

VALORACIÓN DEL MÉTODO DE DIAGNÓSTICO SEXUAL PROBABILÍSTICO (DSP) EN UNA COLECCIÓN OSTEOLÓGICA MEXICANA

Gabriela Sánchez-Mejorada^a, Jorge Gómez-Valdés^{a, b},
Patricia Herrera^c, Petr Veleminsky^d
y Jaroslav Bruzek^{e, f}

^a*Sección de Antropología Física, Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina,
Universidad Nacional Autónoma de México*

^b*Posgrado en Antropología, FFyL-IIA, Universidad Nacional Autónoma de México*

^c*Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina,
Universidad Nacional Autónoma de México*

^d*Department of Anthropology, National Museum of Natural History, Prague, Czech Republik*

^e*Laboratoire d'Anthropologie des Populations du Passé, PACEA, Université Bordeaux 1 France*

^f*Department of Anthropology and Human Genetics, Faculty of Sciences, Charles University,
Prague, Czech Republik*

RESUMEN

La estimación del sexo en restos esqueléticos humanos representa una etapa crucial en la investigación osteológica. El hueso coxal presenta patrones de dimorfismo sexual poblacionales no específicos, por lo cual es el mejor indicador para la estimación del sexo en sujetos maduros. El método DSP (Murail *et al.* 2005) tiene un índice de precisión de 98 % con colecciones de Europa, África, Asia y Norteamérica; no obstante, no ha sido validado en la población mexicana. En este trabajo se puso a prueba el método DSP en la colección ósea de la Sección de Antropología Física, del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina, de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se realizaron diez medidas que comprenden los principales parámetros (anchuras y longitudes) del ilion, isquion y pubis, analizando 250 huesos coxales, derechos e izquierdos; 118 del sexo femenino (47.2 %) y 132 del masculino (52.8 %). Tras la aplicación del DSP, los resultados indican que en 98.3 % de los huesos femeninos y en 81.1 % de los masculinos se les asignó correctamente el sexo. Se comprueba que el método DSP

posee una alta probabilidad en la estimación del sexo en el contexto de las poblaciones contemporáneas de México.

PALABRAS CLAVE: diagnóstico sexual probabilístico, DSP, estimación sexual, funciones discriminantes, osteología forense.

ABSTRACT

Sex assessment is one of the most important procedures in osteological investigation. Sexual dimorphism patterns in hip bones show non-population specificity. The DSP method has a high precision in Europe, Africa, Asia and North America samples. In this work we test the DSP method in Mexican contemporary population; from the osteological collection of the Physical Anthropology Section, Department of Anatomy, school of Medicine, National Autonomous University of Mexico (UNAM). Ten measures were carried out in two hundred fifty hip-bones; 118 (47.2 %) females and 132 (52.8 %) males. Our results show that the DSP method has a highest probability of sex assessment for females with 98.3 % and 81.1 % for male, the miss classified samples are attributed for individual sex variation, but the DSP method has 100 % of accuracy in Mexican contemporary population.

KEYWORDS: probabilistic sex diagnostic, DSP, sex estimation, discriminant function, Forensic Osteology.

INTRODUCCIÓN

La estimación sexual es uno de los parámetros primarios en toda investigación osteológica, sea en el ámbito de las poblaciones contemporáneas (osteología forense) o antiguas (bioarqueología). Las diferencias sexuales de la morfología del esqueleto humano se consideran de tamaño y forma. La probabilidad de éxito en la estimación del sexo es más confiable en individuos maduros que sobrepasaron el brote puberal, dado que por encima de los 18 años de edad estas diferencias están bien definidas (Ubelaker 1989). Se ha desarrollado una amplia gama de propuestas metodológicas para la estimación del sexo en series esqueléticas mediante los huesos del conjunto pélvico.

