

# Indicadores antropométricos de adiposidad y distribución de grasa. Estudio multivariado de la heredabilidad en familias nucleares de Bizkaia\*

(Anthropometric indicators of adiposity and fat distribution. Multi-varied study of the inheritability in nuclear families in Biscay)

Rebato Ochoa, Esther; Jelenkovic Moreno, Aline;  
Salces Beti, Itziar

Univ. del País Vasco/Euskal Herriko Unib. Fac. de CC. y Tecnología.  
Laboratorio de Antropología Física. Dpto. de Genética, Antropología  
Física y Fisiología Animal. Apdo. 644. 48080 Bilbao

Susanne, Charles

Univ. Libre de Bruxelles. Fac. des Sciences. Laboratoire  
d'Anthropogénétique. Pleinlaan, 2. B-1050 Bruxelles

BIBLID [1989-2012 (2010), 11; 41-49]      Recep.: 22.02.2006  
Acep.: 23.09.2010

---

*Se ha analizado una muestra transversal de familias nucleares residentes en Bizkaia. Se tomaron varias medidas antropométricas de composición corporal y se calcularon varios índices de distribución de grasa. Se extrajeron dos factores principales mediante Análisis en Componentes Principales, se estimó la heredabilidad (que fue elevada) y varias hipótesis de transmisión que apuntan la ausencia de un efecto del sexo entre los descendientes.*

*Palabras Clave: Heredabilidad. Familias. Adiposidad. Distribución de grasa. Análisis en Componentes Principales.*

*Bizilekua Bizkaian duten familia nuklearren zeharkako lagin bat analizatu da. Gorputz osaeraren hainbat neurri antropometriko hartu ziren eta gantz banaketaren indize batzuk kalkulatu ziren. Osagai Nagusien Analiariaren (ACP) bidez bi faktore nagusi atera ziren, ondoretasuna ebaluatu zen (garaia gertatu zena), baita transmisio hipotesi batzuk azaldu ere, ondorengoan artean sexuak eraginik ez duela iradokitzen dutenak.*

*Giltza-Hitzak: Ondoretasuna. Familiak. Adipositatea. Gantz banaketa. Osagai Nagusien Analisia.*

*Un modèle transversal de familles nucléaires résidant en Biscaye a été analysé. Plusieurs mesures anthropométriques de composition corporelle ont été prises et plusieurs indices de distribution de graisse ont été calculés. Deux facteurs principaux ont été extraits au moyen de Analyse en Composants Principaux (ACP), l'héritabilité (très élevée) a été estimée et plusieurs hypothèses de transmission qui signalent l'absence d'un effet du sexe parmi les descendants.*

*Mots-Clés: Héredabilité. Familles. Adiposité. Distribution de graisse. Analyse en Composants Principaux.*

---

\* Este trabajo ha contado con una ayuda a la investigación 2005 de Eusko Ikaskuntza.

## INTRODUCCIÓN

Las investigaciones sobre los determinantes genéticos y ambientales de la adiposidad corporal están adquiriendo cada vez más importancia debido al aumento a nivel mundial de la prevalencia de la obesidad, que ha alcanzado ya proporciones epidémicas (WHO, 1998). Este tipo de estudios, que incluyen diferentes indicadores de adiposidad, son sumamente útiles, ya que tienen en cuenta el impacto diferencial sobre la salud de los distintos tipos de obesidad. Uno de los índices de obesidad más utilizados es el Índice de Masa Corporal (IMC o Body Mass Index en la terminología anglosajona). A pesar de algunas críticas sobre su validez en el diagnóstico de la obesidad, el uso del IMC se ha generalizado como índice de sobrepeso dada su elevada correlación con la masa corporal y con el porcentaje de grasa en grandes muestras heterogéneas de población (Bouchard, 1994).

