

Análisis discriminantes en la biomecánica del cráneo

MG. FERNÁNDEZ GARCÍA.

*Departamento de Anatomía y Embriología Humana II.
Facultad de Medicina Universidad Complutense de Madrid.*

Resumen

El análisis discriminante en la biomecánica del cráneo, se expresa como aquella herramienta que utilizando los procedimientos estadísticos, se elaboran funciones discriminantes en el estudio del dimorfismo sexual. Se basa en dos principios básicos: analizar y clasificar individuos (DiBennardo y Taylor, 1982). Es decir, conseguir la máxima separación entre grupos tras la expresión de ciertas variables sometidas a propiedades y supuestos mecánicos y asignar a un individuo determinado un grupo según las similitudes compartidas, teniendo en cuenta la naturaleza físico-química y el sometimiento a la gravedad. El hecho de que la altura nasal (aumentando el diámetro sagital y estrechándose el diámetro transversal) pueda cambiar con la edad, según los datos obtenidos, pudiera ser debido a las inserciones musculares, que estas, al insertarse en el hueso, la fuerza de la gravedad con la edad, hace estrecharse al diámetro transversal. Otra causa podríamos encontrarla en la deglución, ya que con la edad trae como consecuencia el estrechamiento del piso de las fosas nasales aumentando el diámetro sagital. Sería elemento clave para comprender los principios de la oclusión y la transmisión de las fuerzas generadas por la dinámica mandibular hacia las demás estructuras. Estos elementos estructurales transmiten y absorben los vectores de fuerzas, siguiendo los principios y las leyes biofísicas de la biomecánica, aplicadas al complejo craneofacial, y es esto, lo que nos explica el proceso evolutivo en el desarrollo del sistema estomatognático.

Palabras clave: Cráneo, Biomecánica, Análisis Discriminante.

Introducción

La biomecánica, estudia los problemas mecánicos que se presenta en los seres vivos, formando parte de la biología, como aquella ciencia que estudia la estructura ósea como manifestación plástica a un esfuerzo. Los estudios de biomecánica humana han ido encaminados a comprender mejor los problemas que sobre el aparato locomotor originó la bipedestación [Kummner (Cit Macorra, L 2001)]. Por lo tanto las estructuras craneofaciales de los diferentes seres vivos, en un intento de adaptación a las necesidades y condiciones de vida de cada una de las especies. Esto ayuda a alcanzar un mejor entendimiento del por qué de las peculiares formas

de los distintos complejos estomatognáticos (Macorra Revilla; L.2001).

Desde el punto de vista craneal nos centraríamos en la biónica como ciencia que trata de copiar las soluciones que los seres vivos han dado a los problemas mecánicos, perfeccionados por el proceso evolutivo.

El análisis discriminante en la biomecánica del cráneo, se expresa como aquella herramienta que utilizando los procedimientos estadísticos, se elaboran funciones discriminantes en el estudio del dimorfismo sexual. Se basa en dos principios básicos: analizar y clasificar individuos [DiBennardo y Taylor, 1983]. Es decir, conseguir la máxima separación entre grupos tras la expresión de ciertas variables sometidas a propiedades y supuestos mecánicos y asignar a un individuo determinado un grupo según las similitudes compartidas, teniendo en cuenta la naturaleza físico-química y el sometimiento a la gravedad.

Correspondencia:

María Guadalupe Fernández García
Dpto. de Anatomía y Embriología Humana II
Facultad de Medicina, Univ. Complutense de Madrid

Objetivos

Se pretendía evaluar el grado de correspondencia entre el sexo estimado y la edad mediante caracteres cualitativos y obteniendo funciones discriminantes, cuyas formulas se basaran en el menor número de variables posible.