Un conjunto de técnicas se enfoca en el análisis visual de estructuras morfológicas focales, como la escotadura ciática mayor, el arco ventral, la rama isquiopúbica, la concavidad subpúbica, el arco compuesto, entre

otras. Asimismo, dentro de este conjunto de técnicas, han sido desarrolladas propuestas que se basan en la morfología de estructuras mayores, como la proporcionalidad de anchura respecto a altura del hueso coxal y del canal de parto (Genovés 1959, 1962; Phenice 1969; Ferembach *et al.* 1980; Iscan y Derrick 1984; Bruzek 2002; Bruzek *et al.* 1996, 2006). Otro grupo de metodologías se basa en el análisis numérico, generalmente bajo el tratamiento del análisis de funciones discriminantes. De manera general, las funciones discriminantes quedan restringidas a los ejemplares comprendidos en el rango de variación total (mínimo y máximo de las variables originales), lo cual hace pensar que es un requisito (Trotter 1926; Giles 1970; van Vark 1971; Stradalova 1975; Flander 1978; Seidler 1980; Kimura 1982; Luo 1995; Moore-Jansen y Plochocki 1999; Murail *et al.* 1999; Mishra *et al.* 2003; Patel *et al.* 2005; Dixit *et al.* 2007; Benazzi *et al.* 2009).

Contrario a los ejemplos de funciones discriminantes que han sido propuestos como específicos de poblaciones, el método de Diagnóstico Sexual Probabilístico (DSP por sus siglas en francés, *Diagnose Sexuelle Probabiliste*) (Murail *et al.* 2005) no es restringido, o dicho de otra manera, puede ser aplicado con éxito a cualquier población humana. Éste ha sido desarrollado con una base de datos de la variabilidad métrica-morfológica de los huesos coxales de ejemplares procedentes de Europa (Francia, Inglaterra, Portugal y Lituania), África (Sudáfrica), América (Estados Unidos de Norte América) y Asia (Tailandia) en un rango de temporalidad que va de los inicios del siglo XVIII al final del siglo XX. Esta base de datos comprende hombres y mujeres adultos (Murail *et al.* 2005). Este método, basado en el análisis de funciones discriminantes, consiste en el cálculo de probabilidades de pertenencia al sexo femenino o masculino, calculadas de manera individual *a posteriori*, con lo que se prescinde de tomar reglas de decisión estadísticas a partir de un punto de corte preestablecido.

Por otro lado, se considera que el DSP minimiza el problema de preservación o conservación de los huesos debido a que está basado en cualquier combinación posible de las 10 mediciones propuestas, mismas que comprenden las estructuras morfofuncionales del coxal (Murail *et al.* 2005) y que, a su vez, son los referentes anatómicos que maximizan las diferencias entre los centroides de los grupos. Dicho de manera sencilla: “El principio general de la determinación sexual mediante el DSP es calcular la probabilidad individual de ser femenino o masculino que tiene cada espécimen, a través de la comparación de sus cualidades

métrico-morfológicas en una base de datos mundial del hueso coxal” (Murail *et al.* 2005). Todo ejemplar que posea más de 95 % de probabilidad de pertenecer al grupo es clasificado dentro del mismo y los que no cuenten con este requisito son alojados en la clase de indeterminables.

Tomando en cuenta que Murail *et al.* (2005) mencionan que el método DSP no presenta restricciones en su aplicación en una población específica, en este trabajo lo ponemos a prueba con el objetivo de validar su utilización para la estimación sexual en la población contemporánea de la ciudad de México.

La necesidad de contar con estándares poblacionales para la identificación humana a partir de restos óseos es de primordial importancia en la actualidad, tanto en el ámbito de la osteología forense como en el de los contextos arqueológicos. En la bibliografía especializada se tienen diversas propuestas de estándares poblacionales; nosotros consideramos que es necesario, previo a la realización de nuevos protocolos para la identificación, por ejemplo la estimación sexual, verificar la aplicabilidad de los estándares internacionales existentes.

Los métodos numéricos, como el DSP, presentan algunas ventajas sobre los métodos visuales, debido a que son menos subjetivos, suelen ser más sencillos de aplicar y no requieren del entrenamiento prolongado de los observadores. En este sentido, valga mencionar que éste tipo de aproximaciones resultan ser de mayor replicabilidad y, de igual manera, suele ser más sencilla su estandarización entre observadores.

MATERIALES Y MÉTODO

Se estudiaron 172 esqueletos humanos de la colección osteológica de la Sección de Antropología Física, del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina, de la Universidad Nacional Autónoma de México, la cual está constituida por individuos procedentes de diversas instituciones públicas, como el Servicio Médico Forense, del Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal, y diversos hospitales de la Secretaría de Salud del Distrito Federal y del estado de México. Esta colección no cuenta con los requisitos estrictos de documentación; no obstante, se tiene certeza de información relativa al sexo de los individuos y la época de la muerte, que data de 1989 a 2005. En trabajos previos se han realizado las estimaciones

de edad y sexo, condiciones patológicas, entre otros temas (Pimienta 2000; Torres 2002; Báez *et al.* 2007; Báez 2008).

