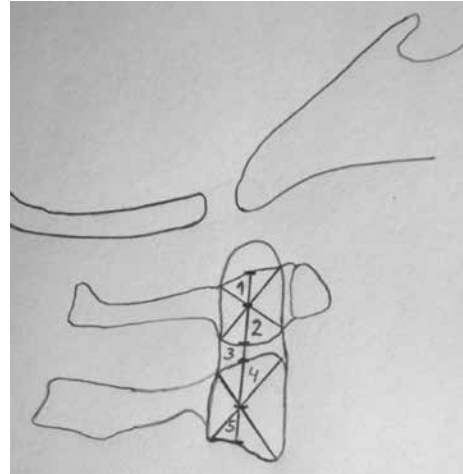


Figura 1. Zonas de proyección dorsal del plano oclusal sobre la articulación cráneo-cervical. Se observa la línea vertical central

Fuente: elaboración propia

Luego se trazó una paralela al POT generando un ángulo con la línea C1 del AAED. Se midió el ángulo generado entre ellas, dibujado en posición anterior e inferior (figura 2).

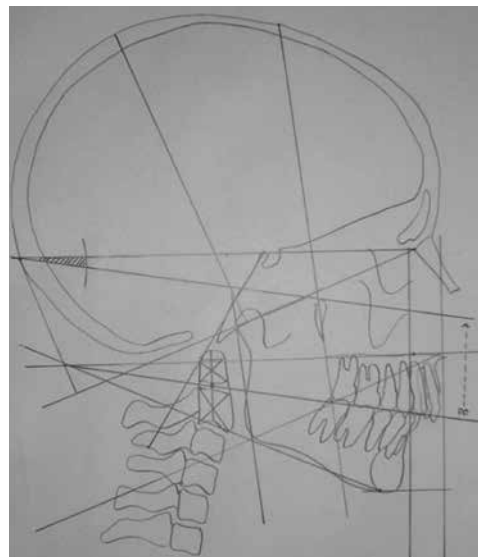


Figura 2. Ángulo de intersección entre el POT y la C1 del AAED

Fuente: elaboración propia

Se registraron los datos en una ficha de recolección, previamente validada, y se trasladaron a una planilla Microsoft Excel 2010®. Se realizó estadística descriptiva.

Segunda fase

Con los resultados obtenidos en la primera fase, se propuso un análisis de tipo cefalométrico simple, con el fin de permitir la evaluación y planificación de un paciente con cambios oclusales y pérdida de tejido dentario importantes. Se denominó “oclusometría”.

La oclusometría se realizó sobre cada radiografía. Sobre un acetato, se trazó el punto “D”, que corresponde al punto medio en el espacio articular entre el atlas y el axis, sobre la vertical entre los centros de dichas vértebras; el punto “FMA”, que corresponde al punto “M” de Delaire; el punto “Cp” de Delaire; el punto odontoides “O” de Delaire, y un punto sobre la espina nasal anterior “ENA”. Con estas referencias, se propuso la oclusometría que se observa y explica con base en la figura 3.

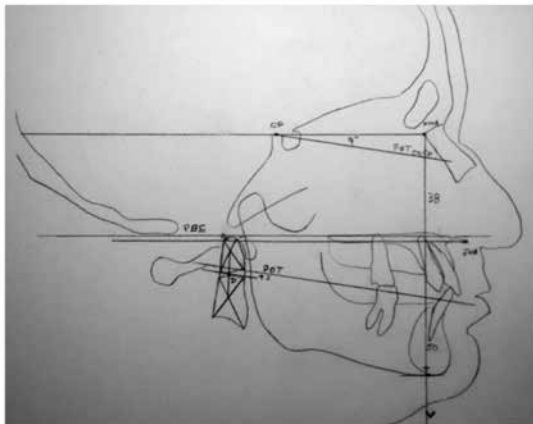


Figura 3. Oclusometría final realizada en un sujeto braquifacial

Fuente: elaboración propia

En primer lugar, se trazó la línea FMA-Cp, que corresponde a la línea C1 del AAED. Con base en ese trazo se generó, en Cp, una línea a 9° con angulación inferior (POT en Cp). Luego se proyectó sobre el punto D la línea POT en Cp generando el POT. La figura 3, que corresponde a la oclusometría final, muestra que dicha línea está trazada 2 mm por sobre el punto D descrito antes, esto debido a que después del análisis estadístico se determinó que su

posición en relación con el punto D debiera ser 2 mm hacia craneal.

