

# Análisis discriminantes en la biomecánica del cráneo

M.G. 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

### Correspondencia:

María Guadalupe Fernández  
Dpto. de Anatomía y Embriología Humana II. Facultad  
de Medicina. Universidad Complutense de Madrid

determinado un grupo según las similitudes compartidas, teniendo en cuenta la naturaleza fisicoquímica y el sometimiento a la gravedad.

## 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.

## Material y Método

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 llegó a alcanzar un 100 % de exactitud. Superando claramente a las alcanzadas por Tanaka [1979]; Steyn e Iscan [1998] y del Rio, P. [2000]. (Tabla 1). La mejor variable aislada y 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

<b>sexo</b>	
F1	Varón $\Rightarrow -129.19834 + 1.44670 V17 + 0.38210 V18 + 1.65963 V10 + 0.00106 V13$
F2	Mujer $\Rightarrow F2: -252,38977 + 5,2754 \times V17$
<b>edad</b>	
	Varón $>50 \Rightarrow -338,51944 + 7,98440 \times V13 + 8,42502 \times V25$
	Mujer $40-50 \Rightarrow -179,30195 + 3,81494 \times V28$ $<30 \Rightarrow -211,12013 + 4,13961 \times V28$

V13: Altura nasal (Martin 1957)

V17: Anchura biorbital (Martín 1957)

V18: Anchura interorbital (Martin 1957)

V28: Anchura bigoniaca (Martin 1957)

V25: Altura mentoniana (Martin 1957)

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

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.

### Conclusión

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 1, Tablas 2 y 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; 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.

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]

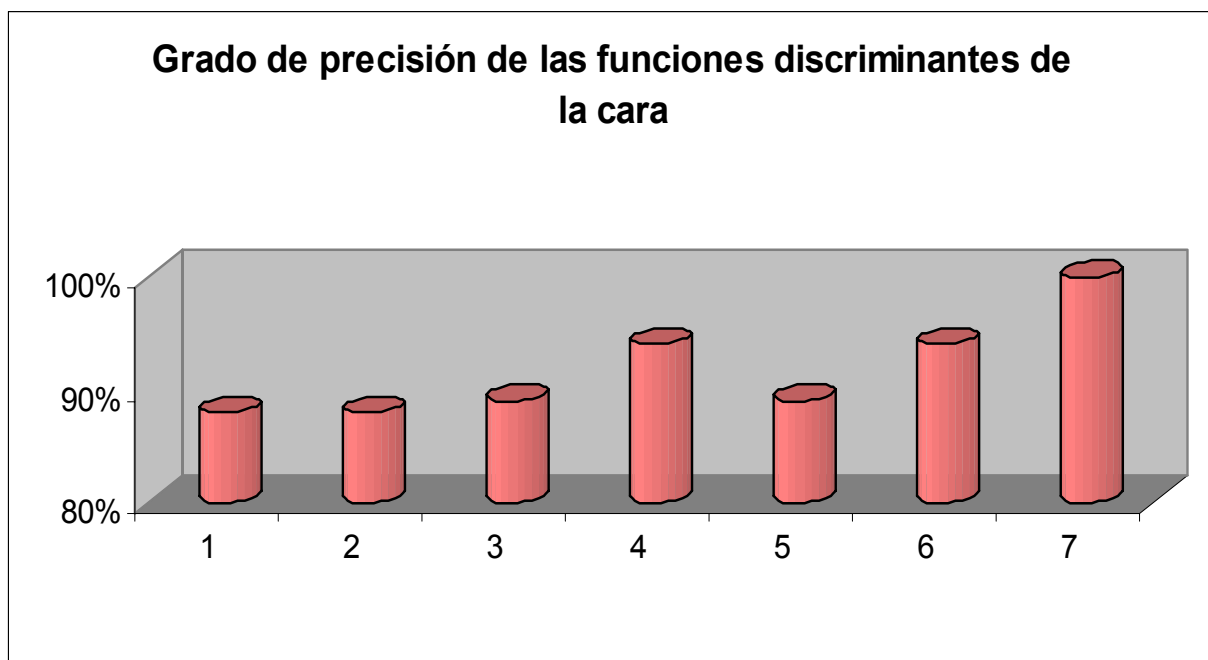


Figura 1. Grado de precisión de las funciones discriminantes de la cara

a)		
Función	Sexo	Función discriminante
F1	Varón	F1: $-31,92431 + 2,10280 v_{25}$
F2	Mujer	F2: $-25,36003 + 1,87418 v_{25}$
F3	Varón	F1: $-274,70324 + 5,76671 x v_{17}$
F4	Mujer	F2: $-252,38977 + 5,2754 x v_{17}$
F5	Varón	F1: $-281,78713 + 5,28897 x v_{17} + 1,86098 x v_{15}$
F6	Mujer	F2: $-260,10439 + 5,07293 x v_{17} + 1,81273 x v_{15}$
F7	Varón	$-129.19834 + 1.44670 V_{17} + 0.38210 V_{18} + 1.65963 V_{10} + 0.00106 V_{13}$
F8	Mujer	$-114.49335 + 1.35167 V_{17} + 0.35314 V_{18} + 1.57988 V_{10} + 0.0006969 V_{13}$

b)		
Función	Edad	Función discriminante
F9	40-50	$-349,13618 + 7,95727 x V_{13} + 8,83698 x V_{25}$
F10	<30	$-414,27517 + 8,74445 x V_{13} + 9,48860 x V_{25}$
F11	>50	$-338,51944 + 7,98440 x V_{13} + 8,42502 x V_{25}$
F12	40-50	$-269,39169 + 5,63746 x V_{17}$

**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

TOTAL			
Función	N	Varones	Mujeres
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. **Iscaan 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. **Iscaan 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. **Iscaan 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. Iscaan, 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. Sappero, Med. J.** (1979); 48-582.