

ÁNGULO ESFENOIDAL

(Ángulo de Welcker)

Distribución de la medida de este ángulo en cráneos secos
pertenecientes a indígenas americanos

Por los Dres. Marcelo Bórmida, Sara Novaro de Cosarinsky, Raúl Pitashny
y Juan M. Tato (h)

A) *PROPÓSITO*

La medición del ángulo esfenoideal en un número considerable de cráneos secos resulta difícil, ya que hasta hace poco era imprescindible para efectuar la medición directa la sección en el plano sagital del cráneo a medir.

Con el fin de relacionar la angulación de la base de cráneo con la incidencia de una enfermedad ótica, la otoesclerosis, es que comenzamos este trabajo. Sin embargo nos parece puede resultar de interés al antropólogo la parte craneométrica del mismo, ya que de ella se pueden vislumbrar conclusiones.

B) *MATERIAL*

Consistió en un total de 186 cráneos secos pertenecientes al Museo Etnográfico Nacional, pero solo utilizamos en este estudio 146 que corresponden a indígenas sudamericanos.

C) *MÉTODO*

La medida del ángulo esfenoideal se obtuvo con una técnica inédita (*) que permite la medición del mismo sin necesidad de seccionar el cráneo. Para mayor aclaración dirigirse al trabajo original.

D) *DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MUESTRA*

- 1 - Clasificación de los cráneos por lugar de origen.
- 2 - Clasificación de los cráneos por deformación.

(*) *ÁNGULO ESFENOIDAL* (ángulo de Welcker). Nuevo procedimiento para medirlo en cráneos secos. Dres. Bórmida M., Pitashny R. y Tato (h) J. M.

- 3 - Medidas del ángulo Welcker; media, desviación standard y medianas para cada tipo de deformación y por zona.

E) *ANÁLISIS DE RESULTADOS*

1. Comparación de las diferencias de medidas del ángulo Welcker por zona para cada tipo de deformación.
 - 1.a. Comparación entre grupos clasificados como normales.
 - 1.b. Comparación entre grupos TE.
 - 1.c. Comparación entre grupos TEPF.
 - 1.d. Comparación entre grupos TEPL.
2. Comparación de valores medios entre normales, TE, TEPF, TEPL y TO para la zona noroeste.
 - 2.a. Comparación global.
 - 2.b. Comparaciones individuales.
 - 2.c. Análisis complementario para la zona Patagonia.
3. Estimación de la media de normales para el noroeste y la Patagonia.

D) *DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MUESTRA*

- 1 - Clasificación de los cráneos por lugar de origen.

Las 186 mediciones efectuadas corresponden, en su mayoría, a cráneos clasificados como provenientes de Argentina. De aquellos cuyo origen se conoce, el 90 % pertenecen a este país. En un 16 % de casos no pudo establecerse la procedencia. La distribución completa por lugar de origen está dada en el cuadro 1.

- 2 - Clasificación de los cráneos por deformación.

El 83 % de los cráneos clasificados presentan algún tipo de deformación; el 79 % corresponden a las categorías tabular erecto (TE), tabular erecto plano frontal (TEPF), tabular erecto plano lambdico (TEPL) y tabular oblicuo (TO). En la muestra se observaron con mayor frecuencia los que corresponden a TE y TO.

De los ocho cráneos provenientes de EE.UU., clasificados por tipo de deformación, siete con TE; seis de éstos provienen de la misma zona (New México y Arizona).

De los cuatro cráneos provenientes de Perú, tres son clasificados como TEPL y pertenecen a un mismo grupo étnico (Chimú).

Un 9 % del total de observaciones no están clasificadas por tipo de deformación.

El cuadro 2.a. contiene la distribución de cráneos por lugar de origen y por tipo de deformación.

