

ESTUDIOS DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA

VOLUMEN XIII

*

Editoras

Magalí Civera Cerecedo
Martha Rebeca Herrera Bautista



Instituto Nacional
de Antropología
e Historia



Consejo Nacional
para la
Cultura y las Artes



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA
ASOCIACIÓN MEXICANA DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA
MÉXICO 2007

Comité editorial

Xabier Lizarraga Cruchaga
Abigail Meza Peñaloza
Florencia Peña Saint Martin
José Antonio Pompa y Padilla
Carlos Serrano Sánchez
Luis Alberto Vargas Guadarrama

Todos los artículos fueron dictaminados

Primera edición: 2007

© 2007, Instituto de Investigaciones Antropológicas
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.

© 2007, Instituto Nacional de Antropología e Historia
Córdoba 45, Col. Roma, 06700, México, D.F.
sub_fomento.cncpbs@inah.gob.mx

© 2007, Asociación Mexicana de Antropología Biológica

ISSN 1405-5066

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización
escrita del titular de los derechos patrimoniales

D.R. Derechos reservados conforme a la ley
Impreso y hecho en México
Printed in Mexico

MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA APLICADA AL ESTUDIO DE LA DEFORMACIÓN CEFÁLICA INTENCIONAL

Jorge Alfredo Gómez-Valdés
Josefina Bautista Martínez
Arturo Romano Pacheco

Dirección de Antropología Física, INAH

RESUMEN

La deformación cefálica intencional fue una práctica muy difundida en Mesoamérica, en casi todos sus periodos. Varios investigadores se han interesado en este tema desde diversos enfoques. Los efectos de esta práctica en el cráneo-cerebral son muy evidentes, en antropología física se han analizado sus consecuencias en distintas regiones cráneo-faciales, base y mandíbula.

En este trabajo se analizan los posibles efectos de la deformación cefálica en la morfología craneal generalizada, utilizando morfometría geométrica, con el objetivo de revalorar las consecuencias directas en las distintas estructuras anatómicas del cráneo.

Se estudiaron cráneos con deformación tabular y anular, se consideraron las variantes erecta y oblicua, y se compararon cuantitativa y gráficamente con casos no deformados.

Los resultados permiten comparar y enriquecer nuestros resultados con los obtenidos anteriormente, además de conocer los alcances de la morfometría geométrica en el estudio de la deformación cefálica intencional.

PALABRAS CLAVE: deformación cefálica intencional, morfometría geométrica, craneología.

ABSTRACT

The intentional cephalic deformation was a practice that was much diffused in Mesoamerica, in almost all its periods. Some investigators have been interested in these topics in several views. The effects of this cranial practice are very evident, in physical anthropology they have analyzed their effects in facial, base and jaw skull regions. In this work we analyzed the possible effects of the cephalic deformation in the generalized skull morphology utilizing geometric morphometric, with the objective to reevaluate the direct consequences in the different anatomical structures of the skull. We analyzed a few skulls with tabulare and circular deformation; considering the erect and oblique variants and they were compared quantitative and graphically with cases without deformation. The results permit us to compare and to enrich our results previously obtained, besides knowing the importance of geometry morphometrics in the study of the intentional cephalic deformation.

KEYWORDS: intentional cephalic deformation, morphometric geometry, craneology.

INTRODUCCIÓN

La deformación cefálica intencional (DCI) fue una práctica cultural que se utilizó para modificar la forma de la cabeza. La DCI se lograba mediante la compresión de la cabeza de los recién nacidos aprovechando su plasticidad. En un caso se aplicaban dos planos compresores (uno por delante y otro por detrás de la cabeza), así se obtenían formas de compresión antero-posterior con una expansión lateral notable; para lograr este tipo de deformación se conocen dos medios: cunas y aparatos cefálicos. En otro caso se envolvía la cabeza con bandas estrechamente ajustadas, con esto se conseguían formas más bien redondeadas con expansión superior (Romano 1974).

A partir de los relatos de cronistas como Las Casas, Landa, Torquemada y López de Gomara, se sabe cómo y quiénes eran los encargados de realizar esta práctica. Las madres o las parteras colocaban al infante en una cuna y le sujetaban la cabeza, o bien usaban distintos tipos de aparatos que producían la modificación (Bautista 2001).

En Mesoamérica existe evidencia de cráneos deformados desde épocas tempranas, está documentado un ejemplo de la cueva del Texcal, Valsequillo, Puebla, correspondiente al periodo Formativo (Roma-

no 1972, 1996), fechado en 7480 ± 55 aC (González *et al.* 2003). Las formas más antiguas corresponden a tabular erecta, mientras que la oblicua es ligeramente más tardía (Romano 1996).

Las dos variantes representadas desde el Formativo hasta el Posclásico son la tabular erecta y la tabular oblicua. De ellas, la erecta fue la más frecuente en todos los periodos de la época prehispánica y la oblicua alcanza su auge en el periodo Clásico. Esta práctica decae considerablemente en el momento posterior al desbordamiento hispánico (conquista en 1521).