Más recientemente, la circunferencia de la cintura (CC) se ha revelado como un excelente indicador de adiposidad corporal, estando altamente correlacionada con el IMC (Lean et al., 1995), la grasa visceral (Lemieux; et al., 1996) y con la cantidad total de grasa (Lean; et al., 1996). Al igual que el IMC, la CC es independiente de la estatura (Han; et al., 1997) y está relacionada con la calidad de vida (Lean; et al., 1998) y con factores de riesgo cardiovascular (Ledoux; et al., 1997). También la suma de diversos pliegues de grasa ofrece una buena estimación del nivel de grasa subcutánea: unos pocos pliegues (tríceps, subescapular, suprailíaco, pantorrilla) son adecuados para caracterizar la cantidad e incluso la distribución relativa de la grasa subcutánea en el cuerpo humano, siendo considerados como un factor general de grasa por su relación con el peso corporal y con el porcentaje de grasa total del cuerpo. En cuanto a la distribución de la grasa corporal esta puede ser identificada mediante índices antropométricos, como el índice cintura - cadera (ICCa) y también mediante el estudio de los patrones de grasa ("fat patterning") derivados a partir del análisis en componentes principales (ACP, Mueller y Reid, 1979; Ramírez y Mueller, 1980). El indicador de distribución de grasa ha de ser ajustado para el nivel de grasa total, ya que la distribución de la grasa no es totalmente independiente de la adiposidad corporal (Malina, 1996).

## 1. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es estudiar el grado de parecido familiar de diversos indicadores de adiposidad y de distribución de la grasa corporal mediante datos obtenidos en familias nucleares que incluyen a los esposos, progenitores y descendientes y hermanos. El estudio considera varios pliegues de grasa subcutánea, el IMC y las circunferencias CC y CCa, además de otras variables derivadas. A todos los pliegues se les aplicará un ACP para reducir la dimensión del problema y facilitar su interpretación. Se obtendrá el patrón de correlaciones de los distintos componentes extraídos del ACP para determinar si los distintos rasgos están influenciados por factores genéticos y se analizarán los factores familiares que subyacen en su variación.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha analizado una muestra recogida por metodología transversal, formada por 3.023 individuos pertenecientes a 1.330 familias nucleares (194 padres, 461 madres, 1.180 hijos y 1.188 hijas) residentes en Bizkaia. Los rangos de edad fueron de 22 a 66 años los padres, de 22 a 62 las madres, de 4 a 22 los hijos y de 4 a 27 las hijas.

Se midieron la estatura (cm), el peso (kg), seis pliegues de grasa subcutánea (bicipital, tricipital, subescapular, suprailíaco, abdominal y pantorrilla media, mm) y las circunferencias CC y CCa (cm), siguiendo las indicaciones del Programa Biológico Internacional (Weiner y Lourie, 1981). La edad decimal de cada individuo se obtuvo a partir de la diferencia entre el día de nacimiento y el día de muestreo. Se calcularon el índice cintura - cadera (ICCa = circunferencia de la cintura / circunferencia de la cadera), el IMC = peso (kg) / estatura<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>), el índice TER (TER =  $\sum$ pliegues del tronco /  $\sum$ pliegues de las extremidades) y la suma de los 6 pliegues (S6P). El ICCa se corrigió para el IMC y el índice TER para la S6P por medio de una regresión lineal.

Las ocho variables resultantes (seis pliegues, ICCa corregido y TER corregido) se ajustaron para la edad y el sexo utilizando el método LMS (Cole, 1988) por separado para cada generación y sexo, obteniendo de esta forma los valores SDS de cada individuo en cada una de las variables.

Los valores SDS de los seis pliegues se introdujeron en un ACP para reducir el número de variables a considerar. Se extrajeron los factores del ACP con un valor propio más elevado y se consideraron como variables resumen.

La semejanza familiar entre todos los tipos de parientes (padre-madre o PM, padre-hijo o PB, padre-hija o PS, madre-hijo o MB, madre-hija o MS, hermano-hermano o BB, hermano-hermana o BS, hermana-hermana o SS) se calculó utilizando el programa SEGPATH (Province y Rao 1995) para los factores del ACP con mayores valores propios, así como para los índices ICCa y TER corregidos. El programa SEGPATH permite obtener correlaciones univariadas por máxima verosimilitud entre los pares de parientes indicados, al tiempo que realiza una ponderación de las correlaciones estimadas en función de la cantidad de información aportada por las familias, según su diferente número de hijos.