Materiales y métodos

La muestra esta formada por 2000 cráneos correspondiente a los siglos V al XX de la Península Ibérica. El diagnóstico sexual fue establecido atendiendo a los criterios cualitativos fijados por Boyd y Trevor [en Briggs, 1989], donde, según estos autores se consigue un 98% de acierto para la diferenciación morfológica del cráneo. Estudiándose un total de **375** cráneos pertenecientes a individuos *masculinos* y **267** *femeninos*. Para comparar los dos métodos de estimación sexual, se elaboraron más de cien funciones discriminantes a través del análisis estadístico paso por paso, en el que se van seleccionando aquellas variables que presentan discriminación significativa. En el estudio global se introdujo las variables mandibulares con el fin de

aumentar el porcentaje de asignación correcta [Kieser y Groeneveld, 1986; Iscan et al 1995]. Posteriormente se compararon los diagnosticados sexualmente a través de caracteres cualitativos, reflejándose el porcentaje de correspondencia.

También se realizaron análisis discriminantes para cada una de las zonas del cráneo, seleccionando aquellas variables o grupos de variables con un porcentaje mínimo de correspondencia sexual del 75%, por considerar que cifras por debajo de dicho valor carecen de correspondencia sexual. Con el método Stepwise por pasos, íbamos viendo cual de las variables era la más discriminante y explicaba mejor la variabilidad total

Resultados

De todas las funciones presentadas en este trabajo, las que ofrecen mayores porcentajes de correspondencia con el diagnóstico sexual realizado de forma visual se llevo a alcanzar un 100 % de exactitud. Superando claramente a las alcanzadas por Tanaka [1979]; Steyn e Iscan [1998] y del Rio, P. [2000]. [Tabla n°:1]. La mejor variable aislada y

SEXO	
F1	varon $\Rightarrow -129.19834 + 1.44670 V17 + 0.38210 V18 + 1.65963 V10 + 0.00106 V13$
F2	mujer $\Rightarrow F2: -252,38977 + 5,2754 \times v17$
EDAD	
varón >50 \Rightarrow	$-338,51944 + 7,98440 \times V13 + 8,42502 \times V25$
mujer 40-50 \Rightarrow	$-179,30195 + 3,81494 \times V28$
<30 \Rightarrow	$-211,12013 + 4,13961 \times V28$
<p><i>V13: altura nasal (Martin 1957).</i> <i>V17: anchura biorbital (Martín 1957).</i> <i>V18: anchura interorbital (Martin 1957).</i> <i>V28: anchura bigoniaca (Martin 1957)</i> <i>V25: Altura mentoniana (Martin 1957)</i></p>	

Tabla 1. Fórmula discriminante para la edad y sexo. [Fernández M.G.2001]

que está presente en todas las funciones discriminantes es V1 (Longitud máxima del cráneo), por lo tanto podríamos decir que es la variable que mejor discrimina respecto al sexo. Pero nos encontramos que cuando fijábamos la edad en la elaboración de las funciones discriminantes las variables que mejor discriminaban eran V28, V13 (Altura nasal) y V25 (Altura mentoniana). De la misma forma si fijábamos el sexo las variables que mejor discriminaban para la edad seguían siendo las mismas. Llegaríamos a la conclusión que la variable que mejor explica la variabilidad total sería V1 (Longitud máxima del cráneo), pero en estudios en los cuales los restos estuvieran fragmentados sería aconsejable utilizar V13 (Altura nasal), V25 (Altura mentoniana) y V28 (Anchura bigoníaca) porque según nuestro estudio son los parámetros que mejor discriminan para el sexo.

Conclusiones

Llegaríamos a la conclusión que las variables que mejor explica la variabilidad total sería V1 (Longitud máxima del cráneo), V13 (Altura nasal), V25 (Altura mentoniana) y V28 (Anchura bigoníaca), [Figura nº1, Tabla nº2 y nº 3] porque según nuestro estudio son los parámetros que mejor discriminan para el sexo. El hecho de que la *altura nasal* (aumentando el diámetro sagital y estrechándose el diámetro transversal) pueda cambiar con la edad, según los datos obtenidos, nos ha dejado gratamente sorprendidos, ya que, hasta la fecha no hay datos en los cuales este reflejado estos resultados. Aunque los cambios en el perfil nasal son por variaciones en el equilibrio oclusal;

podría ser debido a las inserciones musculares, que estas, al insertarse en el hueso, la fuerza de la gravedad con la edad, hace estrecharse al diámetro transversal. Otra causa podríamos encontrarla en la deglución, ya que con la edad trae como consecuencia el estrechamiento del piso de las fosas nasales aumentando el diámetro sagital. Sería elemento clave para comprender los principios de la oclusión y la transmisión de las fuerzas generadas por la dinámica mandibular hacia las demás estructuras.