En el cuadro 2.b. se ha subdividido el grupo correspondiente a los tres países sudamericanos en dos subgrupos correspondientes a zona noroeste y Patagonia. Todos los cráneos que provienen de Argentina pueden clasificarse de acuerdo a este agrupamiento, salvo un caso que fue excluido por proceder de la costa del Uruguay (Entre Ríos).

Es de notar la disparidad de frecuencias entre ambas zonas.

Mientras que el 52 % de los cráneos provenientes de la Patagonia son clasificados como normales, sólo un 9 % de los del noroeste corresponden a esta categoría y el 70 % a TE y TO. No se han observado cráneos procedentes de la Patagonia en esta última categoría.

3 - Medidas del ángulo Welcker. Media, desviación standard y medianas para cada tipo de deformación y por zona.

En el gráfico 3 están dadas las distribuciones de la medida del ángulo Welcker para normales y para los tipos de deformación observados con mayor frecuencia (TE, TEPF, TEPL y TO). Éstas engloban los datos correspondientes al noroeste y Patagonia. Son notables las diferencias de posición y de forma de dichas distribuciones. En cada histograma han sido señaladas las medianas (x). La menor mediana observada en la muestra corresponde al grupo TEPL, le sigue en orden creciente la mediana de normales y TE, la de TEPF y por último la del grupo TO.

Respecto de la forma de las distribuciones es aún más factible que difieran, en razón de la escasez y disparidad en el número de observaciones que corresponden a cada grupo. Comparando los tres grupos más numerosos (normales, TE y TO) se observa una mayor dispersión en el último.

En el cuadro 3 se dan para cada zona valores característicos de la serie de mediciones del ángulo de Welcker para cráneos clasificados como normales: TE, TEPF, TEPL y TO. Como valores característicos de tendencia central y dispersión se dan los que corresponden a la media aritmética y desviación standard respectivamente. Se incluye la mediana por el hecho de que algunos de los tests estadísticos utilizados para analizar los resultados están destinados a detectar diferencias de posición o tendencia central en general, más que diferencias entre medias específicamente.

(x) Valor tal que es precedido por el 50 % de las observaciones.

Es útil constatar que valores medios y medianas no difieren notablemente en la muestra, salvo en el grupo clasificado como TE, zona Patagonia, lo cual es de esperar, ya que sólo consta de tres observaciones.

En la muestra no se registran diferencias notables entre los valores medios por zona (salvo en el grupo TEPL), pero sí entre valores medios correspondientes a distintas formas de cráneo, dentro de una misma zona.

Para el noroeste la menor media (y mediana) de la muestra corresponde al grupo TEPL y la mayor a TO (133,6 y 141,3 respectivamente); la media de normales es 134,6. La mayor variabilidad observada corresponde al grupo TO.

Para la Patagonia el menor valor medio corresponde también al grupo TEPL, el mayor al grupo TEPF (128,2 y 140,7 respectivamente) y el de normales es 133,3. Al comparar estas cifras aún con fines meramente descriptivos, debe tenerse en cuenta el número limitado de observaciones en los grupos TE, TEPF y TEPL.

Es importante establecer ahora hasta qué punto las diferencias que se observan en los resultados muestrales pueden ser atribuidas al azar o si los grupos de observaciones provienen de distribuciones poblacionales distintas.

E) ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Comparación de las diferencias de medidas del ángulo Welcker por zona (noroeste y Patagonia) para cada tipo de deformación.

Se comparan a continuación para cada tipo de deformación y normales, por separado, las diferencias de los valores medios de las distribuciones de la medida del ángulo de Welcker entre el noroeste y Patagonia. Para este análisis se ha utilizado el test de Mann-Whitney¹. Mediante la aplicación de un test no paramétrico se obvia el problema de: a) el número limitado de observaciones en determinados grupos; b) suposiciones previas que deben aceptarse para la aplicación del test paramétrico alternativo (test-t) sobre normalidad y homogeneidad de varianzas.

El nivel de significación adoptado es del 5 %.

En todos los casos la hipótesis a probar es que los valores medios de las medidas del ángulo de Welcker no difieren por zona.