En todas las culturas de Mesoamérica se han encontrado cráneos con evidencia de DCI. En general, hay una gran dispersión de los tipos, variantes y grados en las distintas áreas culturales; sin embargo, varios autores han encontrado que algunas de las variantes se presentan con mayor frecuencia en ciertos grupos; a pesar de ello, el tipo tabular sobresale en todas las regiones mesoamericanas. En el altiplano central, occidente, golfo y norte fue muy frecuente la variante erecta, mientras que en el área maya la oblicua tiene mayor representación (sobre todo en el Posclásico). En Mesoamérica se han reportado escasos ejemplos, de éstos se tiene uno erecto proveniente de la región maya y dos oblicuos procedentes del occidente (Romano 1974 1996; Bautista 2004).

Hay gran diversidad temática y líneas de investigación en lo tocante al estudio de la DCI, ejemplo de ello son: a) descripciones de la DCI en inventarios de series osteológicas; b) sistemas para la clasificación de la DCI; c) discusiones a cerca del simbolismo de la DCI; d) distribución cronológica y temporal de la DCI; y e) implicaciones anatómicas de la DCI, entre otros.

Desde los primeros estudios craneales en América se buscó crear una metodología para clasificar la DCI. Dembo e Imbelloni (1938) proponen un sistema basado en tipos (tabulares y anulares), variedades (erectos y oblicuos), formas (plano lámbdica, etcétera) y grados (moderado, ligero y marcado).

Respecto a las razones para deformarse la cabeza o su simbolismo hay diversas opiniones, algunas citadas en la bibliografía antropológica la refieren como una práctica de identidad, embellecimiento, religión, estratificación social, etcétera. La misma dispersión de esta práctica hace suponer que tanto temporal como regionalmente las causas de-

bieron variar; sin embargo, las técnicas para realizarla son más o menos las mismas.

Diversos investigadores han discutido acerca de las consecuencias anatomo-funcionales de la DCI. O’Loughlin (1996) considera la posibilidad de que haya tenido efectos neurofuncionales. Otros autores se han interesado por los cambios inducidos en diversas estructuras óseas, como el tercio superior y medio cráneo facial (órbitas y cavidad nasal) (Limón de Brown y Bautista 1988, 1992; Brown-Limón *et al.* 1997, Bautista *et al.* 2000), el maxilar y la mandíbula (Cheverud y Midkiff 1992, Teramoto y Pompa 2005), la base del cráneo y porción facial (McNeill y Newton 1965, Antón 1989, Cheverud *et al.* 1992). Además, se ha podido observar que afecta sensiblemente las suturas craneales y la expresividad de algunos caracteres no métricos o epigenéticos (Ossenberg 1970, Gottlieb 1978, Pucciareli 1978, Koingsberg *et al.* 1993, White 1994, O’Loughlin 1996, O’Loughlin 2004).

El objetivo general de este trabajo es valorar los efectos de la modificación de la forma normal del neuro-cráneo en la región facial y base del cráneo, así como observar sus implicaciones en distintas regiones craneales. Consideramos que es una práctica que afecta la direccionalidad del crecimiento y desarrollo cráneo-facial de manera generalizada; sin embargo, podemos mantener como hipótesis que las consecuencias morfológicas no debieron ser tan severas; tomando en cuenta su gran difusión, no se puede comprometer la funcionalidad anatómica. Dicho de manera general, una práctica cultural en términos de la población total, no puede representar altos costos biológicos (morfo-anatómico funcional).

Cuando la morfología se estudia particularmente y no en conjunto pueden detectarse los efectos del ambiente, en este caso los del cambio en la direccionalidad del crecimiento de la porción cráneo-cerebral en el resto del cráneo.

Para el análisis se empleó morfometría geométrica, que es un conjunto de métodos para la adquisición, procesamiento y análisis de variables morfológicas, reteniendo toda la información geométrica que contienen. Como técnica, sintetiza el análisis de estructuras morfológicas, la estadística multivariada y la reconstrucción de estructuras (Slice 2005), haciendo factible el estudio de la forma y el tamaño morfológico conjuntamente en un espacio bi o tridimensional.

MATERIALES

Se analizaron seis cráneos mesoamericanos deformados en grado severo y se compararon con dos ejemplos no deformados. Se estudiaron cuatro cráneos del tipo tabular; uno procedente de Palenque, Chiapas, que corresponde a un adulto, femenino y presenta la variante oblicua; con la variante erecta se utilizó un cráneo de sexo femenino del sitio de Las Banquetas y otro de sexo masculino de la Angostura, ambos del estado de Chiapas, y el cuarto caso procede de Cholula, Puebla, correspondiente al sexo masculino. Del tipo anular se analizó un ejemplar del sitio El Pajón, Chiapas, de sexo masculino correspondiente a la variante erecta, y otro del occidente de México, de sexo masculino con la variante oblicua (cuadro 1, figura 1). De los cráneos sin deformar se utilizó uno de Tlatilco, de sexo masculino, y otro del norte de México (Chihuahua), de sexo femenino (cuadro 1). Para el análisis se agruparon los cráneos sin diferenciar el sexo.