Para evaluar los efectos que influyen sobre la transmisión familiar de los caracteres estudiados, se diseñó un Modelo General de transmisión familiar, en el que se estimaban ocho correlaciones familiares diferentes, y siete Modelos Reducidos, que fueron contrastados con el modelo general utilizando el test del cociente de la probabilidad. Este test sigue una distribución de X<sup>2</sup> con tantos grados de libertad como diferencia exista entre los parámetros estimados en el modelo general y cada uno de los modelos reducidos. Los Modelos Reducidos fueron aceptados siempre y cuando su contraste con el Modelo General resultase no significativo. A partir de la combinación de todos los Modelos Reducidos aceptados para cada una de las variables se construyó el Modelo más Parsimonioso.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estadísticos descriptivos de todos los individuos estudiados, separados por generación y sexo, se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las diversas variables analizadas en la muestra de progenitores (padres, madres) y descendientes (hijos, hijas)**

Variables	Padres (n = 194)			Madres (n = 461)			Hijos (n = 1.180)			Hijas (n = 1.188)		
	media	e.s.	s.d.	media	e.s.	s.d.	media	e.s.	s.d.	media	e.s.	s.d.
Edad	41,65	0,48	6,62	38,29	0,30	6,37	11,86	0,12	3,97	12,23	0,11	3,93
Estatura	171,06	0,51	7,05	157,96	0,28	6,00	147,94	0,61	21,06	146,98	0,51	17,50
Peso	78,71	0,76	10,58	62,71	0,50	10,66	45,31	0,52	17,97	44,62	0,43	14,72
Pliegue Bíceps	12,16	0,44	6,17	16,45	0,34	7,31	9,32	0,17	5,14	11,56	0,17	5,20
Pliegue Tríceps	12,14	0,42	5,80	21,92	0,33	7,05	13,63	0,17	5,82	16,90	0,17	5,85
Pliegue Subescapular	20,65	0,52	7,18	19,99	0,37	7,99	10,63	0,17	5,95	13,04	0,19	6,50
Pliegue Suprailíaco	22,50	0,73	10,12	22,25	0,51	10,77	12,89	0,27	9,29	15,10	0,24	8,38
Pliegue Abdominal	36,97	0,88	12,27	31,92	0,61	13,05	16,32	0,37	11,45	19,17	0,36	11,03
Pliegue Pantorrilla	21,67	0,67	9,33	30,07	0,42	9,02	18,48	0,24	8,29	21,60	0,23	8,00
Perímetro Abdominal	92,43	0,65	9,05	76,96	0,44	9,39	67,64	0,43	10,74	64,45	0,33	8,32
Perímetro Cadera	99,36	0,43	6,05	97,28	0,43	9,15	79,89	0,53	13,27	82,43	0,51	12,90
Índice de Masa Corporal (IMC)	26,89	0,22	3,10	25,11	0,18	3,93	19,74	0,10	3,40	19,96	0,10	3,32
Suma 6 pliegues (S6P)	125,98	3,05	42,39	142,61	2,27	47,93	81,30	1,36	41,33	97,87	1,33	40,92
Índice cintura - cadera (ICCa)	0,92	4,E-03	0,06	0,79	2,E-03	0,05	0,84	2,E-03	0,05	0,79	3,E-03	0,07
Cociente de pliegues tronco-extremidades (TER)	1,84	0,04	0,53	1,08	0,01	0,29	0,92	0,01	0,37	0,92	0,01	0,30
Índice cintura - cadera corregido para IMC	0,93	2,E-03	0,03	0,79	7,E-04	0,02	0,85	1,E-04	0,01	0,79	5,E-04	0,02
Índice TER corregido para S6P	1,84	5,E-03	0,07	1,08	0,01	0,13	0,92	0,01	0,18	0,92	0,01	0,17

