

INFLUENCIA DE LA DEFORMACION ARTIFICIAL DEL CRÁNEO SOBRE LA MORFOLOGIA FACIAL: IMPLICANCIAS PARA LOS ESTUDIOS DE RELACIONES EVOLUTIVAS INTER-POBLACIONALES

Sergio I. Perez

PALABRAS CLAVE: Morfometría geométrica, Esqueleto craneofacial, Genealogías, Poblaciones locales humanas, Extremo sur de Sudamérica

RESUMEN: La práctica de la deformación artificial del cráneo fue un fenómeno ampliamente extendido durante tiempos prehistóricos en varias regiones del mundo. El empleo de la información morfométrica craneofacial en el estudio de relaciones evolutivas se sustenta en varios supuestos, entre los cuales el que señala que la variación en estos rasgos refleja considerable variación heredable es uno de los más importantes. La presencia de las alteraciones artificiales ha determinado que los análisis morfométricos de relaciones evolutivas efectuados en el extremo sur de Sudamérica se centren en el esqueleto facial. Sin embargo, no hay acuerdo sobre si la deformación artificial del cráneo influye en la morfología facial y por lo tanto en la variación inter-poblacional en esta estructura. El presente trabajo tiene como objetivo analizar la influencia de las deformaciones artificiales sobre la variación morfométrica inter-poblacional en el esqueleto facial en el área comprendida por Pampa, Patagonia, Cuyo y Noroeste Argentino. Análisis de morfometría geométrica son efectuados con este fin. Los resultados obtenidos indican la existencia de un efecto leve de la deformación anular sobre la variación morfométrica facial inter-poblacional (cuando con-

División Antropología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

e-mail: iperez@fcnym.unlp.edu.ar

Correspondencia a: Dr. Sergio I. Perez. Calle 9 N° 317 e/ 528 y 529. 1900 La Plata. Argentina. Tel: 54-221-425-9819

e-mail: iperez@fcnym.unlp.edu.ar o ivanperezmorea@hotmail.com

Recibido: 9 Julio 2006; aceptado 14 Agosto 2006.

sideramos los dos primeros relative warps), siendo destacable que no existen diferencias debidas a la deformación cuando se analiza todo el espacio de forma (i.e. distancias Euclidianas). Por lo tanto, es posible concluir que la influencia indirecta de la deformación artificial sobre la estructura facial no genera variaciones mayores a las debidas a las diferencias inter-poblacionales causadas por factores de origen heredable, climático, etc., entre cada población local en el área de estudio. *Rev. Arg. Antrop. Biol.* 8(1): 37-55, 2006.

KEY WORDS: Geometric morphometrics, Craniofacial skeleton, Genealogies, Human local populations, Southernmost South America

ABSTRACT: The practice of artificial cranial deformation was a widespread phenomenon in several regions of the world during prehistoric times. The use of morphological craniofacial data to determine evolutionary relationships in human populations is supported by several assumptions, being the most important that these traits mainly reflect genetic variation. The facial skeleton was the most widely used among cranial structures to study Southernmost South American populations, due to the high frequency of cranial deformation found in these groups. However, an agreement has not been reached on the effects of artificial deformation over facial shape, and their putative influence on the inter-population pattern of differences. A primary goal of this paper is to study the effect of artificial cranial deformation on inter-populations shape variation in Pampa, Patagonia, Cuyo and Argentinean northwest regions. Craniofacial morphological data is analyzed by means of geometric morphometric techniques. The results obtained point out that the annular deformation has a low effect on facial inter-population shape variation, being remarkable that there are no differences due to deformation when whole shape variation is compared (i.e. Euclidean distance). In conclusion, the artificial deformation generates a small effect on inter-population facial variation in the studied area. *Rev. Arg. Antrop. Biol.* 8(1): 37-55, 2006.

INTRODUCCION

La práctica de la deformación artificial del cráneo fue un fenómeno ampliamente extendido durante tiempos prehistóricos en varias regiones del mundo, con una frecuencia particularmente elevada en América (Imbelloni, 1933; Dembo e Imbelloni, 1938). Numerosos estudios fueron efectuados a fines del siglo XIX y durante la primera mitad del XX (Gosse, 1855; Broca, 1878; Hrdlicka, 1912; Imbelloni, 1924-25; Dembo e Imbelloni, 1938; Neuman, 1942) con el fin de construir clasificaciones de las deformaciones. Estos estudios procedieron fundamentalmente agrupando visualmente los cráneos que presentaban similitudes en su morfología externa (para una descripción de estos métodos ver Imbelloni, 1923 y Bórmida, 1953-54), una metodología que está sujeta a importantes errores de ob-

servación (principalmente error inter-observador). Las técnicas morfoscópicas de análisis, así como la aproximación tipológica que caracterizó esta fase de la investigación en antropología física (Hunt, 1981), generaron confusión en el análisis de la variabilidad en las deformaciones craneales artificiales, llevando a la propuesta de múltiples clasificaciones. Durante la primera mitad del siglo XX fueron desarrollados métodos morfométricos alternativos a las técnicas morfoscópicas -basados en distancias lineales entre puntos, planos y ángulos (v.g. Imbelloni, 1923; 1924-25; Dembo e Imbelloni, 1938)- y a su vez hubo un creciente interés por construir clasificaciones basadas en las causas inferidas de las diferentes deformaciones (Antón, 1989). Sin embargo, todas las alternativas se centraron en una visión principalmente tipológica de las clasificaciones. Junto con la clasificación estos primeros trabajos tenían entre otros objetivos, emplear las deformaciones del cráneo como características culturales o marcadores étnicos en el análisis de restos óseos humanos (Imbelloni, 1933; Bórmida, 1953-54; Weiss, 1973; más recientemente pueden citarse Munizaga, 1992; Torres-Rouff, 2002) e investigar como la presencia de deformaciones craneales afectaban las clasificaciones raciales (Dembo e Imbelloni, 1938; Bórmida, 1953-54). Los estudios más recientes están relacionados principalmente con este último objetivo, interesándose, en los efectos secundarios de la deformación craneal artificial sobre la base del cráneo y el esqueleto facial (Pucciarelli, 1978; Antón, 1989; Cheverud et al., 1992; Kohn et al., 1993; Frieß y Baylac, 2003, para una revisión más exhaustiva, ver Antón 1989), así como también en el modo en que estos cambios en el esqueleto craneofacial asociados a las deformaciones pueden alterar las distancias morfométricas inter-poblacionales (Cocilovo, 1975; González-José, 2003). Estos análisis se han basado en las clasificaciones visuales tradicionales (aquellas realizadas por Hrdlicka, 1912; Dembo e Imbelloni, 1938; Neuman, 1942; entre otros) junto con el empleo de aproximaciones morfométricas nuevas y más poderosas (Cheverud et al., 1992; Kohn et al., 1993; Frieß y Baylac, 2003).