¹ Referencia bibliográfica.

En lo que sigue se designa con n_1 y n_2 el número de observaciones correspondientes a la zona noroeste y Patagonia respectivamente; con U es la designación clásica del test de Mann-Whitney.

1.a. Comparación entre grupos clasificados como normales:

$$\begin{aligned} n_1 &= 10 \\ n_2 &= 11 \\ U &= 47 \end{aligned}$$

El valor crítico de U correspondiente a $\alpha = 0,05$ es:

$$U_{10,11} (0,05) = 26$$

El valor de U encontrado en la muestra es mayor que 26, por tanto la conclusión es que la muestra no da evidencias para rechazar la hipótesis de que las medidas del ángulo de Welcker en cráneos normales de la zona noroeste no difieren en promedio de las de normales de la zona Patagonia.

1.b. Comparación entre grupos clasificados como TE:

$$\begin{aligned} n_1 &= 43 \\ n_2 &= 3 \end{aligned}$$

Dada la gran diferencia en el número de observaciones no es aplicable el test U . Mediante la aplicación del test de medianas (2) y calculando la probabilidad exacta correspondiente, se obtiene:

	NOROESTE	PATAGONIA	TOTAL
Número de observaciones que preceden a la mediana	21	2	23
Número de observaciones que exceden a la mediana	22	1	23
Total	43	3	46

$$P(2,21) = 0,38$$

Dado que P es mayor que 0,05, se concluye que no hay diferencias significativas entre las medidas del ángulo de Welcker en cráneos con deformación TE del noroeste y de la Patagonia.

1.e. Comparación entre grupos clasificados como TEPF:

$$n_1 = 15$$

$$n_2 = 3$$

$$U = 15$$

$$U_{3,15} (0,05) = 5$$

No hay diferencias significativas.

1.d. Comparación entre grupos clasificados como TEPL:

$$n_1 = 7$$

$$n_2 = 4$$

$$U = 2$$

$$U_{4,7} (0,05) = 2$$

$$\text{Prob. } (U_{4,7} 2) = 0,012$$

Ya que la probabilidad de obtener un valor de U menor o igual a 2 es 1,2 %, o sea menor que α , se rechaza (con una probabilidad de error del 5 %) la hipótesis de que no hay diferencias en los valores medios de las medidas correspondientes a cráneos procedentes del noroeste y de la Patagonia.

Cabe destacar que dicha hipótesis no sería rechazada con un nivel de significación del 1 %.

Los resultados anteriores están resumidos en el siguiente cuadro:

Grupo:	Número de observaciones		U	Valor crítico de U (= 0,05)	Conclusión
	n_2	n_1			
Normal	10	11	47	26	No hay diferencias significativas.
TEPF	15	3	15	7	No hay diferencias significativas.
TEPL	7	4	2	U 2	Difieren significativamente.
TE	44	3	P (2,21); = 0,05 0,38		No hay diferencias significativas.

2 - Comparación de valores medios de la medida del ángulo de Welcker que corresponde a normales y a cada tipo de deformación para la zona noroeste.

El análisis de las diferencias entre normales, TE, TEPF, TEPL y TO se realiza sólo con los datos correspondientes a la zona noroeste debido a que en la zona Patagonia el número de observaciones por grupo es limitado y la clasificación por tipo de deformación es incompleta. Tan sólo como complementación de este análisis se agrega una comparación grosera de los datos correspondientes a la zona Patagonia.

2.a. - Comparación global de todos los grupos.

Para una primera comparación global de los valores medios de la medida del ángulo de Welcker en cráneos normales y con deformación se ha aplicado el test de análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis. (1).