Los resultados del ACP (Tabla 2) han sido muy similares en las dos generaciones tratadas. Así, el factor I presenta un valor propio semejante en ambas generaciones, con un porcentaje de varianza explicado también muy elevado en los dos casos (71,86% en progenitores y 76,86% en descendientes). El factor II explica en torno al 9% en las dos generaciones. El factor I puede considerarse como una medida de la cantidad total de grasa similar a la variable S6P, ya que el peso de los componentes para los seis pliegues es prácticamente igual. En el factor II los pliegues correspondientes a las extremidades han mostrado valores positivos mientras que los pliegues del tronco han tenido valores negativos, por lo que este factor podría considerarse similar al inverso del índice TER. No obstante, la diferencia en la magnitud de los pesos de los componentes hace que no pueda ser considerado estrictamente como tal. Nuestros resultados se asemejan a los de Li et al. (1996), quienes en su investigación señalan que el valor obtenido para el pliegue de la pantorrilla es el doble que para el del tríceps y cuatro veces el del bíceps, hecho que solo se ha confirmado para los descendientes en este estudio. Este patrón está indicando que el segundo factor del ACP no es un simple componente tronco- extremidades, sino que también contrasta la grasa subcutánea central con la de la extremidad inferior, hecho que ha de ser tenido en cuenta en la interpretación de los resultados posteriores.

**Tabla 2. Componentes principales (factores I y II), valores propios y % de la varianza explicada para progenitores y descendientes**

Variable	Progenitores		Descendientes	
	Factor I	Factor II	Factor I	Factor II
Bíceps	0,86	0,19	0,90	0,12
Tríceps	0,80	0,43	0,88	0,21
Subescapular	0,87	-0,13	0,88	-0,28
Supraíliaco	0,90	-0,32	0,90	-0,31
Abdominal	0,88	-0,35	0,92	-0,20
Pantorrilla	0,77	0,26	0,78	0,54
<b>Valor propio</b>	4,31	0,53	4,61	0,56
<b>% varianza explicada</b>	71,86	8,84	76,86	9,33

Dado que otros autores (Li; et al. 1996, Katzmarzyk; et al. 2000) han encontrado una gran similitud entre el índice TER y factor II del ACP, se ha querido comprobar si realmente se trata de dos variables correlacionadas y, por tanto, equivalentes en su significado biológico. Para esto se ha correlacionado el factor II del ACP con el índice TER corregido, comprobándose que existía una correlación próxima a cero y no significativa entre ambas variables, tanto en la muestra global como separándola para cada tipo de pariente. Por tanto podemos concluir que se trata de dos variables totalmente diferentes y se han analizado por separado, al contrario de lo realizado por otros autores (Li; et al. 1996, Katzmarzyk; et al. 2000).

El análisis de la transmisión familiar se ha realizado mediante el Modelo General (que permite estimar ocho tipos de correlaciones familiares) y mediante los siete Modelos Reducidos que se presentan en la Tabla 3, junto con los resultados de los tests de hipótesis.

**Tabla 3. Valores de  $X^2$  y su significación obtenidos para los modelos planteados para cada variable**

Tipo de modelo	Factor I	Factor II	TER	ICCa
General				
No diferencias de sexo en los descendientes	3,79	7,21	7,47	11,49 *
No diferencias de sexo en los descendientes ni progenitores	3,86	9,85	24,88 ***	11,63
No diferencias de sexo ni de generación	13,44	60,88 ***	51,14 ***	129,37 ***
No semejanza en la descendencia	10,96	28,26 ***	84,49 ***	173,90 ***
No semejanza progenitores-descendientes	17,81	85,45 ***	76,03 ***	34,89 ***
No semejanza entre esposos	23,13 *	99,48 ***	76,55 ***	204,16 ***
No semejanza familiar	13,58 **	51,86 ***	76,09 ***	132,18 ***
Más parsimonioso	13,58	9,85	7,47 ***	11,63 ***

Se observa que el factor I del ACP no parece mostrar una influencia genética significativa en su transmisión entre generaciones, ya que son varias las hipótesis de transmisión que han sido aceptadas y que se resumen en la no influencia de los factores genéticos y sexuales entre los parientes. El índice TER corregido ha indicado la no influencia del sexo de la descendencia en la semejanza familiar, mientras se ha observado la misma independencia del sexo de padres y de hijos en la herencia del ICCa corregido. Por su parte, el factor II del ACP combinaba las observaciones de estas dos últimas variables, mostrando una independencia del sexo tanto en la descendencia como entre padres e hijos (Tabla 3).