El estudio de relaciones evolutivas definidas como relaciones principalmente genéticas, indicadoras de parentesco, entre grupos (Rohlf, 2000; Posada y Crandall, 2001) es de particular importancia ya que permite inferir el aporte diferencial de procesos microevolutivos (flujo y deriva génica) y eventos históricos no recurrentes (expansión o contracción geográfico-demográfica y reemplazo poblacional) a la variación biológica humana de una región (Relethford y Lees, 1982; Templeton, 1998). El empleo de la información morfológica craneofacial en el estudio de relaciones evolutivas se sustenta en varios supuestos, entre los cuales el que señala que la variación en estos rasgos refleja considerable variación heredable, es uno de los más importantes (Relethford y Lees, 1982). La presencia de las alteraciones artificiales (uno de los factores más importantes de información no-herede-

dable en muestras humanas Americanas) que afectan principalmente al neurocráneo (Cocilovo, 1975; Antón, 1989), ha determinado que los análisis morfométricos efectuados en el área, tendientes a establecer la variación inter-poblacional con significado evolutivo, se centren en el esqueleto facial (Cocilovo, 1975; Cocilovo y Di Rienzo, 1984-85; Rothhammer y Da Silva, 1990; Cocilovo y Guichón, 1994; González-José, 2003). Sin embargo, no hay acuerdo sobre si la deformación artificial del cráneo influye en la morfología facial y por lo tanto en la variación inter-poblacional en esta estructura (Cocilovo, 1973; Antón, 1989; Cheverud et al., 1992; Kohn et al., 1993; Sardi y Pucciarelli, 2001; González-José, 2003, para una revisión más profunda ver Antón, 1989).

El registro bioarqueológico del extremo sur de Sudamérica, está caracterizado por sitios con una frecuencia alta de individuos con el cráneo deformado artificialmente (Imbelloni, 1923; 1924-25; Dembo e Imbelloni, 1938; Bórmida, 1953-54; Cocilovo, 1973; Sardi y Pucciarelli, 2001; Berón y Baffi, 2003; Perez, 2006). El presente trabajo tiene como objetivo analizar la influencia de las deformaciones artificiales sobre la variación morfométrica inter-poblacional en el esqueleto facial en este área. Varias muestras procedentes de la Pampa, Patagonia, Cuyo y Noroeste Argentino serán empleadas con este fin (Figura 1). Los análisis morfométricos serán efectuados por medio de técnicas de la morfometría geométrica (Adams et al., 2004) basadas en landmarks (i.e. puntos morfológicos anatómica o geoméricamente homólogos) y semilandmarks (i.e. puntos espaciados regularmente a lo largo de un contorno) (Bookstein, 1991; 1997).

MATERIAL Y METODOS

Los especímenes empleados en este trabajo corresponden a muestras de individuos adultos jóvenes y medios (ca. 20-49 años; Buikstra y Ubelaker, 1994) de ambos sexos provenientes de La Pampa, Patagonia, Cuyo y Noroeste Argentino (Figura 1; Tabla 1). El sexo y la edad de los individuos estudiados fueron determinados en base a caracteres morfológicos del cráneo y de la pelvis (Buikstra y Ubelaker, 1994). La selección de las muestras a analizar estuvo en relación con el objetivo de este trabajo. Se reunieron los individuos adultos considerando el sexo y la región geográfica, utilizando muestras provenientes generalmente de una región geográfica acotada que presentaran deformaciones artificiales agrupables en una única categoría (Figura 1; Tabla 1). Esto permite eliminar otras fuentes de variación en la muestra que son independientes de la deformación (v.g. diferencias inter-poblacionales en el interior de una muestra) y que pueden enmascarar los resultados obtenidos (Cheverud et al., 1992; Kohn et al., 1993).



Figura 1

Ubicación geográfica de las muestras analizadas en este trabajo. Las abreviaturas se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1

Composición de la muestra

Abr.	Muestra	F	M	Referencias
VC	Valles Calchaquies	15	17	Catálogo del ME; Lehmann-Nitsche 1910 (MLP)
SJ	San Juan	17	17	Catálogo del ME; Lehmann-Nitsche 1910 (MLP)
Ma	Mapuches	16	15	Lehmann-Nitsche 1910
SB	San Blas	15	18	Catálogo del MLP; Lehmann-Nitsche 1910 (MLP)
LJ	Lag. del Juncal 1 y 2	11	17	Catálogo del ME
VCh	Valle inferior Río Chubut	36	39	Lehmann-Nitsche 1910 (MLP)
COPC	Centro-Oeste Patagonia Continental	16	13	Goñi et al., 2002 (INAPL); Lehmann-Nitsche 1910 (MLP)
SPC	Sur Patagonia Continental	7	13	Catálogo del IPA; Catálogo del MRG
Total		133	149	

Las muestras analizadas se encuentran depositadas en la División Antropología del Museo de La Plata (MLP), en el Museo Etnográfico “Juan B. Ambrosetti” de Buenos Aires (ME), en el Instituto de la Patagonia Austral de Punta Arenas (IPA), en el Museo Regional Provincial “Padre Manuel Jesús Molina” de Río Gallegos (Santa Cruz) (MRG) y en el Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericanos (Buenos Aires) (INAPL).