El nivel de significación adoptado es del 5 % y como en los casos anteriores la hipótesis a probar es que cada grupo de observaciones proviene del mismo universo de mediciones (o sea que bajo esta hipótesis los valores medios no difieren) se designa con k el número a comparar; con n_1 , n_2 , n_3 , n_4 y n_5 el número de observaciones en el grupo de normales, TE, TEPF, TEPL y TO, respectivamente; con H el test a aplicar.

$$\begin{aligned} k &= 5 \\ n_1 &= 10 \\ n_2 &= 44 \\ n_3 &= 15 \\ n_4 &= 7 \\ n_5 &= 32 \\ H &= 21,9 \end{aligned}$$

Dado que en cada grupo el número de observaciones excede 5, una buena aproximación a la distribución de probabilidades de H está dada por la distribución Chi-cuadrado, con k-1 grados de libertad. El valor crítico correspondiente a un $\alpha = 0,05$ es:

$$\chi^2_{(1-\alpha)} = 9,49$$

Cabe destacar que la probabilidad de observar en la muestra un H mayor o igual a 21,9 es menor que uno en mil; por lo tanto aún con esta probabilidad de error es rechazable la hipótesis de igualdad de valores medios en los 5 grupos.

2.b. - Comparaciones individuales entre grupos.

Del análisis anterior concluimos que la muestra da suficiente evidencia de la diferencia entre valores medios de normales, TE, TEPF, TEPL y TO.

Es importante ahora poder analizar de qué manera difieren entre sí los promedios de estos grupos y en particular comparar individualmente el grupo de normales con cada tipo de deformación.

Este tipo de comparaciones no ha sido previsto en el diseño muestral, el cual hubiera sido más eficiente en el caso de proveer una distribución más equitativa en el número de observaciones por grupo, aunque éste fuera menor en algunos casos.

Para subsanar el problema de complejidad que se presenta al no haberse contemplado este requisito, se han submuestreado aleatoriamente observaciones de los grupos más numerosos, de modo que el número de casos se reduce a 7 en los cinco grupos.

Las comparaciones individuales se han efectuado por el método de Tuckey (2). Para la validez de la aplicación de este método es necesario aceptar el supuesto de que las observaciones se distribuyen normalmente en cada grupo (este supuesto no ha sido confrontado con los resultados muestrales, ya que el número de observaciones por grupo no es en ningún caso suficientemente grande para este tipo de prueba).

El supuesto de homogeneidad de varianzas es aceptable. Mediante la aplicación del test de Bartlett (3), podemos concluir que las diferencias observadas entre varianzas no son significativas (α).

El cuadro 4 contiene los datos seleccionados aleatoriamente en la submuestra con sus respectivas medias y varianzas.

A continuación se da la tabla de análisis de varianza correspondiente:

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F _{1,30}	F _{4,30} (1—)
Entre grupos	4	492,9	123,2	7,03	2,69
Dentro de grupos	30	526,3	17,5		
Total	34	1.019,2			

(α) El nivel de significación adoptado fue del 5 %. El cociente a comparar con X^2 es: $Q/L = 5,42$; $X^2 (1—) = 9,49$.

Los valores de F de las dos últimas columnas de esta tabla dan evidencias de la existencia de diferencias entre las medias de grupo, en la comparación global de éstas. Dicha comparación ya fue realizada por otro camino en el punto 2.a.

El valor crítico de $D^{(2)}$ para detectar diferencias en las comparaciones individuales de medias, para $\alpha = 0,05$, está dado por:

$$D = 6,5$$

En la siguiente tabla están calculadas las diferencias entre cada media de grupo. Aquéllas que exceden el valor de D son detectadas como significativas:

Grupo	\bar{x}	$\bar{x} - \bar{x}_1$	$\bar{x} - \bar{x}_2$	$\bar{x} - \bar{x}_3$	$\bar{x} - \bar{x}_4$
TO (5)	142,6	10,3	9,0	8,0	4,3
TEPF (4)	138,3	6,0	4,7	3,7	
TE (3)	134,6	2,3	1,0		
TEPL (2)	133,6	1,3			
N (1)	132,3				

Puede inferirse que la media de TO es mayor que la de normales, TEPL y TE. No se detectan diferencias entre las restantes.