Estos elementos estructurales transmiten y absorben los vectores de fuerzas siguiendo los principios y las leyes biofísicas de la biomecánica aplicadas al complejo craneofacial y es esto lo que nos explica el proceso evolutivo en el desarrollo del sistema estomatognático. Dentro de este sistema constituido por elementos tan variados como los dientes, tejidos periodontales de sostén, musculares, articulares, cartilagosos y óseos, ya sean neumatizados o no, se tiene en consideración la importancia y el papel que juegan tanto el tabique como las demás estructuras nasales y frontales estrechamente relacionadas en su forma con las características de la función oclusal.

Se abre el horizonte de las perspectivas biomecánicas en la fisiopatología de las especialidades odontoestomatológicas, teniendo en cuenta el sexo y la edad, para futuros estudios de la biomecánica aplicada a los alambres, resortes y demás elementos activos o pasivos en su capacidad de mover o anclar dientes en ortodoncia, así como el de los aspectos biofísicos estructurales en los diseños de las prótesis buco-dentales. [Macorra Revilla; L. 2001]

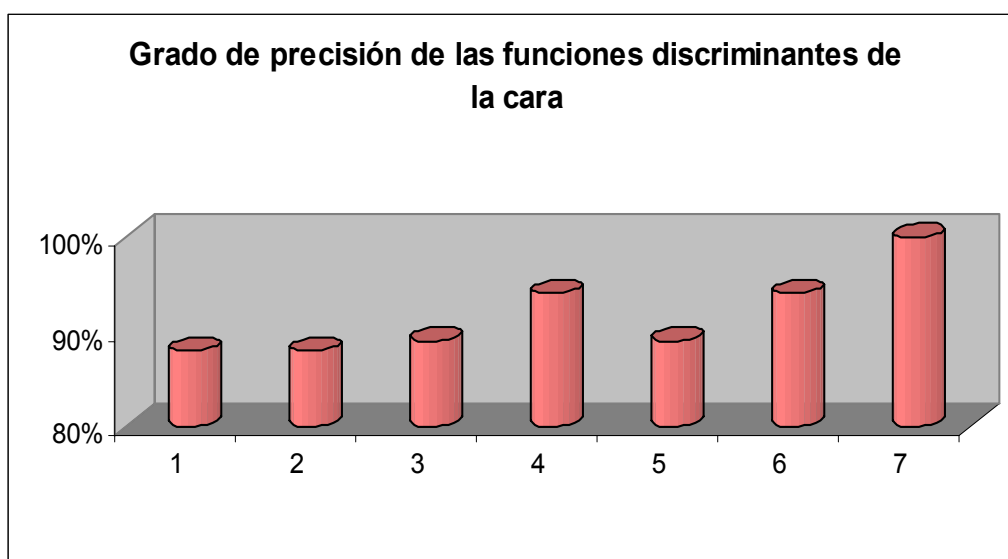


Figura 1: Grado de precisión de las funciones discriminantes de la cara

a)		
<u>Función</u>	<u>Sexo</u>	<u>Función discriminante</u>
F1	Varon	$\Rightarrow F1: -31,92431 + 2,10280 \sqrt{25}$
F2	Mujer	$\Rightarrow F2: -25,36003 + 1,87418 \sqrt{25}$
F3	Varon	$\Rightarrow F1: -274,70324 + 5,76671 \times \sqrt{17}$
F4	Mujer	$\Rightarrow F2: -252,38977 + 5,2754 \times \sqrt{17}$
F5	Varon	$\Rightarrow F1: -281,78713 + 5,28897 \times \sqrt{17} + 1,86098 \times \sqrt{15}$
F6	Mujer	$\Rightarrow F2: -260,10439 + 5,07293 \times \sqrt{17} + 1,81273 \times \sqrt{15}$
F7	Varon	$\Rightarrow -129.19834 + 1.44670 \sqrt{17} + 0.38210 \sqrt{18} + 1.65963 \sqrt{10} + 0.00106 \sqrt{13}$
F8	Mujer	$\Rightarrow -114.49335 + 1.35167 \sqrt{17} + 0.35314 \sqrt{18} + 1.57988 \sqrt{10} + 0.0006969 \sqrt{13}$
b)		
<u>Edad</u>	<u>Función Discriminante</u>	
F9	40-50 $\Rightarrow -349,13618 + 7,95727 \times \sqrt{13} + 8,83698 \times \sqrt{25}$	
F10	<30 $\Rightarrow -414,27517 + 8,74445 \times \sqrt{13} + 9,48860 \times \sqrt{25}$	
F11	>50 $\Rightarrow -338,51944 + 7,98440 \times \sqrt{13} + 8,42502 \times \sqrt{25}$	
F12	40-50 $\Rightarrow -269,39169 + 5,63746 \times \sqrt{17}$	