Todos los ejemplos pertenecen a la época prehispánica del área de Mesoamérica.

MÉTODO

Para cada cráneo se colectó un total de 78 puntos craneométricos con el digitalizador Microscribe G2X, de Inmersion Corporation. El marco de referencia se estableció de acuerdo con tres puntos craneométricos

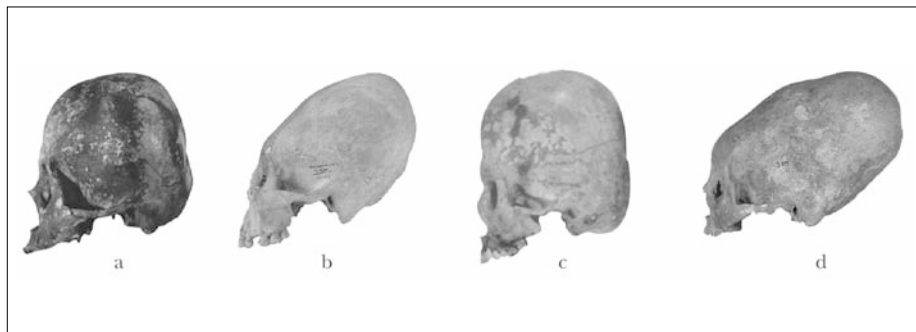


Figura 1. Vista de cuatro cráneos incluidos en el análisis. Norma lateral izquierda. a) Las Banquetas, b) Palenque, c) Pajón y d) occidente.

Cuadro 1
Cráneos incluidos en el análisis

Cráneo	Entidad	Deformación	Sexo	Edad
Pajón	Chiapas	Anular erecta	Masculino	Adulto
Occidente	Occidente	Anular oblicua	Masculino	Adulto
Palenque	Chiapas	Tabular oblicua	Femenino	Adulto
Banquetas	Chiapas	Tabular erecta	Femenino	Adulto
Cholula	Puebla	Tabular erecta	Masculino	Adulto
Angostura	Chiapas	Tabular erecta	Masculino	Adulto
Tlatilco	Estado de México	Sin deformar	Masculino	Adulto
Cueva del Coyote	Coahuila	Sin deformar	Femenino	Adulto

En el caso del ejemplar del occidente se desconoce su entidad de procedencia.

fijos sagitales (González-José y González-Martín 2004). Los datos del sistema de coordenadas (X, Y e Z) de cada uno de los puntos craneométricos obtenidos fueron recibidos en crudo en el programa Excel de Windows. La mayoría de los puntos craneométricos utilizados se establecieron apegados a los acuerdos internacionales que son referidos por diversos autores (Kherumian 1949, Romano 1956, Comas 1967, White 2000); además, se incluyeron otros que han sido empleados en morfometría geométrica (González-José y González-Martín 2004) (cuadro 2). Todos los puntos craneométricos considerados corresponden a puntos definidos a partir de referentes anatómicos y se encuentran respaldados, ya sea por la intersección de alguna sutura o por la anchura o altura de alguna estructura ósea.

La base de datos original se dividió para obtener conjuntos de puntos que definen regiones anatómicas. Para la posición frontal se diseñó un protocolo con una colección de 28 puntos craneométricos que definen básicamente dos componentes anatómicos: orbito-nasal y zigo-maxilar. En la posición lateral se emplearon 29 puntos craneométricos para definir la región facial (orbito-nasal y zigo-maxilar), glenoidea y mastoideo-occipital. Por último, para la posición basal el protocolo incluyó 21 puntos craneométricos que definen la región zigo-maxilar, glenoidea, esfeno-basilar y mastoideo-occipital (figura 2).

El sistema original de coordenadas de puntos craneométricos se procesó mediante el análisis generalizado de Procrustes (GPA), se hizo un ajuste por medio de *Thin-plate spline* (TPS) que modifica el área de

Cuadro 2
Puntos craneométricos usados en el análisis

1	Frontal	°	Lateral izquierdo				Oral
2	g		Zigomaxilar	zm i	ol		Zigomaxilar
3	mf d		Orbital	or i	zm d		Infrazigotemporal
4	so d		Ectoconquio	ek i	izt d		Fosa glenoidea
5	fm:o d		Frontomalar orbital	fm:o i	gle d		Mastoideal
6	ek d		Supraorbital	so i	ms d		Asterion
7	zyor d		Glabela	g	ast d		Inion
8	ekm d		Nasion	n	in		Asterion
9	zm d		Nasolateral	nal i	ast i		Mastoideal
10	ju d		Narial	nar i	ms i		Fosa glenoidea
11	fm:t d		Jugale	ss	gle i		Infrazigotemporal
12	ft d		Frontomalar temporal	pr	izt i		Zigomaxilar
13	ft i		Frontotemporal	ekm i	zm i		Punto alveolar
14	fm:t i		Frontomalar temporal	alp i	alp i		Foramen oval
15	ju i		Jugale	izt i	for i		Eurioncondillon
16	zm i		Zigomaxilar	lmk:2 i	eucon i		Opistion
17	ekm i		Ectomalar	aam i	o		Eurioncondillon
18	zyor i		Zigoorbital	po i	eucon d		Foramen oval
19	ek i		Ectoconquio	pam i	for d		Punto alveolar
20	fm:o i		Frontomalar orbital	iam i	alp d		Estaurion
21	so i		Supraorbital	ms i	sr		Basion
22	mf i		Maxilofrontal	i	ba		°
23	n		Nasion	ast i	°		°
24	pr		Prostion	en i	°		°
25	nar d		Narial	au i	°		°
26	nal d		Nasolateral	ra i	°		°
27	nar i		Nasolateral	szy i	°		°
28	ss		Narial	ju i	°		°
29	°		Subespinal	fm:t i	°		°
			°	ft i	°		°