Para efectuar los estudios inter-poblacionales se analizaron las coordenadas de 8 landmarks (■) y 74 semilandmarks (●) registrados sobre las imágenes de los cráneos en norma frontal (Figura 2a), mientras que las coordenadas de 2 landmarks (■) y 78 semilandmarks (●) registrados en norma lateral (Figura 2b) fueron empleadas en el estudio de las deformaciones presentes en cada área. Estas imágenes fueron obtenidas con los cráneos posicionados en el plano de Frankfurt utilizando una cámara digital Olympus Camedia C-3030. Las imágenes de los individuos fueron procesadas con el programa MakeFan6 (Sheets, 2003), que permite la colocación de líneas con un mismo desplazamiento angular (i.e. fans) a lo largo de un contorno, lo cual posibilita un espaciamiento más regular de las coordenadas de los semilandmarks. Las coordenadas de landmarks y semilandmarks observadas en la Figura 2 fueron registradas empleando el programa tpsDIG 1.40 (Rohlf, 2004).

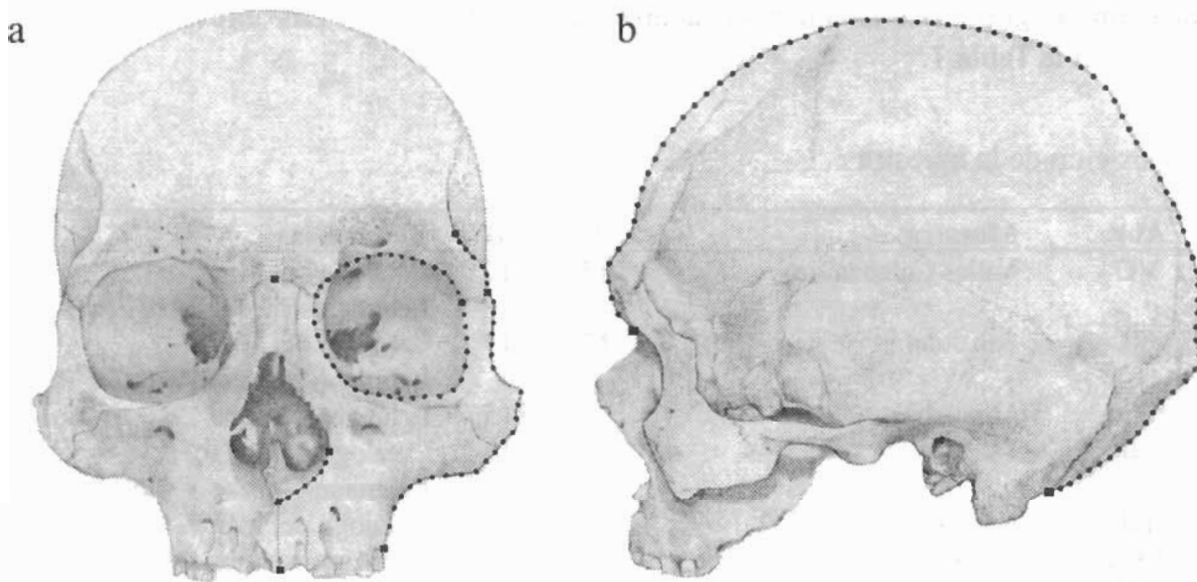


Figura 2

a) landmarks (■) y semilandmarks (●) registrados en 2 dimensiones sobre norma frontal; b) landmarks y semilandmarks registrados en 2 dimensiones sobre norma lateral.

Las coordenadas de landmarks y semilandmarks fueron ajustadas utilizando el criterio de los cuadrados mínimos o Análisis Procrustes Generalizado (Generalized Procrustes Analysis; Rohlf y Slice, 1990) y a su vez, los semilandmarks fueron deslizados a lo largo del contorno por medio del criterio de proyección perpendicular o distancia Procrustes mínima (Bookstein et al., 2002; Sheets et al., 2004; Perez et al., 2006). La función thin-plate spline fue utilizada para mapear las diferencias entre los especímenes y la referencia, en un espacio tangente (i.e. Euclidiano) al generado por la superposición Procrustes (Rohlf, 1999; Slice, 2001) y de este modo obtener un conjunto de variables de forma (partial warps y vectores del componente uniforme; Bookstein, 1991). Un análisis de componentes principales [denominado análisis de relative warps (RW) en morfometría geométrica], efectuado a partir de los partial warps y de los vectores del componente uniforme (Bookstein, 1991; Rohlf, 1993), fue empleado para comparar las configuraciones de landmarks y semilandmarks. Los programas Semiland6 (Sheets, 2003) y tpsRelw 1.40 (Rohlf, 2004) fueron usados para superponer las coordenadas de landmarks y semilandmarks, así como también para deslizar las coordenadas de semilandmarks a lo largo del contorno, minimizando la distancia Procrustes entre cada espécimen y la referencia. Los partial warps, los vectores de variación uniforme, así como los componentes principales obtenidos a partir de los mismos (Rohlf, 1993; 1996), fueron calculados por medio del programa tpsRelw 1.40 (Rohlf, 2004). El parámetro alfa fue usado con un valor de 0, lo cual permite incluir todas las escalas geométricas de variación (Rohlf, 1993; 1996).

En primer lugar, para cada muestra (Tabla 1) se calcularon los relative warps, en base a las coordenadas de landmarks y semilandmarks en norma lateral, con el fin de describir la variación en el contorno del esqueleto neurocraneano, relacionada con la deformación artificial. Los scores de los relative warps describen los ejes ortogonales de mayor variación en la muestra. Dentro de cada muestra que contiene individuos con y sin deformación, el primer eje representa el “eje de deformación” en base al cual fueron determinados los individuos deformados y no deformados (Colantonio y Marcellino, 1996; Perez y Barrientos, 2003; Perez, 2006). En particular, en aquellas muestras que presentan una distribución discontinua a lo largo del primer RW se empleo esta discontinuidad para separar individuos deformados de no deformados. En cambio, cuando la distribución de los individuos es continua se exploró la variación en forma, en las grillas de deformación calculadas a lo largo del RW1 y en función de esto se estableció un punto de corte entre estos dos grupos (Perez, 2006). En las muestras en las cuales los individuos deformados no se separan “naturalmente” en el espacio multivariado de los no deformados, esta aproximación evita la subjetividad de generar visualmente una serie de cambio en forma, pero no evita tomar una decisión acerca de en que punto se encuentra la transición entre estos dos grupos.