Tabla 2. Funciones discriminantes de la cara: El valor mayor de cada una de las funciones determinara el sexo en cada uno de los individuos

<u>Función</u>	<u>Total</u>		
	<u>N</u>	<u>Varones</u>	<u>Mujeres</u>
F1	30	88%	_____
F2	30	_____	88%
F3	491	89%	_____
F4	491	_____	94%
F5	491	89%	_____
F6	491	_____	94%
F7	127	99.3%	_____
F8	88	_____	89,3%
F9	264	76,14%	_____
F10	264	_____	78,67%
F11	264	100%	_____
F12	292	_____	75%

Tabla 3. Grado de precisión de las funciones discriminantes de la cara

Bibliografía

1. **Boyd, J.D. y Trevor, J.C.** (1953). Problems in reconstruction. En Simpson, K (ed), *Modern Trends in Forensic Medicine*. 133-152. Londres.
2. **Briggs, L.C.** (1989). *Initiation à l'Anthropologie du esquelette*. Alger: Imp. Off. Min. De l'Algérie.
3. **DiBernardo, R. y Taylor, J.V.** (1983). Múltiple discriminant function analysis of sex and race in the postcranial skeleton. *Am. J. Phys. Anthropol.* 61:305-314.
4. **Fernandez, M.G.** (2001). Análisis morfométrico de una colección de cráneos del museo de antropología de la escuela de medicina legal. Tesis Doctoral. Madrid U.C.M.
5. **Iscan M.Y.; Loth S.R.; Wright, R.K.** (1984). Age estimation from the rib by phase analysis: White males. *J. Forensic Sci*; 29(4):1094-1104.
6. **Iscan M.Y.; Loth S.R.; Wright, R.K.** (1985). Age estimation from the rib by phase analysis: White males. *J. Forensic Sci*; 30:853-863.
7. **Iscan M.Y.; Yoshine, M.; Kato, S.** (1995). Sexual dimorphism in modern japanese crania. *Am. J. Hum. Biol.* 7:459-464.
8. **Kieser, J.A.; Groeneveld, H.T.** (1986). Multivariate sexing humane viscerocranium. *J. Forensic Odontostomatol.* 4: 41-46.
9. **Kummer, Cit. Macorra, Revilla, L.** (2001). *Biomecánica craneofacila*. Diaz de Santos 1ª Edición. Pp: 5-20.
10. **Martin, R. y Saller, K.** (1957). *Lehrbuch der Anthropologie*. I. Ed. Gustav Fischer. Stuttgart. Pp: 661.
11. **Macorra, Revilla, L.** (2001). *Biomecánica craneofacila*. Diaz de Santos 1ª Edición. Pp: 5-20.
12. **Rio, P.** (2000). Cit. Fernandez, M.G. Análisis morfométrico de una colección de cráneos del museo de antropología de la escuela de medicina legal. Tesis Doctoral. Madrid U.C.M. 2001.
13. **Rua, C.** (1985). *El cráneo vasco: morfología y factores craneofaciales*. Zamudio: Diputación Foral de Vizcaya.
14. **Steyn, M. Iscan, M.Y.** (1998). Sexual dimorphism in the crania and mandibles of South African Whites. *Forensic Sci Int.* 98(1-2): 9-16.
15. **Tanaka, T. Sapper, Med. J.** (1979); 48-582.