A continuación, se trazó una perpendicular a C1 en FMA (V) y, sobre ella, una paralela a C1 en ENA proyectada hacia la odontoides. Sobre esta línea, se trazó una paralela a ella, a 2 mm hacia cefálico, generando un plano denominado Plano Bi Espinal (PBE).

Por último, se proyectó la altura facial teórica entre el punto FMA y un punto mentón proyectado sobre V (M), basándose en la distancia vertical entre PBE y C1. Se determinó que el 45% de la altura facial corresponde a la distancia entre C1 y PBE, y el 55%, a la distancia PBE – M.

Tercera fase

Con el objeto de validar la oclusometría facial propuesta, se realizó un estudio descriptivo con análisis sobre 42 telerradiografías de perfil del cráneo completo sucesivas, de pacientes de ambos sexos obtenidas en el Centro Radiológico Dicram, de la ciudad de Linares, tomadas antes de septiembre del 2012. Según el acuerdo de Helsinki 2008, la identidad de los sujetos se mantuvo en reserva.

Los criterios de inclusión correspondieron a telerradiografías de perfil de pacientes mayores de 18 años, dentados o desdentados parciales clase III de Kennedy, todos ellos con acople dentario anterior y que hubiesen requerido o requirieran dichas imágenes por motivos diagnósticos. Se excluyeron las telerradiografías poco claras o de sujetos con trastornos severos de crecimiento y desarrollo, con cirugías ortognáticas previas y portadores de aparatos ortodóncicos u ortopédicos.

Sobre un acetato, se trazó el AAED para cada radiografía. Se realizaron los 42 análisis: seis diarios, durante siete días. Sobre otro acetato, y utilizando el mismo régimen de tiempo, se trazó la oclusometría. Después se superpuso la oclusometría al AAED y, sobre ese acetato, se marcó el POT y la altura facial teórica de Delaire. Con ello se efectuó una comparación entre ambos estudios y la posterior correlación en función de la altura facial teórica, la angulación del plano oclusal con respecto a C1 y la posición del POT en sentido sagital.

Con el fin de contrastar la hipótesis nula “no existe diferencia significativa en la posición del plano oclusal, en el ángulo del plano oclusal, y en la altura facial entre la oclusometría facial y el AAED”, se tabularon los datos en Microsoft Excel®

para luego analizarlos en el programa estadístico SPSS, en el que se utilizaron las pruebas t de Student para muestras pareadas, para muestras independientes y para una muestra. Se utilizó además, el test ANOVA de muestras relacionadas y el análisis de correlaciones bivariadas con un análisis previo de la distribución normal de los datos, mediante test de normalidad.

El análisis fue modificado y vuelto a contrastar para la relación de la posición del plano oclusal en sentido vertical en el plano sagital.

Resultados

De la primera fase

Según la clase esquelética, los resultados indicaron que el 48% del total de la muestra correspondió a sujetos con tendencia a clase I esquelética, un 11% de los sujetos a clase II, y un 41% a clase III. Del total de la muestra, el 46% de los análisis realizados correspondió a pacientes de sexo femenino y el 54% a pacientes de sexo masculino.

Con respecto a la proyección del plano oclusal sobre la articulación cráneo cervical, de un total de 124 análisis, en 10 AAED la proyección del POT pasó sobre la zona 1, en 68 de ellos sobre la zona 2, en 36 sobre la zona 3, en 10 sobre la zona 4 y en ningún caso el POT pasó sobre la zona 5 (figura 4, tabla 1).