En la siguiente tabla se dan intervalos de confianza de las diferencias entre la media correspondiente a normales y cada una de las restantes. El nivel de confianza es del 95 %:

Grupo	Diferencia $\bar{x} - \bar{x}_1$	Límites de intervalo (95 %)	
TO	10,3	3,8	16,8
TEPF	6,0	-0,5	12,5
TE	2,3	-4,2	8,8
TEPL	1,3	-5,2	7,8
N (1)			

2.c. - Análisis correspondiente a la zona Patagonia.

Dado el pequeño número de observaciones en los grupos TE, TEPF y TEPL no es aplicable el test de Kruskal-Wallis, ni el test paramétrico alternativo.

El test de medianas para comparar simultáneamente los cuatro grupos tampoco es aplicable por la misma razón. Sí es aplicable éste, combinando los tres últimos grupos. El análisis se limita entonces a comparar el grupo de cráneos normales con el grupo de cráneos que presentan deformaciones (TE, TEPF y TEPL), sin distinguir de qué tipo son éstas.

El número de observaciones esperados por arriba o debajo de la mediana global excede 5 en todos los casos; por consiguiente se puede recurrir a la distribución X^2 con un grado de libertad. El valor obtenido en la muestra es:

$$X^2_1 = 0,05$$

y dicho valor es menor que el valor crítico correspondiente para $= 0,05$:

$$X^2_1 (1 -) = 3,84$$

La conclusión es que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis de que la medida del ángulo de Welcker de cráneos normales no difiere en tendencia central de la medida de cráneos con deformaciones (TE, TEPF o TEPL).

3 - Estimación de la media de la medida del ángulo de Welcker de cráneos clasificados como normales para el noroeste y Patagonia.

Bajo el supuesto de normalidad de la distribución de frecuencias de la medida del ángulo de Welcker de cráneos normales pueden considerarse válidas las siguientes estimaciones, determinadas con un nivel de confianza del 95 %:

Media correspondiente a normales de la zona noroeste:

$$134,6 \pm 4,5$$

media correspondiente a normales de la zona Patagonia:

$$133,3 \pm 3,8$$

FN) CONCLUSIONES

El ángulo esfenoideal presenta variaciones, con algunas deformaciones del cráneo.

En el tabular erecto y tabular erecto plano lambdico los valores son aproximados a los de los normales, algo menores en el TEPL.

En el TEPF y más aún en el TO se nota un incremento marcado en el valor del ángulo.

Estos hallazgos insinúan el hecho de que ciertas deformaciones producen variaciones importantes del ángulo esfenoidal.

Los valores hallados en cráneos normales son mayores que los dados para esos cráneos de raza blanca.

CUADRO 1

CLASIFICACION DE LOS CRANEOS MEDIDOS EN LA
MUESTRA POR PAIS DE ORIGEN

ORIGEN	NUMERO DE OBSERVACIONES
Argentina	141
Chile	1
Perú	4
EE.UU.	9
Japón	2
Origen desconocido	29
Total	186

CLASIFICACION DE CRANEOS POR TIPO DE DEFORMACION
Y LUGAR DE ORIGEN

Forma del cráneo	Origen Sudamérica	EE.UU.	Japón	Origen desconocido	Total
Normal	22	—	2	4	28
TE	47	7	—	4	58
TEPF	18	—	—	3	21
TEPL	11	—	—	8	19
TO	32	1	—	3	36
Otras deformaciones. (x)	7	—	—	—	7
Sin clasificar	9	1	—	7	17
Total	146	9	2	29	186

TE : Tabular erecto.

TEPF : Tabular erecto plano frontal.

TEPL : Tabular erecto plano lámbdico.

TO : Tabular oblicuo.

(x) : "Otras deformaciones" resume los casos correspondientes a deformaciones que se observaron con escasa frecuencia tales como plogocefalia y pseudo circular, como así también los casos de deformación dudosa.