En este trabajo sólo se consideraron individuos adultos, sin alteraciones naturales y/o artificiales de la forma y el tamaño, por lo que la muestra incluye 250 coxales desagrupados por lado. Se han contemplado separadamente los huesos de ambos lados, debido a que la estimación puede variar de acuerdo con la asimetría anatómica, y de esta manera, en términos estadísticos, se asume que los huesos de cada lado corresponden a variables independientes.

Los ejemplos que se estudiaron para la presente comunicación pertenecen a cuerpos no reclamados que son utilizados para las prácticas de disección anatómica en la Facultad de Medicina de la UNAM. Hemos seguido la normatividad establecida en los Artículos 4° y 5° del Capítulo Tercero de la Legislación Universitaria, que para los efectos de investigación en cadáveres de seres humanos establece las disposiciones legales para realizar estudios a partir de órganos y tejidos.

Se obtuvieron 10 mediciones de las alturas, longitudes, anchuras y profundidades de los tres huesos (ilion, isquion y pubis) que componen el coxal (cuadro 1 y figura 1). Las mediciones fueron realizadas por un solo observador (JB), en una sola sesión continuada día por día. De los datos métricos obtenidos, se calcularon los estadísticos descriptivos: rango, tendencia central y varianza de cada variable, y se aplicó la prueba *t* de Student para valorar las diferencias entre las medias de cada sexo. Posteriormente, los datos fueron arreglados e ingresados al programa DSP, el cual se encuentra programado en *Visual Basic* y es usado por *Excel* para *Windows* (Murail *et al.* 2005).

El método DSP es una herramienta para el análisis discriminante, basado en la inclusión por pasos, cuyo modelo general fue introducido por Fisher (1936, 1938, 1940). Murail *et al.* (2005) le dan robustez al análisis mediante el cálculo de los valores Lambda de Wilks, con rangos de 0 (para la perfecta discriminación) a 1 (sin discriminación entre grupos). Obtienen las probabilidades posteriores como la probabilidad que toma cada espécimen de pertenecer a un grupo, la cual es calculada a partir de las distancias de Mahalanobis de cada ejemplar al centroide de la distribución de todos los especímenes en un espacio multidimensional dado por las variables originales. Ellos establecen el cómputo de