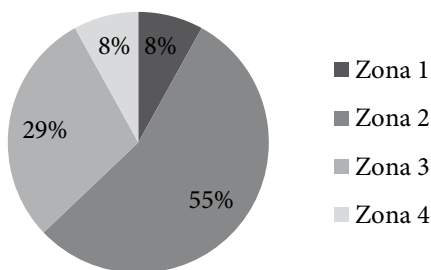


Figura 4. Zonas de proyección del plano oclusal teórico en relación con la muestra

Fuente: elaboración propia

Con respecto a la relación de la clase esquelética con la zona de proyección del plano oclusal, sobre la articulación cráneo cervical, los resultados se observan en la tabla 2.

Tabla 1. Zonas de proyección del plano oclusal sobre la articulación cráneo cervical en relación con el sexo

Sexo	Z1	Z2	Z3	Z4	Total
Mujeres	4	28	21	4	57
Hombres	6	40	15	6	67
Total	10	68	36	10	124

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Valores de frecuencias de zonas de proyección del plano oclusal sobre la articulación cráneo cervical en relación con las distintas clases esqueléticas

	Z1	Z2	Z3	Z4	Total
I	1	34	19	5	59
II	0	3	8	3	14
III	9	31	9	2	51
Total	10	68	36	10	124

Fuente: elaboración propia

En la relación ángulo formado por C1 y POT, la mayoría de los valores se situaron entre los 8° y los 13° (figura 5); el valor más frecuente fue 10° (46 sujetos). La tabla 3 resume los valores obtenidos. La relación entre el sexo y el ángulo formado por C1 y POT se observa en la tabla 4 y la relación entre la clase esquelética y el ángulo formado por C1 y POT se observa en la tabla 5.

De la tercera fase

Se evaluaron 42 telerradiografías de perfil de pacientes del Instituto de Rehabilitación Oral Linares, en pacientes mayores de 18 años.

En la tabla 6, se observan las medidas de tendencia central y dispersión correspondientes a la posición del plano oclusal en sentido vertical en el plano sagital respecto a la oclusometría facial en función del análisis de Delaire. Con respecto a la posición del plano oclusal en sentido vertical sobre el plano sagital (proyectado sobre el punto D), se observó que un 64,3% de los trazados se ubicaron bajo el plano oclusal teórico de Delaire, un 16,7% coincidió con el plano oclusal de Delaire y un 19% se ubicó sobre este ($P = 0,000326$). El promedio de variación fue de -2,54 mm.

Tabla 3. Resumen de valores ángulo POT-C1

	N	Media aritmética	Desviación estándar	Moda	Máximo	Mínimo
< POT-C1	124	9,80	1,44	10°	19°	7°

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Valores de ángulo POT-C1 en relación con el sexo

<C1-POT	F	M	Total
7	0	1	1
8	8	7	15
9	15	18	33
10	21	25	46
11	5	14	19
12	5	1	6
13	2	0	2
14	1	0	1
19	0	1	1
TOTAL	57	67	124

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Valores de ángulo POT-C1 en relación a clase esquelética

<C1-PO	I	II	III	Total
7	0	0	1	1
8	11	1	3	15
9	15	4	14	33
10	20	4	22	46
11	10	2	7	19
12	1	2	3	6
13	1	1	0	2
14	1	0	0	1
19	0	0	1	1
Total	59	14	51	124

Fuente: elaboración propia

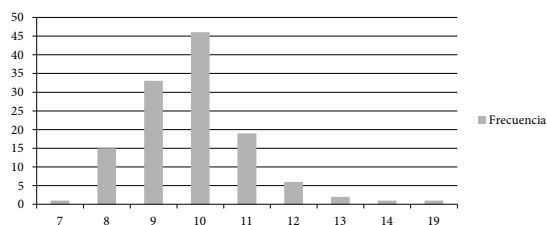


Figura 5. Distribución de frecuencias del ángulo POT-C1

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Medidas de tendencia central y dispersión según plano oclusal en sentido sagital respecto a la oclusometría facial en función del análisis de Delaire

Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	P
-2,54	-2,5	-12	6	4,21	0,000326

Fuente: elaboración propia

En relación con la posición del plano oclusal sobre el plano sagital, se realizó un análisis de correlaciones bivariadas para analizar si la altura odontoidea se relacionaba con la ubicación del plano oclusal, sobre el plano sagital entregado por la oclusometría facial en función del plano oclusal entregado por el AAED, dicho estudio arrojó un $r = -0,204$ y $-p = 0,195$, lo que indica que no existe relación significativa entre las dos variables. El mismo análisis se realizó para correlacionar el ángulo posterior de la base del cráneo en relación con el plano oclusal entregado por AAED, lo que arrojó un $r = 0,384$ y $-p = 0,12$, lo que indica un valor significativo con correlación débil.