Finalmente para efectuar los análisis de relaciones inter-poblacionales se calcularon, para los landmarks y semilandmarks en norma frontal, los consensos (i.e. referencia o individuo medio) de las muestras de individuos de ambos sexos (Tabla 1), incluyendo cráneos deformados (D), no deformados (ND) y no deformados en conjunto con los deformados (D+ND). En base a estos consensos se efectuó un análisis de relative warps y sobre los scores de los mismos se realizó un análisis Procrustes (PROTEST) (Peres-Neto y Jackson, 2001), para conocer el grado de correspondencia entre los conjuntos de datos (consensos de D, ND y D+ND). El estadístico Procrustes ha sido propuesto para comparar conjuntos de datos multivariados en lugar de la prueba de Mantel, ampliamente usada en estudios de ecología y evolución (Peres-Neto y Jackson, 2001). Los análisis comparativos de ambas pruebas han mostrado que PROTEST es tanto o más poderoso que la prueba de Mantel para detectar asociaciones de matrices en circunstancias variadas (Peres-Neto y Jackson, 2001). Para realizar el análisis de Procrustes se procede del siguiente modo: a) las ordenaciones en varias dimensiones son escaladas y rotadas con el fin de encontrar una superposición óptima que maximice su ajuste; b) la potencia cuadrada de la suma de los residuos (ss) entre configuraciones en su superposición óptima puede ser usada como una métrica de asociación [$m_{12} = (\Sigma 1 - ss)^2$; Gower, 1971; Peres-Neto y Jackson, 2001] y c) un procedimiento de permutación (n: 10000) (PROTEST) fue usado para conocer la significación estadística del ajuste Procrustes (Peres-Neto y Jackson, 2001). Los análisis de Procrustes y PROTEST fueron efectuados usando el paquete vegan 1.4.4 para R 1.9.1 (Ihaka y Gentleman, 1996).

RESULTADOS

En la Tabla 2 se presenta la cantidad de individuos deformados y no deformados en cada muestra analizada. La muestra de individuos femeninos de San Juan y Sur de Patagonia continental posee muy pocos casos de individuos deformados, por lo cual fueron excluidos de los estudios subsiguientes. Deformaciones con características morfométricas diferentes pueden observarse en algunas áreas (Figura 3). La muestra de los Valles Calchaquíes presenta una deformación caracterizada por una compresión en la región occipital y otra más leve en la frontal (Figura 3a). Por otro lado, la muestra de Laguna del Juncal presenta una compresión más importante en la región occipital y otra en la frontal (Figura 3b). Finalmente, la muestra de San Blas (Figura 3c) presenta una compresión en la región del lambda y una expansión en el frontal. La distribución de los individuos en el espacio generado por los scores del análisis de relative warps (RW) muestra que únicamente la muestra de Laguna del Juncal presenta una clara diferenciación en forma entre los individuos deformados y los no deformados (Figura 3). Las otras muestras analizadas presentan patrones similares a

los presentados en la Figura 3 y no se muestran en este trabajo por razones de espacio. En particular, la deformación observada en la muestra de San Juan presenta similitudes morfométricas con la muestra de Valles Calchaquíes, las de las muestras de Mapuches y Valle inferior del Río Chubut presentan similitudes con la deformación observada en San Blas y finalmente las muestras del Centro Oeste y Sur de Patagonia continental presentan una deformación semejante en forma, pero más leve, a la presente en San Blas.

Tabla 2

Cantidad de individuos deformados (D) y no deformados (ND) en cada muestra estudiada. F: Femeninos; M: Masculinos

Muestra	F-D	F-ND	M-D	M-ND
VC	9	6	10	7
SJ	2	15	5	12
Ma	8	8	7	8
SB	8	7	10	8
LJ	4	7	7	10
VCh	18	18	20	19
COPC	5	11	4	9
SPC	2	5	6	7
Total	56	77	69	80

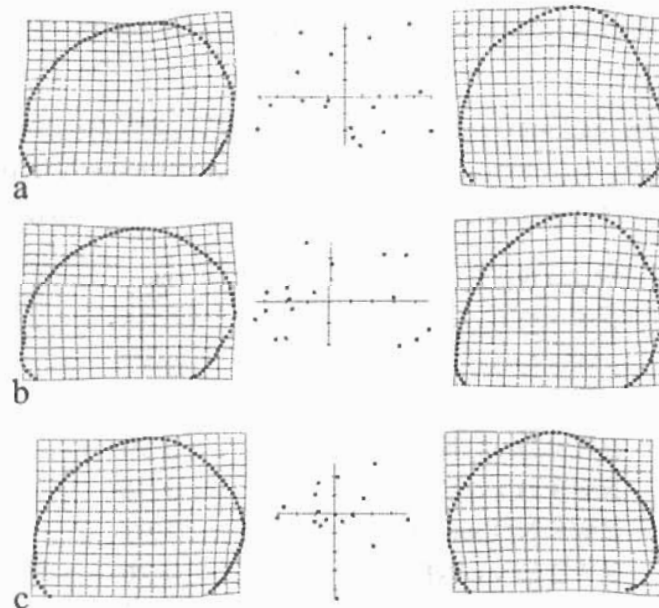


Figura 3

Análisis de relative warps (los dos primeros scores más las grillas de deformación asociadas a los mismos) sobre los individuos masculinos en norma lateral de a) Valles Calchaquíes, b) Laguna del Juncal y c) San Blas.