d= Lado derecho

i= Lado izquierdo

una forma referencia definida por un sistema de coordenadas (X, Y o Z) de puntos craneométricos hasta corresponder con el área de otra forma objetivo (*target*).

Se emplearon los programas de la serie TPS (*Thin-Plate Spline*) desarrollada por F. James Rohlf, del Departamento de Ecología y Evolución de la Universidad Estatal de Nueva York. Con la herramienta *Relative Warp v1.35* se obtuvieron las variables del cambio uniforme en X y Y, el *centroid size*, los *partial warps* y *relative warps scores*, y se obtuvieron las gráficas de los consensos para cada norma (frontal, lateral y basal) con el modo de vectores. Para la comparación se empleó la herramienta *Thin-plate spline v1.18* de la serie TPS y *TwoGroup6* de la serie IMP (*Integrated Morphometric Package*), esta última diseñada por H. David Sheets, del Departamento de Física, Canisius College, Buffalo. Se obtuvo el valor *Goodalls F-Test*, los grados de libertad (df), el valor P asociado y la distancia entre medias de cada grupo.

RESULTADOS

Las gráficas consenso de las regiones frontal, lateral izquierda y basal del conjunto de cráneos mediante el modo de vectores muestran lo siguiente:

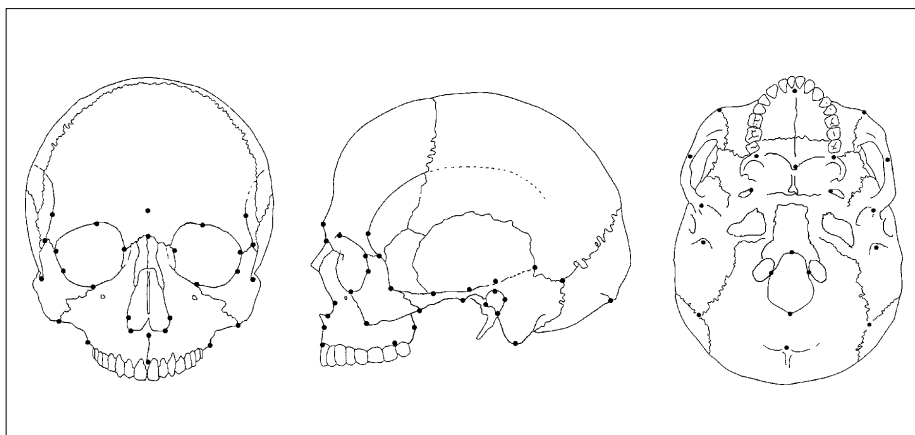


Figura 2. Esquema de puntos craneométricos.

En la norma frontal los puntos que presentan mayor dispersión son principalmente los que corresponden a la región zigo-maxilar. El prostion muestra una variación importante, al igual que los ectomolares de ambos lados. En la región nasal hay una variación considerable y más notable en los puntos inferiores como el subespinal y los laterales máximos de la abertura piriforme. En las órbitas la mayor variación está en los puntos inferiores (zygo-orbitales de ambos lados), y en los frontotemporales de ambos lados la dispersión es igualmente amplia.

Se aprecia que la trayectoria del cambio de cada vector se dirige longitudinalmente, es decir, hacia inferior y superior, y por otra parte, los puntos zigomaxilar y jugal de ambos lados tienden principalmente de manera transversal, es decir, la mayor variación captada se localiza en el tercio medio de la cara y en la porción inferior de éste con la principal dirección del cambio tendiente hacia abajo (figura 3).

En la norma lateral izquierda se confirma la variación de la región maxilar, en donde se presenta una amplia dispersión de los vectores del prostion y ectomalar; a pesar de ello, en la porción del tercio superior hay un cambio no captado en la norma anterior, el cual consiste en una amplia dispersión de los puntos superiores de las órbitas (supraorbital y frontomalar orbital), incluida la glabella, pero en dirección antero-posterior.

Por otra parte, los puntos del borde superior del cigomático (suprazygion, radicular y auricular) muestran una amplia variabilidad en dirección antero posterior. La mayor variación, en esta norma, se captó en las regiones astérica y mastoideo-occipital, que reúnen a los puntos entomion, asterion, inion y mastoidal, aunque este último junto con los del meato auditivo externo son de los menos variables. Hay que agregar que en estas regiones no hay una dirección definida claramente, es decir, la mayor variación se localiza hacia la parte posterior inferior del cráneo y en la región maxilar (figura 4).