**CLASIFICACION DE CRANEOS PROVENIENTES DE SUDAMERICA
POR TIPO DE DEFORMACION Y ZONA DE ORIGEN**

Forma del del cráneo	Origen		
	Noroeste (x)	Patagonia (xx)	Total
Normal	10	11	21
TE	44	3	47
TEPF	15	3	18
TEPL	7	4	11
TO	32	—	32
Otras deformaciones	5	2	7
Sin clasificar	6	3	9
Total	119	26	145

(x) Comprende el noroeste argentino. Están incluidas en esta zona las cuatro observaciones provenientes de Perú.

(xx) Incluye la observación correspondiente a Chile, por provenir del sur de este país.

El resto de cráneos son los que corresponden a Argentina, salvo un caso excluido cuyo lugar de origen es costa del Uruguay, frente a Fray Beltrán (Entre Ríos).

CUADRO 3.

**CRANEOS PROVENIENTES DE LA ZONA NOROESTE Y PATAGONIA
MEDIA, DESVIACION STANDARD Y MEDIANA DEL ANGULO DE
WELCKEE PARA CADA TIPO DE DEFORMACION**

Forma del cráneo	Noroeste			Patagonia		
	X	S	Med.	X	S	Med.
Normal	134,6	6,2	134,1	133,3	3,6	134,0
TE	134,3	4,5	134,5	134,0	4,6	132,5
TEPF	138,1	5,3	138,2	140,7	5,5	141,0
TEPL	133,6	3,0	133,8	128,2	3,1	129,0
TO	141,3	8,3	141,2	—	—	—

**MEDIDA DEL ANGULO DE WELCKER DE CRANEOS QUE PROVIENEN
DE LA ZONA NOROESTE**

Submuestra aleatoria correspondiente a los grupos: NORMAL, TE, TEPF,
TEPL, TO

NORMAL	TE	TEPF	TEPL	TO
136	135	134	136	147
135	132	146	131	138
127	138	140	134	145
131	136	140	132	146
132	135	139	136	144
137	136	132	137	147
128	130	138	129	131
132.3	134.6	138.3	133.6	142.6
15.24	7.29	20.62	8.95	35.62

NOTA: Las fracciones decimales de las medidas registradas originalmente han sido redondeadas a cifras enteras.

BIBLIOGRAFIA

- 1 SIEGEL, S. *Nonparametric statistics*, McGraw-Hill, 1956.
- 2 SNEDECOR, G. W. *Statistical methods*, Iowa S. University Press, 1961.
- 2 DIXON AND MASSEY. *Introduction to statistical analysis*, Mc Graw-Hill, 1957.
- 2 y 3 *Biometrika tables for statisticians*, Vol. I, Cambridge University Press, 1962.
- BÓRMIDA M., PITASHNY R. y TATO, J. M. (h.): Ángulo esfenoïdal (ángulo de Welcker), Nuevo procedimiento para medirlo en cráneos secos.
- FALKENBURGER F.: Le role du clivus dans les corrélations craniennes, Actes au VI° Congrès International des Sciences Anthropologiques et Ethnologiques, Tome I, 163-165, Paris, 1960.
- SERCER A. y KRMPOTIC J.: L'angulation de la base cranienne chez les japonais, SERCER A. y KRMPOTIC J.: La transformation de la base cranienne au cours de la vie. Contribution a l'étude de l'otospongiose. 81:323-381, 1960.
- TATO, J. M. (h.): Angulación de la base del cráneo en relación a la incidencia de la otosclerosis en diferentes grupos étnicos, Revista Otolaringológica, 7:130-134, Bs. As. 1963.
- TOPINARD P.: *Element d'antropologie générale*, Paris, 1885.

GRAFICO 3. — DISTRIBUCION DE LA MEDIDA DE ANGULO WELCKER DE CRANEOS PROVENIENTES DEL NOROESTE Y PATAGONIA