La comparación de las ordenaciones (RW) de los consensos de las muestras incluyendo individuos deformados (D), no deformados (ND) y deformados más no deformados (D+ND), presentan grandes similitudes entre ellas (Figura 4; Tablas 3 y 4). El valor de m_{12} (pseudo-correlación) entre estas ordenaciones fue muy alto y significativo tanto para los individuos masculinos como para los femeninos cuando se comparan todos los scores de los relative warps (Tablas 3, 4a y 4b), un espacio que describe las distancias Euclidianas entre los consensos de cada muestra y se aproxima a las distancias Procrustes entre los mismos (Rohlf, 1999; Slice, 2001). Cuando se resume este espacio, describiendo los dos ejes de mayor variación (relative warps 1 y 2), la comparación de las ordenaciones de D vs. ND da valores moderados a altos y no significativos (Tabla 3). Estas ordenaciones se presentan en la Figura 4, encontrándose la variación principal entre D y ND en la posición de la muestra de Laguna del Juncal. Este mismo resultado puede ser observado en los residuos presentados en la Tabla 4, siendo Laguna del Juncal la muestra con el residuo mayor cuando se comparan los dos primeros relative warps. Las otras muestras analizadas presentan una ordenación consistente en todos los análisis efectuados en el presente trabajo (Figura 4). En la Figura 5 se presenta la variación en la forma facial obtenida a partir del primer relative warp para los individuos masculinos deformados (eje horizontal de la Figura 4a), mostrando las diferencias halladas en la forma facial a lo largo del extremo sur de Sudamérica, entre las muestras del Noroeste Argentino (VC) y el extremo sur de Patagonia (SPC). Las grillas del primer relative warp para las otras muestras presentan una variación similar a la observada en la Figura 5.

Tabla 3

Valores de m_{12} (seudo-correlación) para los dos primeros RW (RW2) así como para el total de los mismos (RW8). D: muestra de individuos con deformación artificial; ND: muestra de individuos sin deformación artificial; D+ND: muestra total de individuos con y sin deformación artificial.

Sexo	Muestra	m_{12}	p
M	RW2 D vs. ND	0.58	0.183
M	RW2 D vs. D+ND	0.87	0.001
M	RW2 ND vs. D+ND	0.89	0.000
M	RW8 D vs. ND	0.90	0.003
M	RW8 D vs. D+ND	0.96	0.000
M	RW8 ND vs. D+ND	0.97	0.000
F	RW2 D vs. ND	0.76	0.083
F	RW2 D vs. D+ND	0.91	0.008
F	RW2 ND vs. D+ND	0.95	0.001
F	RW8 D vs. ND	0.93	0.012
F	RW8 D vs. D+ND	0.98	0.003
F	RW8 ND vs. D+ND	0.98	0.001

Tabla 4a

Residuos Procrustes para las muestras masculinas (ver abreviaturas en la Tabla 3)

Muestra	RW2 D	RW2 D	RW2 ND	RW8 D	RW8 D	RW8 ND
	vs. ND	vs. D+ND	vs. D+ND	vs. ND	vs. D+ND	vs. D+ND
VC	0.277	0.053	0.103	0.113	0.041	0.075
SJ	0.214	0.221	0.075	0.133	0.116	0.072
Ma	0.136	0.160	0.170	0.164	0.107	0.084
SB	0.063	0.059	0.136	0.160	0.120	0.123
LJ	0.619	0.363	0.349	0.148	0.078	0.075
COPC	0.252	0.150	0.079	0.197	0.128	0.088
VCh	0.113	0.063	0.054	0.164	0.093	0.084
SPC	0.234	0.072	0.072	0.109	0.054	0.066

Tabla 4b

Residuos Procrustes para las muestras femeninas (ver abreviaturas en la Tabla 3)

Muestra	RW2 D	RW2 D	RW2 ND	RW8 D	RW8 D	RW8 ND
	vs. ND	vs. D+ND	vs. D+ND	vs. ND	vs. D+ND	vs. D+ND
VC	0.167	0.211	0.031	0.093	0.029	0.067
Ma	0.232	0.162	0.144	0.111	0.066	0.068
SB	0.176	0.108	0.086	0.126	0.072	0.072
LJ	0.492	0.340	0.248	0.211	0.123	0.092
VCh	0.213	0.102	0.115	0.142	0.068	0.093
COPC	0.147	0.062	0.051	0.170	0.109	0.093

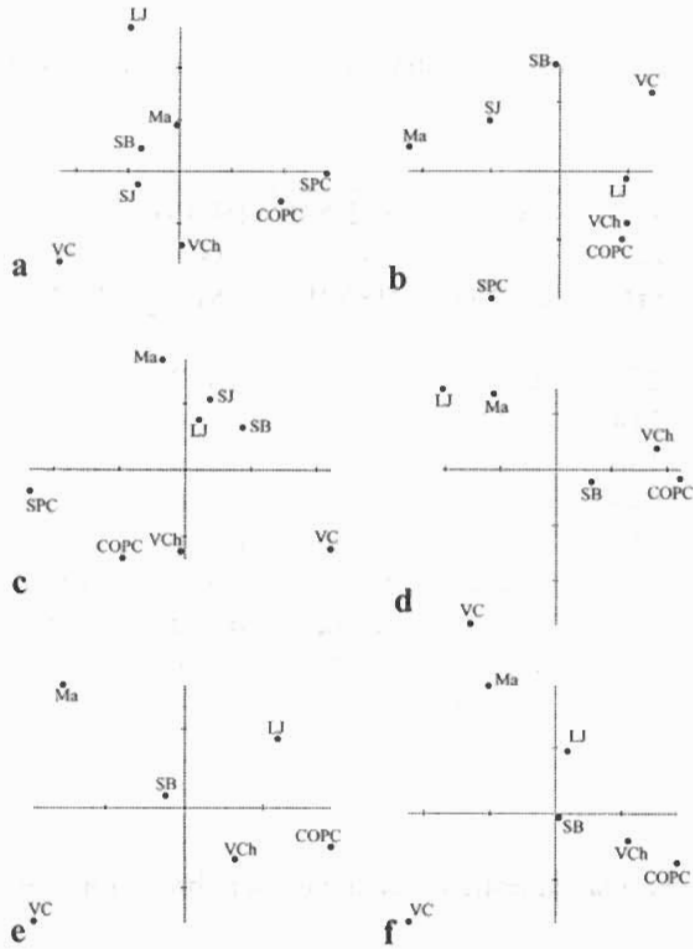


Figura 4

Análisis de relative warps sobre los consensos en norma frontal de muestras de individuos a) masculinos deformados, b) masculinos no deformados, c) masculinos deformados más no deformados, d) femeninos deformados, e) femeninos no deformados y f) femeninos deformados más no deformados.