En norma basal hay una gran dispersión de los vectores de casi todos los puntos. En la región mastoideo-occipital la variación es mayor aunque no muestra dirección precisa del cambio. En la región eseno basilar la dispersión de los puntos también es amplia, sobre todo los puntos más sagitales (basion, opistion y eurocondilion de ambos lados); en esta región la dirección del cambio morfológico tiende antero-posteriormente. En la parte más posterior de la región zigo-maxilar

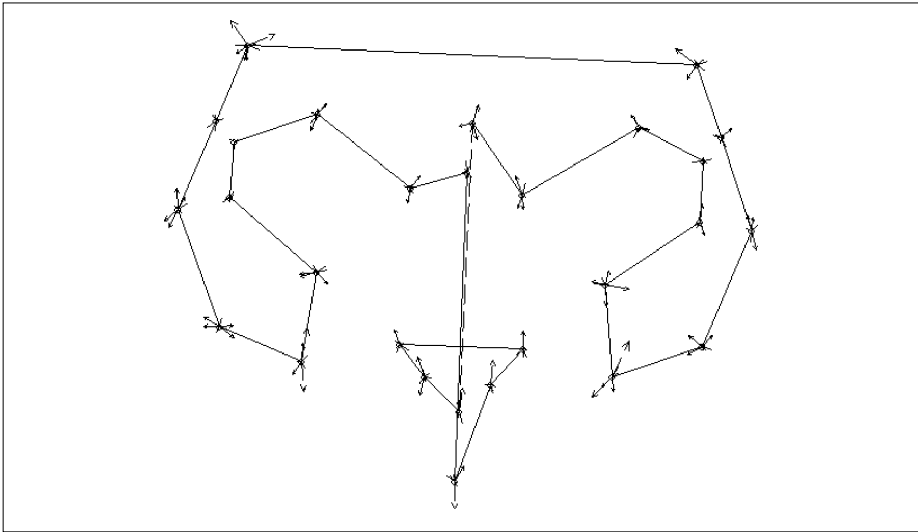


Figura 3. Variación de cada uno de los puntos craneométricos visualizada en norma frontal. Gráfica *consensus* con el modo de *vectores* de ocho cráneos (seis deformados y dos no deformados) a partir de 28 puntos craneométricos. Dispersión sin exagerar.

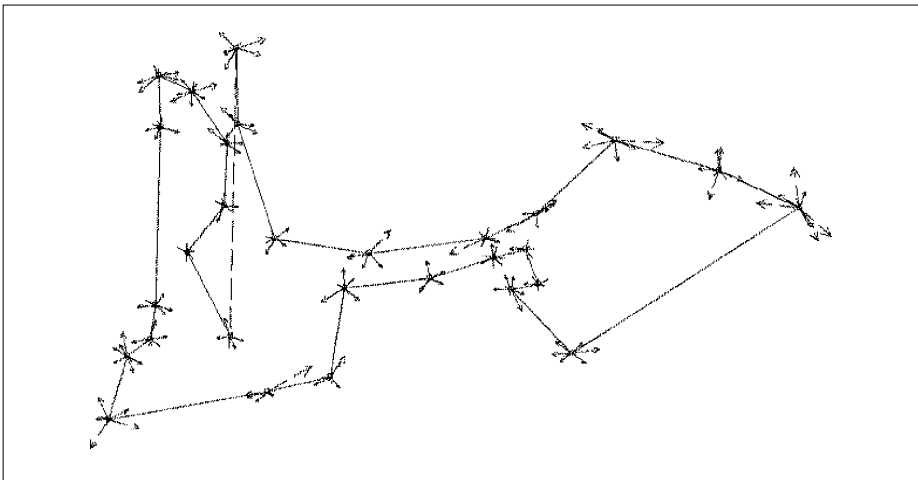


Figura 4. Variación de cada uno de los puntos craneométricos visualizada en norma lateral izquierda. Gráfica *consensus* con el modo de *vectores* de ocho cráneos (seis deformados y dos no deformados) a partir de 29 puntos craneométricos. Dispersión sin exagerar.

y glenoidea igualmente hay una amplia dispersión tendiente hacia posterior, lo cual se ve claramente en los puntos alveolares de ambos lados. En los extremos más laterales de la región esfeno basilar la dirección del cambio tiende lateral o transversalmente, es decir, existe una amplia variación en todos los puntos, los más sagitales tienden antero-posteriormente mientras que los más laterales lo hacen transversalmente (figura 5).