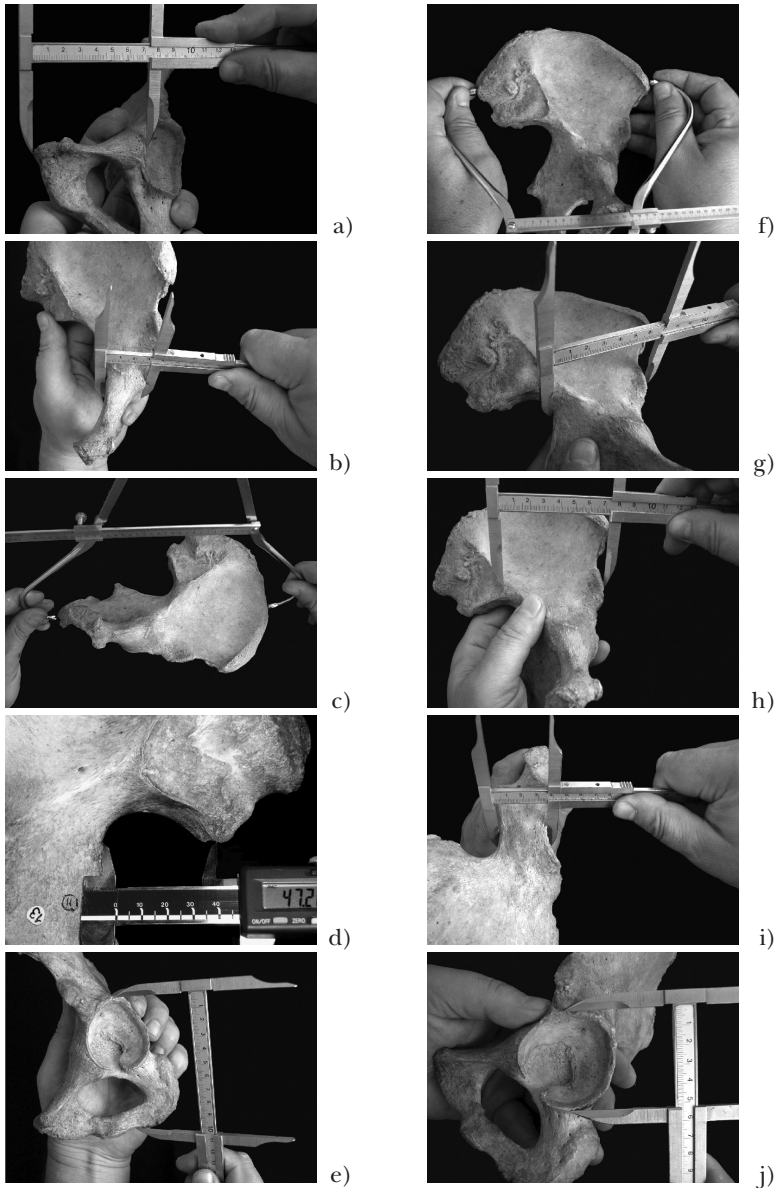


Figura 1. Las 10 mediciones empleadas en el DSP. Modificada de Murail *et al.* 2005. Las siglas de cada variable se han conservado de acuerdo con la propuesta original. a) PUM, b) SPU, c) DCOX, d) IIMT, e) ISMM, f) SCOX, g) SS, h) SA, i) SIS, j) VEAC.

Cuadro 1
Lista de variables empleadas en el DSP

Variable	Nombre de variable	Definición
PUM	Longitud del pubis acetábulo sínfiseal	Distancia mínima del punto superior y medial de la sínfisis púbica al punto más cercano en el margen acetabular; a la altura de la superficie semilunar.
SPU	Anchura cotilo-púbica	Anchura del pubis entre el punto más lateral del acetábulo y el punto más medial del pubis. Tomada perpendicularmente al eje perpendicular del pubis. Las ramas del compás de corredera deben estar paralelas al plano del foramen obturador.
DCOX	Longitud del coxal	Máxima altura del hueso coxal; la medición se realiza desde el borde inferior del isquion hasta la porción más superior de la cresta iliaca. Puede ser tomada con el compás de corredera o con la tabla osteométrica.
IIMT	Altura de la escotadura ciática mayor	Distancia desde la espina iliaca postero-inferior (definida como el punto de intersección entre la superficie de la carilla auricular y la porción posterior de la escotadura ciática) al borde anterior de la escotadura ciática mayor. El eje de medición debe ser perpendicular al borde anterior de la escotadura. Debido a la forma del hueso coxal se puede usar un calibre o vernier con las ramas cortas de medición de diámetros interiores.
ISMM	Longitud isquiática post-acetabular	Distancia desde el punto más anterior e inferior de la tuberosidad isquiática al punto más lejano en el borde acetabular.
SCOX	Anchura del coxal	Distancia máxima entre la espina iliaca antero-superior y la espina iliaca postero-superior.
SS	Longitud espino-ciática	Distancia mínima entre la espina iliaca antero-inferior y el punto más profundo de la escotadura ciática mayor.
SA	Longitud espino-auricular	Distancia entre la espina iliaca antero-inferior y el punto auricular. El punto auricular es definido como la intersección de la línea arqueada con la superficie de la carilla auricular.
SIS	Anchura cotilo-ciática	Distancia entre el borde lateral del acetábulo y el punto medio de la porción anterior de la escotadura ciática mayor. Fijando las ramas del compás paralelamente al plano acetabular.
VEAC	Diámetro acetabular vertical	Diámetro vertical máximo del acetábulo. Medido a la altura del margen acetabular, como una prolongación del eje longitudinal del isquion.

Las siglas se han conservado para cada variable de acuerdo con la propuesta original de Murail *et al.* 2005.

las probabilidades posteriores considerando que cada espécimen tiene igual probabilidad *a priori* de pertenecer tanto al sexo femenino como al masculino; cuando las probabilidades posteriores son iguales o superiores de .95, se considera que el caso cruza el umbral o punto de segmentación, mismo que fue definido sobre dos criterios: a) el porcentaje de especímenes de los cuales se estima el sexo ($p \geq .95$), y b) el rango de precisión (porcentaje de casos correctamente determinados).