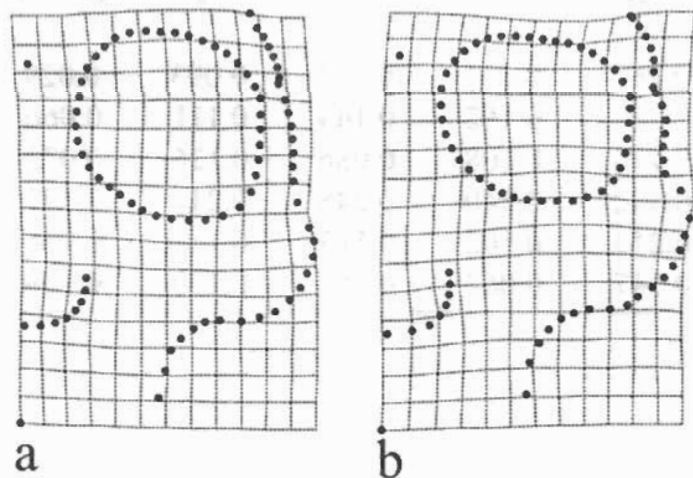


Figura 5

Grillas de deformación obtenidas a partir del análisis de relative warps efectuado en base a los consensos de individuos masculinos deformados: a) scores positivos y b) scores negativos.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La relación entre la deformación craneana artificial y la morfología del esqueleto facial ha sido investigada en trabajos previos (Antón, 1989; Frieß y Baylac, 2003), sin embargo los resultados fueron contradictorios y poco claros hasta la década de 1990. Parte de los problemas en muchos de estos trabajos estaban relacionados con que se confundía el efecto de diferencias morfológicas inter-poblacionales con el de la deformación (Kohn et al., 1993). Varios trabajos que emplearon aproximaciones metodológicas adecuadas, en particular analizando muestras provenientes de una única localización geográfica, generaron un panorama de cómo diferentes deformaciones afectan el esqueleto facial en el interior de una población. Antón (1989) encuentra, en base al análisis de variables craneofaciales lineales sobre una muestra de aborígenes peruanos, que las variables que miden el ancho facial, difieren significativamente entre individuos deformados [con deformación antero-posterior (equivalente a la observada en las muestras de VC y SJ) y anular (semejante a la presente en la muestra de LJ)] y no deformados. Kohn et al. (1993) encuentran resultados similares en base a un análisis de Finite Element sobre una muestra de Kwakiutl con deformación anular. Frieß y Baylac (2003) han confirmado la influencia de la deformación sobre el esqueleto facial en base a análisis de Elliptic Fourier sobre una muestra peruana con deformación anular. Estos trabajos presentan resultados sobre muestras humanas que fueron observados previamente en trabajos experimentales sobre roedores (Pucciarelli, 1978). En cambio, Kohn et al. (1995), mediante el empleo de análisis de Finite Element, encuentran que el esqueleto facial de una muestra Hopi con deformación plano-lámbdica (similar a las deformaciones presentes en SB, Ma, VCh) no es afectado por la deformación. Resultados similares, obtenidos en base a muestras de Patagonia, Cuyo y Noroeste, han sido encontrados recientemente aplicando la técnica basadas en coordenadas de landmarks y semilandmarks (Perez, 2006). En particular se ha demostrado que las muestras con deformación antero-posterior de Cuyo y de la región Noroeste presentan alteraciones en el esqueleto facial relacionadas con la deformación artificial, mientras que las muestras con deformación plano-lámbdica de Patagonia no presentan esta alteración (Cocilovo, 1973; Perez, 2006).

El desarrollo del cráneo es complejo, porque el neurocráneo y el viscerocráneo están integrados y se forman por la influencia epigenética del desarrollo del cerebro y de los músculos (Hanken y Hall, 1993). Se ha definido que el esqueleto facial y la bóveda craneana forman dos complejos relativamente independientes a causa de su desarrollo diferencial (Cheverud, 1996; Leamy et al., 1999; Lieberman

et al., 2000). Si bien la bóveda craneana y el esqueleto facial son influenciados por distintos sistemas de desarrollo (Cheverud, 1996; Leamy et al., 1999), la necesidad de mantener una integración general en el cráneo hace que el desarrollo más temprano del neurocráneo actúe como un factor epigenético sobre el desarrollo de la morfología facial (Cheverud, 1996). De este modo se comprende porqué la deformación artificial practicada sobre el neurocráneo afecta a la morfología del esqueleto facial en muchas poblaciones humanas.

Como se observa, a lo largo de las últimas dos décadas ha surgido un panorama de cómo las deformaciones afectan el esqueleto facial dentro de una muestra particular, sin embargo un número menor de trabajos ha sido desarrollado, con el fin de conocer cómo la presencia de deformaciones afectan los estudios inter-poblacionales (Sardi y Pucciarelli, 2001). Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que el efecto de la deformación craneana artificial sobre el esqueleto facial no afecta el patrón de diferencias inter-poblacionales en esta estructura, en el área estudiada. Estos resultados son concordantes con otros obtenidos recientemente para Patagonia continental efectuados en base a variables lineales (González-José, 2003), donde se muestra que las dimensiones del esqueleto facial no son afectadas de manera significativa por la deformación. En el presente trabajo la muestra de Laguna del Juncal es la única que presenta un comportamiento diferente cuando se analizan únicamente los dos primeros ejes de mayor variación para individuos deformados o no deformados (Figura 4; Tablas 4a, 4b), indicando la existencia de un efecto leve de la deformación anular sobre la variación morfométrica facial inter-poblacional. La descripción de la deformación presente en estas muestras varía entre autores, aunque presenta rasgos que la asemejan mucho a las deformaciones anulares (Perez, 2006). Sin embargo, es destacable que estas diferencias desaparecen cuando se analiza todo el espacio de forma (distancias Euclidianas).