Las parrillas de superposición asociadas con los principales efectos de cambio debidos a la deformación muestran lo siguiente:

En norma frontal se observa un aumento en altura sobre todo en las regiones laterales, mientras que en la porción media o sagital la altura disminuye; la porción superior cráneo-facial es más ancha contraria a la inferior. En la norma lateral se aprecia un acortamiento del cráneo, aumento en la protrusión, las órbitas son más altas y paralelas y los cigomáticos están más curvados hacia abajo. En la norma basal es más

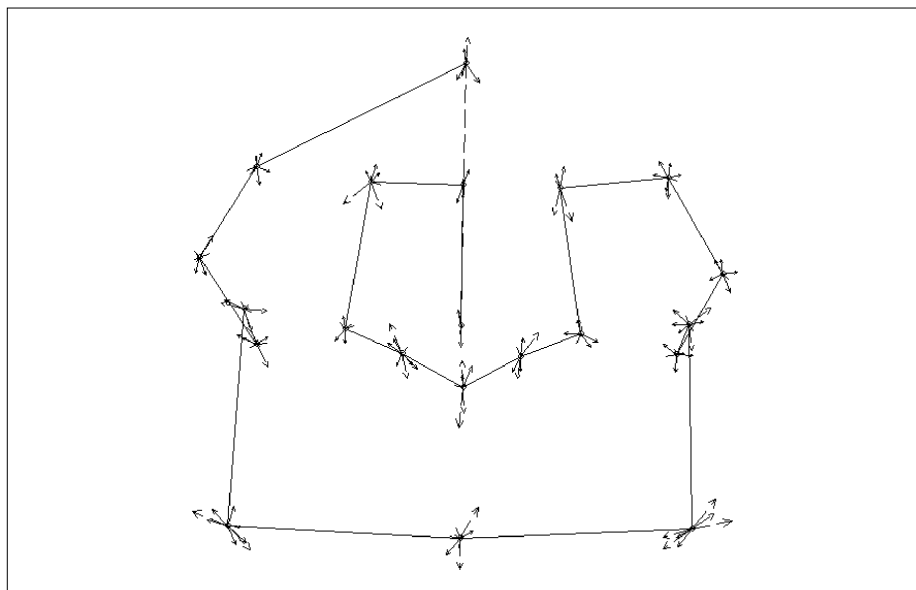


Figura 5. Variación de cada uno de los puntos craneométricos visualizada en norma basal. Gráfica *consensus* con el modo de *vectores* de ocho cráneos (seis deformados y dos no deformados) a partir de 21 puntos craneométricos. Dispersión sin exagerar.

evidente el acortamiento y ensanchamiento del cráneo; la porción esfeno-basilar participa de manera significativa en ello, aproximadamente desde el centro de la base del cráneo hay un ensanchamiento y sagitalmente un alargamiento, pero no en general sino de la parte media hacia anterior, es decir, una expansión desde basion hasta prosthion.

El *test F* de Goodalls presenta valores bajos, es decir, las distancias de Procrustes entre la forma de referencia y la forma objetivo presenta valores bajos; dicho de otra manera, para ajustar la morfología cráneo facial y de la base de un cráneo sin deformar hasta la de uno deformado se requiere un desplazamiento mínimo. A su vez, el valor *P* sólo presenta diferencias significativas ($P < 0.05$) en el caso de la norma lateral izquierda, lo cual no significa que no existan diferencias en las otras dos normas, sino que por término medio no pueden apreciarse (figura 6).

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

De manera clara se pudieron valorar los efectos influenciados por la DCI en el redireccionamiento del crecimiento del neuro-cráneo en la facia y base del cráneo.

En general, las regiones más afectadas son la parte media de la base del cráneo y el tercio superior cráneo-facial. El complejo orbital muestra un cambio en altura, la porción superior participa en mayor magnitud, es decir, en los cráneos deformados las órbitas tienden a la hipsiconquia. Respecto a la posición, las órbitas están conclclinadas, o sea, hay una disminución en la pendiente entre el punto supraorbital y el zigoorbital. De igual manera, el complejo nasal se afectó en su altura, pero en sentido inverso, tendiente a la leptorrinia. En el componente zigo-maxilar, de los ejemplares deformados, se observa una tendencia al prognatismo.

Es evidente un ensanchamiento de la parte media de la base del cráneo, en donde intervienen claramente las regiones esfeno-basilar y mastoideo-occipital. En esta misma norma craneal (basal) se confirma el aumento en el prognatismo, y se puede observar un aumento sagital de la longitud a partir de la sección media de la base del cráneo. Este ensanchamiento del cráneo debido a la DCI ha sido reportado por va-