Con respecto a la angulación del POT, en relación con la línea FMA-Cp, se realizó un análisis de medidas de tendencia central y dispersión de los datos según el plano oclusal teórico, determinado por Delaire y su diferencia con el POT obtenido en la oclusometría. Se estandarizó dicho ángulo en 9° (tabla 7). La diferencia promedio de las angulaciones del plano oclusal teórico de Delaire con respecto a C1 (FMA-Cp), comparadas con las angulaciones del POT de la oclusometría respecto al mismo plano, correspondió a 0,36°. El t de Student arrojó un valor P = 0,193, lo que indica una similitud entre ambos métodos.

Tabla 7. Medidas de tendencia central y dispersión según plano oclusal determinado por Delaire y su diferencia en relación con el plano oclusal respecto a la oclusometría estandarizado en 9°

Plano oclusal	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	P
Delaire	9,36	9	2	12	1,75	
Diferencia entre Delaire/ oclusometría	0,36	0	-7	3	1,75	0,193

Fuente: elaboración propia

En la tabla 8, se observan las medidas de tendencia central y dispersión para altura facial (mm) con ambos métodos (n = 42). A su vez, se calculó el coeficiente de correlación, que arrojó un valor de 0,946, lo que indica una alta concordancia entre ambos métodos (figura 6).

Tabla 8. Medidas de tendencia central y dispersión para altura facial (mm) con ambos métodos (n = 42)

Altura facial	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Delaire	99,61	99,5	80	129	12,55
Oclusometría	100,07	100	80	123	11,92
Diferencia	-0,69	-0,5	-10	7	3,99

Fuente: elaboración propia

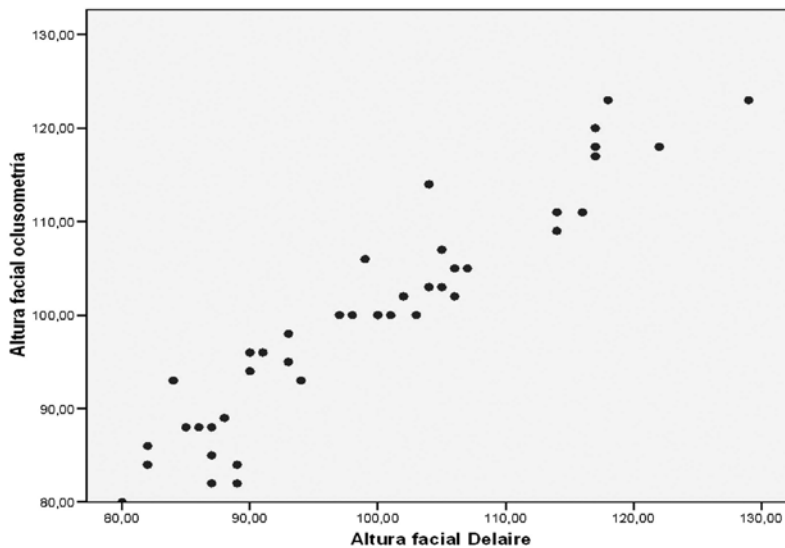


Figura 6. Coeficiente de correlación para la altura facial entre AAED y Oclusometría

Fuente: elaboración propia

Con la modificación de la posición en sentido vertical del plano oclusal, al desplazarlo 2 mm hacia la zona 2 (mitad inferior del cuerpo del axis), los resultados arrojaron un valor $-p$ 0,321, a pesar de que en este punto los sujetos clase II están menos representados.