Los análisis presentados en este trabajo muestran que la deformación intencional del cráneo no genera una cantidad de variación que oscurezca las relaciones evolutivas inter-poblacionales. Esto confirma las afirmaciones previas que han señalado que la presencia de deformaciones artificiales en el área no oscurece la utilidad de la variación métrica craneofacial en el estudio de la diferenciación entre poblaciones locales a escala macro-regional (Cocilovo, 1973; González-José, 2003). Sin embargo, los resultados presentados en este trabajo pueden no ser generalizables a regiones donde se encuentren deformaciones del cráneo muy intensas (Altiplano Boliviano), debido a que es necesario considerar que en parte los mismos pueden estar condicionados por las muestras que se analizan (Varela et al., 2004). Debido a esto, es necesario evaluar esta problemática en otras regio-

nes donde se encuentren deformaciones del cráneo con diferentes características y en particular con una mayor intensidad a la observada en el extremo sur de Sudamérica y de este modo conocer si los resultados presentados aquí son generalizables a las mismas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Héctor M. Pucciarelli (División Antropología, FCNyM, UNLP), Inés Baffi y Leandro Luna (Museo Etnográfico “J. B. Ambrosetti”, FFyL, UBA), Mateo Martinic (Instituto de la Patagonia Austral de la Universidad de Magallanes) y al personal del Museo Regional Provincial “P. Manuel Jesús Molina” de Río Gallegos por facilitar el acceso a las colecciones a su cargo. Marina Perez realizó los dibujos (mapas y cráneos) de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Adams DC, Rohlf FJ y Slice DE (2004) Geometric morphometrics: ten years of progress following the ‘revolution’. *Ital. J. Zool.* 71:5-16.
- Antón SC (1989) Intentional cranial vault deformation and induced changes of the cranial base and face. *Am. J. Phys. Anthropol.* 79:253-267.
- Berón MA y Baffi EI (2003) Procesos de cambio cultural en los cazadores-recolectores de la provincia de La Pampa, Argentina. *Intersecciones en Antropología* 4:29-43.
- Bookstein FL (1991) *Morphometric Tools for Landmark Data: Geometry and Biology*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Bookstein FL (1997) Landmark methods for forms without landmarks: Localizing group differences in outline shape. *Med. Image. Anal.* 1:225-243.
- Bookstein FL, Streissguth AP, Sampson PD, Connor PD y Barr HM (2002) Corpus callosum shape and neuropsychological deficits in adult males with heavy fetal alcohol exposure. *NeuroImage* 15:233-251.
- Bórmida M (1953-54) Los antiguos Patagones. Estudio de craneología. *Runa* VI(1-2):55-96.
- Broca P (1878) Sur des crânes et des objets d’industrie provenant des fouilles de M. Ber à Tiahuanaco (Pérou). *B. S. A. P.* 3-1:230-235.
- Buikstra J y Ubelaker D (1994) Standards for data collection from human skeletal remains. *Arkansas Archaeological Survey Research Series* 44.
- Cheverud JM (1996) Developmental integration and the evolution of pleiotropy. *Am. Zool.* 36:44-50.

- Cheverud JM, Kohn LP, Konigsberg LW y Leigh SR (1992) Effects of fronto-occipital artificial cranial vault deformation on cranial base and face. *Am. J. Phys. Anthropol.* 88:323-345.
- Cocilovo JA (1973) Dimorfismo sexual y deformación craneana artificial en patagones de Chubut. *Actas II Simposio Internacional de Ciencias Morfológicas*, Córdoba, pp. 632-644.
- Cocilovo JA (1975) Estudio de dos factores que influyen la morfología craneana en una colección andina: el sexo y la deformación artificial. *Revista del Instituto de Antropología, Serie 3*, 2:197-212.
- Cocilovo JA y Di Rienzo J (84-85) Un modelo biológico para el estudio del poblamiento prehispánico del territorio argentino. *Correlación fenético-espacial. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 16 (n.s.):119-135.
- Cocilovo JA y Guichón RA (1994) La deformación craneana "pseudocircular" en el grupo prehistórico de Laguna del Juncal. *Antropología Biológica* 2(2):13-27.
- Colantonio S y Marcellino A (1996) Influencia del tamaño y la deformación artificial en las comparaciones morfológicas de cráneos de aborígenes. *Segundas Jornadas Nacionales de Antropología Biológica*, pp. 132.
- Dembo A y Imbelloni J (1938) *Deformaciones Intencionales del Cuerpo Humano de Carácter Etnico*. Buenos Aires, Humanior.
- Frieß M y Baylac M (2003) Exploring artificial cranial deformation using Elliptic Fourier analysis of Procrustes aligned outlines. *Am. J. Phys. Anthropol.* 122:11-22.
- González-José R (2003) *El Poblamiento de la Patagonia. Análisis de la Variación Craneofacial en el Contexto del Poblamiento Americano*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, España.
- Goñi R, Barrientos G y Cassiodoro G (2002) Las condiciones previas a la extinción de las poblaciones humanas del sur de Patagonia: una discusión a partir del análisis de la estructura del registro arqueológico de la cuenca del Lago Salitroso. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 19:249-266.
- Gosse LA (1855) *Essai sur les déformations artificielles du crâne*. *Annales d'Hygiène Publique et de Médecine Légale* 2-3:317-393.
- Gower JC (1971) Statistical methods of comparing different multivariate analyses of the same data. En Hodson FR, Kendall DG y Tautu P (eds): *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences*. Edinburgh, Edinburgh University Press, pp. 138-149.