Los datos resultantes de la predicción de pertenencia del grupo (femenino o masculino) y las probabilidades individuales posteriores de pertenencia al grupo fueron guardados para el posterior análisis estadístico.

Las tablas de contingencia de las frecuencias del sexo de laboratorio y el sexo estimado se obtuvieron tras la aplicación del DSP y se realizó la prueba ji cuadrada para probar la hipótesis de independencia de los datos. Las probabilidades posteriores individuales de pertenencia a alguno de los sexos fueron proyectadas en un gráfico de histograma. Este gráfico de las probabilidades permite verificar la hipótesis de aplicación del método DSP a la población mexicana, partiendo de los porcentajes de casos reagrupados correctamente con probabilidades superiores al punto de segmentación del .95.

RESULTADOS

Se analizaron 250 huesos coxales derechos e izquierdos, 118 del sexo femenino (47.2 %) y 132 del masculino (52.8 %). Salvo la longitud espino-auricular (SA), el resto de las mediciones presentaron diferencias significativas ($p < .001$) entre sexos. En términos generales, se puede considerar que los coxales del sexo masculino son de mayor tamaño que los del femenino; aunque las mediciones relativas a la longitud del pubis (PUM) y la profundidad de la escotadura ciática (IIMT) presentan un patrón de dimorfismo reverso (Plavcan 2001); caracterizado por una elongación ventral y amplitud del anillo de la pelvis en las mujeres (cuadro 2).

Los valores mínimo, máximo, media y desviación estándar de cada variable están agrupados por sexo masculino y femenino. Sólo la longitud del pubis (PUM) y profundidad de la escotadura ciática (IIMT) son de mayor tamaño en el sexo femenino. Los valores que resultaron diferentes de manera significativa están en cursivas ($p < .001$).

Cuadro 2
Estadísticas descriptivas de 10 variables DSP

	<i>n</i>	Femenino				Masculino				<i>t</i>	Sig.	
		Mín.	Máx.	Media	<i>DE</i>	<i>n</i>	Mín.	Máx.	Media			<i>DE</i>
PUM	111	59	87.2	70.72	5.2	129	53.5	82.5	67.7	4.9	4.62	.0000
SPU	117	17.5	27.5	22.69	2.3	132	21.5	33	27.48	2.4	-16.24	.0000
DCOX	118	165	213	190.6	10	132	186	241	207.4	9.7	-13.37	.0000
IIMT	118	28	60	44.14	5.2	131	23	50	38.32	4.3	9.61	.0000
ISMM	118	83	110.7	97.07	5.3	132	95	124	108.9	5.3	-17.64	.0000
SCOX	113	123	167	146.9	9.8	129	128	180	151.3	8.7	-3.76	.0002
SS	118	54.7	74.5	64.64	4.3	132	57.3	86	70.6	5.4	-9.66	.0000
SA	118	58.7	88.3	71.78	6	132	53.3	88.5	71.74	6.5	0.04	.9663
SIS	118	27.9	44	34.74	3.5	132	31.2	48	38.05	3.2	-7.75	.0000
VEAC	118	42	58	48.49	2.8	132	46.8	61	54.41	3	-16.15	.0000

De los 250 coxales puestos a prueba mediante el método DSP, 90 % fue correctamente clasificado según su grupo original; 116 (98.31 %) femeninos y 107 (81.06 %) masculinos conservaron su categoría tras la aplicación del diagnóstico sexual probabilístico (DSP). Ningún caso fue clasificado como incorrecto siguiendo su grupo de pertenencia original; en el sexo femenino, 1.69 %, y en el masculino, 18.94 % fueron de sexo no determinable. Es decir, ningún caso fue clasificado en el sexo contrario (cuadro 3).

Cuadro 3
Tabla de contingencia del sexo inicial (LAB) y estimado (DSP)

		Sexo DSP			Total	
		Femenino	Masculino	No determinable		
Sexo LAB	Femenino	<i>f</i>	116	0	2	118
		%	98.31	0	1.69	100
	Masculino	<i>f</i>	0	107	25	132
		%	0	81.06	18.94	100
Total			116	107	27	250

Porcentajes de agrupación correcta en la reclasificación mediante análisis discriminante (DSP). Las frecuencias absolutas y porcentajes del sexo inicial (LAB) se presentan por filas y el sexo posterior a la aplicación del método DSP, por columnas.