Se estimaron las correlaciones familiares en el Modelo General y en el Modelo más Parsimonioso para cada una de las cuatro variables analizadas, a saber: factores I y II del ACP, el índice TER y el ICCa. Como se ha indicado previamente, el Modelo más Parsimonioso está formado por la combinación de los Modelos Reducidos aceptados (= no significativos) en cada variable. En la Tabla 4 se presentan las correlaciones estimadas entre los ocho pares de parientes bajo el Modelo General y bajo el Modelo más Parsimonioso.

Las correlaciones han sido muy elevadas y significativas entre todos los pares de parientes y en las diferentes variables estudiadas. La única excepción han sido las correlaciones entre PB para el factor II del ACP. Las correlaciones han sido siempre más elevadas entre los pares de la misma generación (descen-

**Tabla 4. Correlaciones familiares de los dos componentes principales y los dos índices, para el modelo general y el más parsimonioso. Abreviaturas: r = correlación, e.s. = error estándar, P = padre, M = madre, B = hijo, S = hija**

	Factor I			Factor II			Índice TFR			Índice cintura - cadera		
	nº pares	r	e.s.	nº pares	r	e.s.	nº pares	r	e.s.	nº pares	r	e.s.
<b>Modelo General</b>												
PM	163	0,26***	0,07	163	0,07**	0,09	163	-0,26***	0,07	168	0,14***	0,08
PB	113	0,23***	0,09	113	0,01	0,10	113	-0,22***	0,09	113	-0,35***	0,08
PS	121	0,15***	0,08	121	0,12***	0,10	121	-0,14***	0,09	122	-0,05*	0,09
MB	245	0,13***	0,06	245	0,18***	0,06	245	0,12***	0,06	248	-0,18***	0,06
MS	277	0,21***	0,06	278	0,23***	0,06	278	0,22***	0,06	287	-0,28***	0,05
BB	160	0,36***	0,06	154	0,57***	0,05	157	0,36***	0,07	146	0,44***	0,06
BS	610	0,27***	0,05	610	0,47***	0,04	604	0,22***	0,05	627	0,30***	0,05
SS	135	0,38***	0,07	143	0,39***	0,06	141	0,39***	0,07	144	0,36***	0,07
<b>Modelo más parsimonioso</b>												
PM	163	0,26***	0,07	163	0,07**	0,09	163	-0,26***	0,07	168	0,14***	0,08
PB	1674	0,06***	0,03	686	0,16***	0,04	243	-0,17***	0,06	765	-0,23***	0,03
PS	1674	0,06***	0,03	686	0,16***	0,04	243	-0,17***	0,06	765	-0,23***	0,03
MB	1674	0,06***	0,03	686	0,16***	0,04	555	0,17***	0,04	765	-0,23***	0,03
MS	1674	0,06***	0,03	686	0,16***	0,04	555	0,17***	0,04	765	-0,23***	0,03
BB	1674	0,06***	0,03	771	0,48***	0,03	660	0,29***	0,04	645	0,35***	0,03
BS	1674	0,06***	0,03	771	0,48***	0,03	660	0,29***	0,04	645	0,35***	0,03
SS	1674	0,06***	0,03	771	0,48***	0,03	660	0,29***	0,04	645	0,35***	0,03

dientes) que entre los de dos generaciones distintas (progenitores - descendientes), tanto en el Modelo General como en el Modelo más Parsimonioso, lo que apunta a la posible influencia del ambiente común familiar entre los descendientes, hecho que ya ha sido señalado en un estudio previo de la misma muestra (Salces; et al. 2004a).