- Hanken J y Hall BK (1993) *The Skull*. Chicago, University of Chicago Press.
- Hrdlicka A (1912) Artificial deformations of the human skull, with especial reference to America. *Actas del Congreso Internacional de Americanistas*, pp. 147-149.
- Hunt E (1981) *The Old Physical Anthropology*. *Am. J. Phys. Anthropol.* 56:339-346.
- Ihaka R y Gentleman R (1996) R: a language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphics Statistics* 5:299-314.
- Imbelloni J (1923) Introducción a nuevos estudios de craneotrigonometría. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural* 31:31-94.
- Imbelloni J (1924-25) Deformaciones intencionales del cráneo en Sud América. *Revista del Museo de La Plata* 28:329-407.
- Imbelloni J (1933) América, cuartel general de las deformaciones. *Actas del XXV Congreso Internacional de Americanistas* 1:59-68.
- Kohn LP, Leigh SR, Jacobs SC y Cheverud JM (1993) Effects of annular cranial vault modification on cranial base and face. *Am. J. Phys. Anthropol.* 90:147-168.
- Kohn LP, Leigh SR y Cheverud JM (1995) Asymmetric vault modification in Hopi crania. *Am. J. Phys. Anthropol.* 98:173-195.
- Leamy LJ, Routman EJ y Cheverud JM (1999) Quantitative trait loci for early- and late developing skull characters in mice: a test of the genetic independence model of morphological integration. *Am. Nat.* 153:201-214.
- Lehmann-Nitsche R (1910) *Catálogo de la Sección Antropología del Museo de La Plata*. Buenos Aires, Imprenta Coni Hnos.
- Lieberman DE, Pearson OM y Mowbray KM (2000) Basicranial influence on overall cranial shape. *Journal of Human Evolution* 38:291-315.
- Munizaga JR (1992) Antropología física de los Andes del Sur. En Meggers B (ed): *Prehistoria Sudamericana. Nuevas perspectivas*. Washington, Taraxacum, pp. 65-75.
- Neuman GK (1942) Types of artificial cranial deformation in the eastern United States. *American Antiquity* 7:306-310.
- Peres-Neto PR y Jackson DA (2001) How well do multivariate data sets match? The advantages of a Procrustean superimposition approach over the Mantel test. *Oecologia* 129:169-178.
- Perez SI (2006) *El Poblamiento Holocénico del Sudeste de la Región Pampeana: Un Estudio de Morfometría Geométrica Craneofacial*. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Perez SI y Barrientos G (2003) Morfometría geométrica aplicada al estudio de las deformaciones craneanas artificiales. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 5(1):105.

- Perez SI, Bernal V y González PN (2006) Differences between sliding semi-landmark methods in geometric morphometrics, with an application to human craniofacial and dental variation. *Journal of Anatomy* 208:769-784
- Posada D y Crandall KA (2001) Intraspecific gene genealogies: trees grafting into networks. *TRENDS in Ecology & Evolution* 16:37-45.
- Pucciarelli HM (1978) The influence of experimental deformation on craniofacial development in rats. *Am. J. Phys. Anthropol.* 48:455-461.
- Relethford JH y Lees FC (1982) The use of quantitative traits in the study of human population structure. *Yearbook of Physical Anthropology* 25:113-132.
- Rohlf FJ (1993) Relative warps analysis and an example of its application to Mosquito wings. En Marcus LF, Bello E y García-Valdecasas A (eds): *Contributions to Morphometrics*. Madrid, Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales, pp. 132-159.
- Rohlf FJ (1996) Morphometric spaces, shape components and the effects of linear transformations. En Marcus LF, Corti M, Loy A, Slice D y Naylor G (eds): *Advances in Morphometrics*. New York, Plenum Press, pp. 117-129.
- Rohlf FJ (1999) Shape statistics: Procrustes superimpositions and tangent spaces. *J. Class.* 16:197-223.
- Rohlf FJ (2000) Phylogenetic models and reticulations. *J. Classif.* 17:185-189.
- Rohlf FJ (2004) tps serie softwares. <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>
- Rohlf FJ y Slice DE (1990) Extensions of the Procrustes Method for the optimal superimposition of landmarks. *Syst. Zool.* 39:40-59.
- Rothhammer F y Silva C (1990) Craniometrical variation among South American prehistoric populations: climatic, altitudinal, chronological and geographic contributions. *Am. J. Phys. Anthropol.* 82:9-17.
- Sardi ML y Pucciarelli HM (2001) Influencia de la deformación artificial indeterminada en las comparaciones craneanas interpoblacionales. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 3:23-34.
- Sheets HD (2003) IMP-Integrated Morphometrics Package. Department of Physics. Canisius College, New York, Buffalo.
- Sheets HD, Keonho K y Mitchell CE (2004) A combined landmark and outline-based approach to ontogenetic shape change in the Ordovician Trilobite *Triarthrus becki*. En A Elewa (ed): *Applications of Morphometrics in Paleontology and Biology*. New York, Springer, pp. 67-81.
- Slice DE (2001) Landmark coordinates aligned by Procrustes analysis do not lie in Kendall's shape space. *Syst. Biol.* 50:141-149.
- Templeton AR (1998) Nested clade analyses of phylogeographic data: testing hypotheses about gene flow and population history. *Molecular Ecology* 7:381-397.

- Torres-Rouff C (2002) Cranial vault modification and ethnicity in middle horizon San Pedro de Atacama, Chile. *Current Anthropology* 43:163-171.
- Varela HH, González MF, Torres MF y Cocilovo JA (2004) Estructura de la población prehistórica del noroeste argentino (sector septentrional). Distribución de características epigenéticas. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 6:77-102.
- Weiss KM (1973) On the systematic bias in skeletal sexing. *Am. J. Phys. Anthropol.* 37:239-250.