Discusión

Con base en un análisis morfométrico, se determinaron dos relaciones del plano oclusal, una relación con la columna cervical y una angulación con respecto a lo que representa la base del cráneo.

La posición más frecuente para la proyección del plano oclusal sobre la articulación cráneo-cervical correspondió a la mitad inferior del axis y a la articulación atlas-axis. En ninguno de los casos, la proyección del plano pasó sobre la zona 5, por lo que se decidió eliminar del estudio. Esto permite

argumentar que el área de proyección para el plano es relativamente acotada, lo que avala la relación morfofuncional entre las estructuras cefálicas (y supra escapulares), duras y blandas. El mutuo equilibrio funcional y el equilibrio biomecánico del esqueleto craneofacial debieran estar basados en dicha interrelación. En la articulación cráneo-cervical se produce un torque que tiene relación con diferentes situaciones, una de las cuales es la posición del plano oclusal. Si este cambiara su posición, como sucede en sujetos con desgaste dentario severo, también variaría la distancia desde el límite dorsal del plano oclusal. Esta distancia corresponde a un radio de circunferencia cuyo centro se podría determinar en algún punto de la articulación cráneo-cervical, y si el plano oclusal ascendiera, dicho radio aumentaría, ya que el ascenso es vertical puro y no en arco. Con esta situación, se generaría una nueva circunferencia con un radio mayor. Basados en este principio, se tiene que el torque es igual al

radio por la fuerza y, por ende, si aumenta el radio, aumenta el torque con la consecuente tendencia a la inestabilidad del cráneo sobre la columna.

Respecto del equilibrio y de la estabilidad, no sería entonces extraño pensar en la alteración del equilibrio podal en sentido anteroposterior, tal como sucede cuando el plano oclusal se inclina más de 2° en el plano frontal [12].

Basados en estas observaciones, se podría definir que el primer parámetro para la ubicación del plano oclusal sobre el plano sagital corresponde a las zonas 2 y 3 del estudio, siendo la zona 3 la que se puede definir con mayor precisión. Es por eso que en la segunda fase de esta investigación se determinó, en un principio, generar para la oclusometría un POT que partiera en la zona 3 a media distancia entre el borde inferior de C_1 y el borde superior de C_2 sobre la línea que une ambos centros vertebrales.

La base del cráneo es una relación personal e invariable durante la vida, por lo tanto, corresponde a un parámetro estable para generar relaciones. Es por ello que la otra variable que se agregó a este estudio con el fin de observar y comparar sus valores correspondió al ángulo entre la proyección del plano oclusal teórico y la línea C_1 del AAED. Este ángulo se mantuvo dentro de valores muy próximos entre los sujetos. El valor promedio fue de $9,8^\circ$ con una desviación estándar de 1,44. Los valores se distribuyeron de manera continua, a excepción de un valor aislado de 19° , lo que influyó aumentando el valor promedio de los resultados. Existen dos planos que se han utilizado para analizar el plano oclusal, uno de los cuales es el plano de Camper, y el otro es el plano de Frankfort. En el 2013, Kumar, Garg y Gupta observaron que el plano de Camper se mostró paralelo al plano oclusal en un 53,3% de los sujetos [13]. En el 2012, Venugopalan, SatishBabu y Rani señalaron que el plano oclusal se muestra paralelo al plano de Camper según la clase esquelética, pero observa diferentes reparos anatómicos para dicho plano (evidencia dos planos de Camper) [14]. Esto podría justificar el 53,3% de paralelismo propuesto antes. Por el contrario, algunos estudios evidencian que el plano oclusal no se muestra paralelo al de Camper y se establece un promedio de la angulación en $1,8^\circ$ [15]. Con base en esto, se puede acotar que existe cierta incongruencia en la utilización de este plano ya que su ubicación no está bien estandarizada y, por lo tanto, todas las inclinaciones del plano oclusal con respecto al de Camper que puedan estar publicadas no tendrían validez.

Por otra parte, al analizar el plano de Frankfort, se ha observado que la relación del plano oclusal respecto al de Frankfort depende de parámetros antropométricos angulares y lineales [16], por lo que no serviría para generar una norma, aunque en 1948 Downs la acotó a $9,5 \pm 3,8^\circ$ [17]. La base de cráneo es una relación personal e invariable durante la vida, por lo tanto, corresponde a un parámetro estable para generar relaciones.