La prueba jicuada señala evidencia significativa ($p < .001$), lo que indica que las frecuencias del sexo inicial o de laboratorio (LAB) siguen un patrón de distribución muy similar a las frecuencias del sexo estimado después de la aplicación del método de diagnóstico sexual probabilístico (DSP), por lo que existe una asociación estrecha, según la prueba *V* de Cramer (.985), que de igual manera fue significativa ($p < .001$) (figura 2).

La distribución de las frecuencias de probabilidad posteriores muestra que en ambos sexos ningún ejemplar tiene probabilidad nula de pertenecer al sexo inicial (LAB). En el sexo femenino es posible observar que 98 % de los casos se encuentran en el intervalo mayor al .95 de probabilidad; mientras que en los ejemplos no clasificados, un caso tiene probabilidad entre el .95 y el .90, y otro más entre el .90 y el .70 de pertenecer al grupo. Por

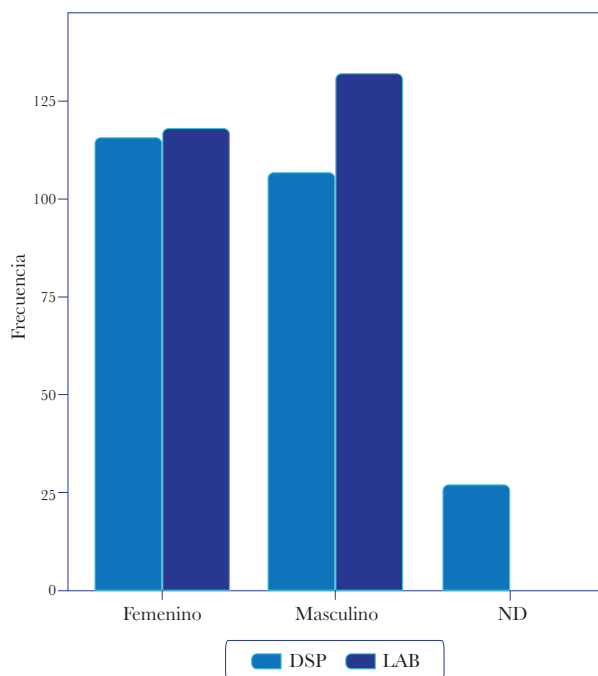


Figura 2. Comparación del sexo inicial (LAB) contra los datos de salida (DSP). Se contrastan las distribuciones por pares de las frecuencias del sexo de laboratorio con respecto al sexo estimado posterior a la aplicación del método DSP. Prueba jicuada sig. = .000, *V* de Cramer (.985) sig. = .000.

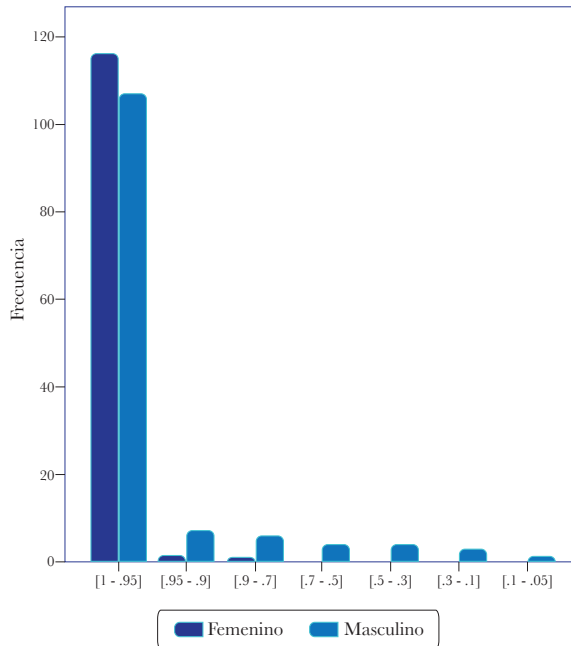


Figura 3. Distribución de las frecuencias de probabilidad posterior de pertenencia al grupo original después de la aplicación del método DSP. En los ejemplos superiores al umbral del .95 de probabilidad, el sexo fue determinado con una precisión de entre 95 % y 100 %. En promedio, 90 % de los casos fueron estimados mediante DSP con probabilidades del .95 al 1.

otro lado, del sexo masculino, 81.1 % de los casos se clasificaron con valores superiores al .95 de probabilidad, 93.9 % de los casos presentan valores superiores al .50 de probabilidad de pertenecer a su grupo, mientras que en sólo ocho (6 %) su probabilidad es inferior al .50 (figura 3).