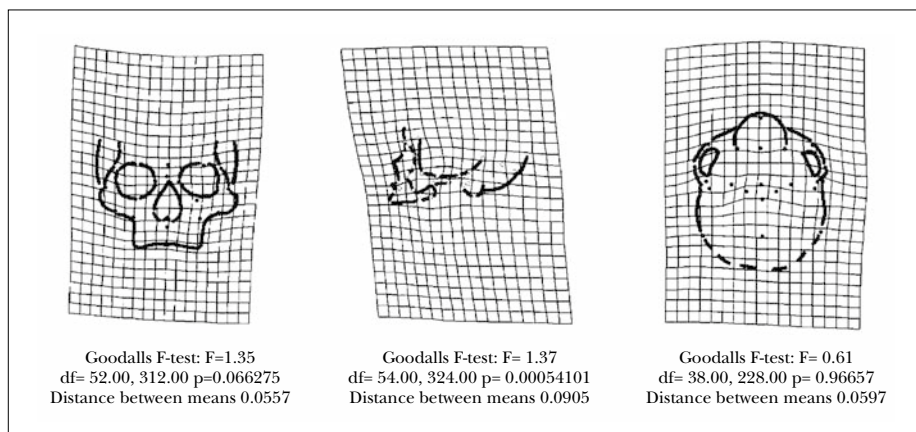


Figura 6. Superposición con morfometría geométrica de la variación de cráneos deformados y no deformados. Parrillas de deformación (*Thin-plate spline*) obtenidas con la superposición generalizada de Procrustes de la forma de referencia (consenso de los cráneos no deformados) y la forma objetivo (cráneos deformados); normas frontal, lateral izquierda y basal. Se incluyen los valores del *test* F de Goodalls, los grados de libertad (df), el valor de significancia (P) y la distancia entre medias.

rios autores, entendiendo que el aplanamiento, en el caso de los tabulares, restringe el desarrollo del neuro-cráneo, lo que da por resultado un acortamiento en la dimensión antero-posterior y un ensanchamiento en la dimensión medio lateral (Khon *et al.* 1993, Cheverud y Midkiff 1992, Cheverud *et al.* 1992).

Antón (1989), al comparar cráneos anulares y tabulares, observa que hay cambios importantes en el cráneo facial directamente relacionados con la DCI; muestra un incremento en la altura de las órbitas causado por la elevación del borde supraorbital y un desplazamiento contrario del borde inferior orbital. Brown-Limón *et al.* (1997) mencionan que a causa de la DCI hay una afectación considerable en las órbitas; siendo las de los deformados más altas, menos anchas, más paralelas y menos profundas. Además de ello, en los casos donde se colocaba el plano compresor de manera asimétrica se produjeron alteraciones craneofaciales semejantes a la plagiocefalia, lo que provocó hipertropía en bloque debida a una distopía vertical y consecuentemente presencia de estrabismo.

En general, se entiende que los efectos de la DCI son resultado de un reajuste del crecimiento craneal; sin embargo, existen otras alteraciones que más bien son debidas a efectos compensatorios y al logro del equilibrio en el crecimiento y desarrollo cráneo-facial.

Recordemos que el crecimiento facial progresivo es un fenómeno diferencial, en el cual cada uno de los muchos componentes madura antes o después de otros, hasta magnitudes diferentes en regiones distintas y en una diversidad de direcciones desiguales (Enlow 1992). A su vez, el crecimiento y desarrollo cráneo-facial es un proceso encaminado hacia un estado de equilibrio funcional y estructural, el agrandamiento de la forma geométrica cráneo-facial es un proceso acumulativo, por lo que la modificación de su direccionalidad motiva un desequilibrio en todo el conjunto, que afecta en distinta magnitud las regiones craneales. En el caso de la DCI, considerando que la aplicación de vectores deformantes (aparatos, cunas o bandas) se suspendía cuando los infantes comenzaban a caminar, todos los efectos deben ser entendidos como producto del crecimiento; de ahí que las regiones mayormente afectadas sean las de temprano desarrollo, como la base del cráneo, y las menos afectadas sean las que se desarrollan posteriormente, como la cráneo-facial.

En resumen, podemos entender que hay cambios causados directamente por la DCI y otros compensatorios que surgieron en el proceso de equilibrio morfogenético craneal. Pucciarelli (1978) observa que el nivel de afectación provocado por la DCI está relacionado con la participación funcional de las estructuras; menciona que hay una correlativa estabilidad en las estructuras con menor plasticidad, e identifica cambios primarios o debidos al remodelamiento de la forma cráneo-cerebral y cambios secundarios o por compensación en el crecimiento.

Agradecimientos

Al doctor Antonio González-Martín, de la U. D. de Antropología Física, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, por su apoyo y el préstamo del digitalizador MicroScribe; a la doctora Neus Martínez Abadías y al doctor Rolando González-José, por compartir sus conocimientos en morfometría geométrica.

REFERENCIAS

ANTON, SUSAN

- 1989 Intentional cranial vault deformation and induced changes of the cranial base and face, *American journal of physical anthropology*, 79: 253-267.

BAUTISTA, J.

- 2001 Alteraciones culturales en el cuerpo del hombre prehispánico, *Estudios mesoamericanos*, núms: 3-4, 3-12, Programa de Maestría y Doctorado en Estudios Mesoamericanos, UNAM, México.
- 2004 *Evidencias de deformación cefálica intencional en figurillas prehispánicas de México*, tesis doctoral, UNAM, México.

BAUTISTA, J., E. LIMÓN DE BROWN Y A. BROWN-LIMÓN

- 2000 La deformación craneana intencional y algunas alteraciones oculares, *Investigaciones en biodiversidad Humana*, 183-189, Sociedad Española de Antropología Biológica, España.