Todo lo ya expuesto ratifica que 9° de inclinación del plano oclusal sobre el plano sagital, respecto a la base anterior de cráneo, podría ser una medida representativa de la población. Del mismo modo, y analizando la proyección acotada del plano oclusal sobre la articulación craneocervical, también se puede inferir que debería existir un equilibrio biomecánico entre la base craneal que representa un vector de fuerzas horizontales, con la distribución y absorción de las cargas que emanan del acto oclusal. Tomando en consideración estos datos, se fundaron las bases para proponer la oclusometría como estudio complementario en la determinación de la posición del plano oclusal en pacientes que por diversas causas hayan perdido tejido dentario.

En la tercera fase de la investigación, al efectuar el análisis con respecto a la posición del POT en sentido vertical sobre el plano sagital, los resultados generaron una diferencia significativa entre la oclusometría y el análisis de control ($P = 0,000326$). Por otra parte, la diferencia promedio de las angulaciones del plano oclusal teórico de Delaire con respecto a C_1 (FMA-Cp), comparadas con las angulaciones del POT de la oclusometría respecto al mismo plano, correspondió a $0,36^\circ$ ($P = 0,193$), lo que indica una similitud entre ambos métodos y, por ende, la angulación determinada resultó útil para utilizarlo como parámetro. Considerando que 68 de las proyecciones del plano oclusal teórico de Delaire pasaban sobre la zona 2, y 36 sobre la zona 3, se decidió realizar un nuevo trazado del POT a 9° de la línea, pero 2 mm más elevado. Con dicha modificación, la diferencia entre ambos métodos, en lo que respecta a ubicación del POT en el plano sagital, no fue significativa ($P = 0,321$). Con este ejercicio, se pudo determinar así la inclinación y la posición del POT en el plano sagital.

Otro de los parámetros que se puede utilizar para evaluar relaciones de relevancia que ayuden en la planificación de una rehabilitación oral cuando la altura facial producto del desgaste dentario se ve

disminuida es la altura facial. Relacionado con la altura facial, está el estudio de la DV, que es esencial para determinar la posición de tratamiento en una rehabilitación oclusal. Estos dos términos se utilizan muchas veces sin hacer la diferencia entre uno y otro. La altura facial se ha tratado de verificar bajo varios métodos, los cuales se pueden clasificar en fonéticos, funcionales y cefalométricos. Este último consta en la localización de puntos de reparo esquelético sobre telerradiografías de perfil en comparación de valores estandarizados y normados. El AAED no es estandarizado, genera una comparación entre lo que existe y lo que debería existir en los pacientes que se someten a este tipo de estudios. Existen métodos para determinar DV sobre las telerradiografías de perfil, el trazado cefalométrico de Ricketts y de Bjork-Jarabak, los cuales, al igual que el AAED, presentan gran dificultad para llevarse a cabo.

La altura facial se obtiene según la relación proporcional 45% - 55% entre la distancia N'-ENT y ENT - Me' del AAED. Para realizar una línea estandarizada que permitiera calcular esta relación, y como la idea fue realizar un análisis simple para no tener que generar el AAED completo, se generaron las relaciones proporcionales con los trazos determinados para analizar la altura facial teórica que podría tener un sujeto. Es por ello que se trazó una perpendicular a C1 en FMA (v) y, sobre ella, una paralela a C1 en ENA proyectada a la odontoides. Sobre esta línea se proyectó una paralela a ella a 2 mm hacia cefálico, generando un plano denominado Plano Bi Espinal (PBE). Se definió entonces que el PBE dividía la altura facial en dos porciones entre FMA y el mentón, una superior con un 45% y una inferior con un 55%. Con estas mediciones, la correlación entre ambos métodos quedó avalada (Coef de Correlación = 0,946)

En relación con los resultados, y después de la modificación de la posición del POT, se puede afirmar que al determinar el POT, el ángulo del plano oclusal con respecto a la base del cráneo y la altura facial y contrastarlos con las condiciones morfológicas y estructurales reales, se asientan las bases para la planificación del tratamiento de sujetos con desgaste dentario severo.