En la figura 3 se observa que los individuos del sexo femenino presentan mayor éxito en la estimación sexual a través del método DSP, mientras que en los del sexo masculino hay mayor variación individual, estando 19 % de los casos en el rango inferior al umbral de corte del .95 de la función de probabilidad con sexo no determinable. Con la exploración de la distribución de las frecuencias de probabilidad posterior de clasificación del análisis discriminante (DSP), podemos afirmar que existe un alto grado de éxito en su aplicación en la muestra osteológica de la Sección de Antropología Física del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la UNAM.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El método DSP mostró una fuerte asociación entre el sexo inicial del laboratorio y los datos de salida del programa DSP, es decir, en el sexo femenino existe una asociación de 98 % y en el masculino de 81 % de clasificación correcta. Murail *et al.* (2005) han probado DSP en africanos, asiáticos, europeos y americanos. Luego de encontrar el mejor arreglo de combinación de variables, se acertó en el sexo en 90.71 %, con 99.63 % de rango de exactitud en 2 040 individuos de referencia de las colecciones osteológicas de Olivier (Francia), Spitalfields (Inglaterra), Tamagnini (Portugal), Garmus (Lituania), Dart (Sudáfrica), Hamann-Todd y Terry (EUA) y otra de Tailandia. En nuestro estudio hemos estimado el sexo correctamente en 90 % de 126 individuos que forman parte de la colección osteológica de la Sección de Antropología Física, del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la UNAM. Con probabilidades posteriores de umbral de .95, el método DSP no falló en ninguno de los casos, por lo cual las bajas probabilidades de clasificación pueden ser atribuidas a la variabilidad individual en la diferenciación sexual de los huesos coxales, confirmando así una exactitud de 100 % en la aplicación del DSP a la muestra esquelética procedente de la Facultad de Medicina de la UNAM.

Con base en la distribución de las frecuencias de probabilidad posterior observamos que los coxales de la muestra siguen los patrones de dimorfismo sexual de la población mundial descritos por Murail *et al.* (2005). Por lo tanto, es plausible plantear que esta muestra representa a la población de la cual fueron extraídos los sujetos, dicho de otra manera, estadísticamente hemos verificado una hipótesis que indica con un 90 % de precisión y 100 % de exactitud que este método puede ser aplicado a la población mexicana contemporánea en cualquier arreglo al azar para ambos sexos.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la French Region Aquitaine como parte del proyecto “Transitions, d’une société à l’autre : processus d’adaptation et de peuplement”. Agradecemos la colaboración de la maestra Socorro Báez Molgado y el antropólogo físico Guillermo Torres Sánchez de FOROST y del equipo de la Sección de Antropología Física de la UNAM.

REFERENCIAS

BÁEZ, SOCORRO

- 2008 *Técnica para el análisis de las fracturas en restos óseos*, tesis de posgrado en Antropología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

BÁEZ, SOCORRO, JOAQUÍN TÉLLEZ-GIRÓN Y PATRICIA HERRERA

- 2007 La antropología física y la medicina en la UNAM, *Revista de la Facultad de Medicina*, 50: 17-20.

BENAZZI, STEFANO, CLAUDIA MAESTRI, SIMONA PARISINI, FRANCESCO VECCHI Y GIORGIO GRUPPIONI

- 2009 Sex assessment from the sacral base by means of image processing, *Journal of Forensic Science*, 54: 249-254.

BRUZEK, JAROSLAV

- 2002 Method for visual determination of sex using the human hip bone, *American Journal of Physical Anthropology*, 117: 157-168.

BRUZEK, JAROSLAV, DOMINIQUE CASTEX Y TONA MAJÓ

- 1996 Évaluation des caractères morphologiques de la face sacro-pelvienne de l'os coxal. Proposition d'une nouvelle méthode de diagnose sexuelle, *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 8: 479-490.

BRUZEK, JAROSLAV, ROBERT FRANCISCUS, VLADIMIR NOVOTNÝ Y ERIK TRINKAUS

- 2006 The assesment of sex, en E. Trinkaus y J. Svodova (eds.), *Early Modern Human evolution in Central Europe. The people of Dolní Vestonice and Pavlu*, Oxford University Press, Nueva York: 46-62.