BROWN-LIMÓN, A., J. BAUTISTA, E. LIMÓN DE BROWN

- 1997 Plagiocefalia cultural y sus posibles alteraciones estrabológicas, *Revista mexicana de oftalmología*, 71(4): 144-152, México.

COMAS, JUAN

- 1967 *Manual de antropología física*, Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Antropológicas, México.

CHEVERUD, J. Y J. MIDKIFF

- 1992 Effects of fronto-occipital cranial reshaping on mandibular form, *American Journal of Physical Anthropology*, 87: 167-171.

CHEVERUD, J., L. KOHN, L. KONISBERG Y S. LEIGH

- 1992 Effects of fronto-occipital cranial vault modification on the cranial base and face, *American journal of physical anthropology*, 88: 323-345.

DEMBO, A. Y J. IMBELLONI

- 1838 *Deformaciones intencionales del cuerpo humano de carácter étnico*, Biblioteca Humanoir, Buenos Aires, Argentina.

ENLOW, DONALD

- 1992 *Crecimiento maxilofacial*, tercera edición, Interamericana McGraw Hill, México.

GONZÁLEZ, S., J. JIMÉNEZ-LÓPEZ, R. HEDGES, D. HUDDART, J. OHMAN, A. TURNER, J. POMPA Y PADILLA

- 2003 Earliest humans in the Americas: new evidence for México, *Journal of human evolution*, (44): 379-387.

GONZÁLEZ-JOSÉ, ROLANDO Y ANTONIO GONZÁLEZ-MARTÍN

- 2004 Protocolo para el proyecto: Buscando Aztlán, un estudio de las afinidades biológicas y el posible origen de los mexicas, Universitat de Barcelona (inédito).

GOTTLIEB, KAREN

- 1978 Artificial cranial deformation and the increased complexity of the lamboid suture, *American journal of physical anthropology*, 48: 213-214.

KHERUMIAN, R.

- 1949 Répertoire des points craniométriques et anthropométriques, *Revue de morpho-physiologie humaine*, 2: 11-32, París.

KOHN, L., S. LEIGH, S. JACOBS Y J. CHEVERUD

- 1993 Effects of anular cranial vault modification on the cranial base and face, *American Journal of Physical Anthropology*, 90: 147-168.

KONIGSBERG, L., L. KOHN Y J. CHEVERUD

- 1993 Cranial deformation and nonmetric trait variation, *American journal of physical anthropology*, 90: 35-48.

LIMÓN DE BROWN, E. Y J. BAUTISTA

- 1988 Método para el análisis morfoantropológico de las órbitas, *Revista mexicana de oftalmología*, 62(2): 65-72, México.

- 1992 Técnica para estudiar las deformidades orbitarias resultantes de la plagiocefalia, T. Jaén, J. Fernández y J. Poma y Padilla (coordinadores), *Antropología física, Anuario 1991*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

MCNEILL, W. Y G. NEWTON

- 1965 Cranial base morphology in association with intentional cranial vault deformation, *American journal of physical anthropology*, 23: 241-254.

O'LOUGHLIN, VALERIE

- 1996 Comparative endocranial vascular changes due to craniosynostosis and artificial cranial deformation, *American journal of physical anthropology*, 101: 369-385.
- 2004 Effects of different kinds of cranial deformation on the incidence of Wormian bones, *American journal of physical anthropology*, 123: 146-155.

OSSENBERG, NANCY

- 1970 The influence of artificial cranial deformation on discontinuous morphological traits, *American journal of physical anthropology*, 33: 357-372.

PUCCIARELLI, H.

- 1978 The influence of experimental deformation on craniofacial development in rats, *American journal of physical anthropology*, 48: 455-462.

ROMANO, A.

- 1956 *Los restos óseos de la cueva de La Candelaria, Coahuila. Craneología*, tesis de maestría, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- 1972 Cráneo precerámico con deformación intencional, *Boletín del INAH*, segunda época, (1): 35-36, México.
- 1974 Deformación cefálica intencional, J. Romero (coordinador editorial), *Antropología física. Época prehispánica. III*, SEP-INAH, México.
- 1996 La craneología antropológica en México, S. López, C. Serrano y L. Márquez (editores), *La antropología física en México, estudios sobre población antigua y contemporánea*, UNAM, México.

SLICE, DENNIS

- 2005 Modern morphometrics, Dennis Slice (editor), *Modern morphometrics in physical anthropology*, Rusell H. Tuttle, University of Chicago.

TERAMOTO, A. Y J. POMPA Y PADILLA

- 2005 Efectos de la deformación cefálica intencional sobre el hueso mandibular, *Ortodoncia*, 4: 646-650, México.

VAN DER MOLEN, S., N. MARTÍNEZ Y R. GONZÁLEZ-JOSÉ

- 2004 *Manual del curso teórico práctico: introducción a la morfometría geométrica*, Universitat Autònoma de Barcelona, Universitat de Barcelona, España.

WHITE, CHRISTINE

1994 Sutural effects of fronto-occipital cranial modification, *American journal of physical anthropology*, 100: 397-410.

WHITE, T. D.

2000 *Human osteology*, Second Edition, Academic Press. Inc. EUA.