Conclusión

El plano oclusal tiende a mantener una posición en el espacio que se evidencia en su proyección sobre la articulación cráneo-cervical y su angulación con respecto a la base anterior del cráneo. Esto da pie a la propuesta de un estudio cefalométrico de simple aplicación denominado "occlusometría" que tiene como objetivo dictar las bases iniciales en la obtención de la posición del plano oclusal, dentro de los límites de la dimensión vertical oclusal.

Referencias

- [1] Kean M, Houghton P. The polynesian head: growth and form. *J Anat.* 1982;135(2):423-35.
- [2] Richtsmeier J. Morphological integration of the skull in craniofacial anomalies. *Orthod Craniofac Res.* 2009;12(3):149-58. doi: 10.1111/j.1601-6343.2009.01448.x.
- [3] Lieberman DE, Ross C, Ravosa MJ. The primate cranial base, ontogeny, function, and integration. *Yearbk Phys Anthropol* 2000;43:117-69.
- [4] Sonnesen L, Bakke M. Molar bite force in relation to occlusion, craniofacial dimensions, and head posture in pre-orthodontic children. *Eur J Orthodon.* 2005;27;58-63.
- [5] Delaire, J. L'analyse architecturale et structurale craniofaciale (de profil). *Rev Stomatol Chir Maxil.* 1978;79(1):1-33.
- [6] Mann E, Frugone R, Álvarez F. Predictive value of height of the odontoid apophysis on facial dimensions. Sydney, Australia: Book abstracts. ICOT; 2005.
- [7] Gormely JS, Richardson ME. Linear and angular changes in dentofacial dimension in the third decade. *Br J Orthod.* 1999;26:51-5.
- [8] Frugone R, Pantoja R. Características cráneo-faciales en pacientes con desgaste dentario severo. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.* 2010;21(2):142-9.
- [9] Türp J, Schindler H, Rodiger O, Smeekens S, Marinello C. Vertikale und horizontale Kieferrelation in der rekonstruktiven Zahnmedizin. *Schweiz Monatszahnmed.* 2006;116(4):403-11.
- [10] Spear F. Fundamentals Occlusal Therapy Considerations. En: McNeill Ch. Editor. *Science and Practice of Occlusion.* Quintessence Publ. 1997; Cap. 31:421-36.
- [11] Goldstein DF, Kraus SL, Williams WB, Glasheen-Wray M. Influence of cervical posture on mandibular movement. *J Prosthet Dent.* 1984;52(3):421-6.

- [12] Spichiger M, Frugone-Zambra R, Pincheira P, Bitterner V. Pressure center displacement in subjects with inclination of occlusal plane. IADR General sesión, Seattle, USA 2013; Abstract for poster sesión N° 173695.
- [13] Kumar S, Garg S, Gupta S. A determination of occlusal plane comparing different levels of the tragus to form ala-tragal line or Camper's line. *J Adv Prosthodont*. 2013;5(1):9-15. doi: 10.4047/jap.2013.5.1.9.
- [14] Venugopalan S, SatishBabu C, Rani M. Determination of the relative parallelism of occlusal plane to three ala-tragal lines in various skeletal malocclusions: a cephalometric study. *Indian J Dent Res*. 23(6):719-25. doi: 10.4103/0970-9290.111246.
- [15] Sadr KS, Sadr M. A Study of Parallelism of the Occlusal Plane and Ala - Tragus Line. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2009;3(4):107-9. doi: 10.5681/joddd.2009.027.
- [16] Arutiunov S, Petrosian D, Persin L. The correlation of the occlusal plane and the Frankfurt Horizontal parameters with the morphological and functional indices of the maxillofacial area in physiological dentition relationships. *Stomatologiya*. 2000;79(4):60-3.
- [17] Downs WB. Variations in facial relationships: their significance in treatment and prognosis. *Am J Orthod*. 1948;34(10):812-40.