DIXIT, S., S. KAKAR, S. AGARWAL Y R. CHOUDHRY

- 2007 Sexing of human hip bones of Indian origin by discriminant function analysis, *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 14: 429-435.

FEREMBACH, D., L. SCHWIDETZKY Y M. STLOUKAL

- 1980 Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons, *Journal of Human Evolution*, 9: 517-549.

FISHER, RONALD

- 1936 The use of multiple measurements in taxonomic problems, *Annals of Eugenics*, 7: 179-188.

- 1938 The statistical utilization of multiple measurements, *Annals of Eugenics*, 8: 376-386.
- 1940 The precision of discriminant functions, *Annals of Eugenics*, 10: 422-429.

FLANDER, LOUISA

- 1978 Univariante and multivariate methods for sexing the sacrum, *American Journal of Physical Anthropology*, 49: 103-110.

GENOVÉS, SANTIAGO

- 1959 *Diferencias sexuales en el hueso coxal*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 1962 *Introducción al diagnóstico de la edad y del sexo en restos óseos prehistóricos*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

GILES, EUGENE

- 1970 Discriminant function sexing of the human skeleton, en T. Stewart (ed.), *Personal identification in mass disasters*, Smithsonian Institution, Washington: 99-109.

ISCAN, M. Y K. DERRICK

- 1984 Determination of sex from the sacro-iliac joint: a visual assessment technique, *Florida Science*, 47: 94-98.

KIMURA, KUNIIHIKO

- 1982 A base-wing index for sexing the sacrum, *Journal of Anthropological Society of Nippon*, 90: 153-162.

LUO, YUAN-CAI

- 1995 Sex determination form the pubis by discriminant function analysis, *Forensic Science International*, 74: 89-98.

MISHRA, S., P. SINGH, A. AGRAWAL Y R. GUPTA

- 2003 Identification of sex of sacrum of Agra region, *Journal of Anatomical Society of India*, 522: 132-136.

MOORE-JANSEN, P. Y J. PLOCHOCKI

- 1999 Morphometric variation in sex determination in the human sacrum, *Proceedings of the Sixty-Eighth Annual Meeting of the American Association of Physical Anthropologists*, American Association of Physical Anthropologists, Columbus.

MURAIL, PASCAL, JAROSLAV BRUZEK Y JOSÉ BRAGA

- 1999 A new approach to sexual diagnosis on past populations. Practical adjustments from van Vark's procedure, *International Journal of Osteoarchaeology*, 9: 39-53.

MURAIL, PASCAL, JAROSLAV BRUZEK, FRANCIS HOUËT Y EUGENIA CUNHA

- 2005 DSP: A probabilistic sex diagnosis tool using worldwide variability in hip bone measurements, *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 17 (3-4): 167-176.

PATEL, M., B. GUPTA Y T. SINGEL

- 2005 Sexing of sacrum by sacral index and Kimura's base-wing index, *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 271: 5-9.

PHENICE, TERRELL

- 1969 A newly developed method of sexing the os pubis, *American Journal of Physical Anthropology*, 30: 297-302.

PIMIENTA, MARTA

- 2000 *Dimorfismo sexual en una población mexicana. Nuevas fórmulas para la determinación del sexo en el esqueleto postcraneal*, tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada.

PLAVCAN, MICHAEL

- 2001 Sexual dimorphism in primate evolution, *Yearbook of Physical Anthropology*, 44: 25-53.

SEIDLER, HORST

- 1980 Sex-diagnosis of isolated os coxae by discriminant functions, *Journal of Human Evolution*, 9: 597-600.

STRADALOVA, V.

- 1975 Sex differences and sex determination on the sacrum, *Anthropologie*, 13: 237-244.

TAGUE, ROBERT

- 2000 Do big females have big pelvises? *American Journal of Physical Anthropology*, 112: 377-393.

TORRES, GUILLERMO

2002 *Estudio métrico-morfológico de la rodilla: diferencias sexuales en una colección esquelética*, tesis, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

TROTTER, MILDRED

1926 The sacrum and sex, *American Journal of Physical Anthropology*, 9: 445-450.

UBELAKER, DOUGLAS

1989 *Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation*, Taraxacum, Washington.

VAN VARK, GERRIT

1971 Eine methode zur geschlechtsbestimmung prähistorischer individuen auf grund von skelettüberresten, *Homo*, 22: 76-83.