La correlación entre esposos ha sido significativa en todas las variables, lo que indica la posible existencia de una homogamia fenotípica, pero dado que se trata de variables de adiposidad (muy mesolábiles), podría estar reflejando, asimismo, el efecto de la convivencia que también ha sido observado en un estudio previo sobre los progenitores de la misma muestra (Salces; et al. 2004b).

#### **4. CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos indican que las variables analizadas poseen una notable semejanza familiar, es decir, una notable heredabilidad, gran parte de la cual sería debida a los factores del ambiente común (pe. nutrición y actividad física), y a la convivencia, lo que se demuestra por los mayores valores de correlación obtenidos entre los individuos de la misma generación (descendientes) que comparten de forma más estrecha un ambiente común similar respecto al que comparten con sus progenitores, así como a los indicios de homogamia fenotípica positiva encontrada entre los esposos.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- BOUCHARD C. "Genetics of human obesity: introductory notes". En: *Genetics of Human Obesity*, editado por Bouchard C, FL: CRC Press, 1994; pp. 1-15.
- COLE T. J. Fitting smoothed centile curves to reference data. *J R Stat Soc Ser A*, 1998; 151: 385-418.
- HAN, T. S.; SEIDELL, J. C.; CURRALL, J. E. P.; MORRISON, C. E.; DEURENBERG, P.; LEAN, M. E. J. The influences of height and age on waist circumference as an index of adiposity in adults. *Int J Obes*, 1997; 21: 83-89.
- KATZMARZYK, P. T.; MALINA, R. M.; PÉRUSSE, L.; RICE, T.; PROVINCE, M. A.; RAO, D. C.; BOUCHARD, C. Familial resemblance in fatness and fat distribution. *Am J Hum Biol*, 2000; 12, 395-404.
- LEAN, M. E. J.; HAN, T. S.; DEUREMBERG, P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr*, 1996; 63: 4-14.
- LEAN, M. E. J.; HAN, T. S.; MORRISON, C. E. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ*, 1995; 311: 158-161.
- LEAN, M. E. J.; HAN, T. S.; SEIDELL, J. C. Impairment of health and quality of life in people with large waist circumference. *Lancet*, 1998; 351: 853-856.

- LEDOUX, M.; LAMBERT, J.; REEDER, B. A.; DESPRÉS, J. P. Correlation between cardiovascular disease risk factors and simple anthropometric measures. *CMAJ*, 1997; 157 Supl 1: 46-53.
- LEMIEUX, S.; PRUD'HOMME, D.; BOUCHARD, C.; TREMBLAY, A.; DESPRES J.P. A single threshold value of waist girth identifies normal-weight and overweight subjects with excess visceral adipose tissue. *Am J Clin Nutr*, 1996; 64: 685-693.
- LI, Z.; RICE, T.; PÉRUSSE, L.; BOUCHARD, C.; RAO, D. C. Familial aggregation of subcutaneous fat patterning: Principal components of skinfolds in the Québec Family study. *Am J Hum Biol*, 1996; 8: 535-542.
- MALINA, R. M. Regional body composition: age, sex and ethnic variation. En: *Human body composition* editado por Roche AF, Heymsfied SB, Lohman TG. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996; pp. 217-255.
- MUELLER, W. H.; REID, R. M. A multivariate analysis of fatness and relative fat patterning. *Am J Phys Anthropol*, 1979; 50: 199-208.
- PROVINCE, M. A.; RAO, D. C. General purpose model and computer program for combined segregation and path analysis (SEGPATH): automatically creating computer from symbolic language model specifications. *Genet Epidemiol*, 1995; 12: 203-219.
- RAMIREZ, M. E.; MUELLER, W. H. The development of obesity and fat patterning in Tokelau children. *Hum Biol*, 1980; 52: 675-687.
- SALCES, I.; REBATO, E.; SUSANNE, C. Heredabilidad de la variación antropométrica en familias vizcaínas. En: *Biología de poblaciones humanas: Diversidad, tiempo y espacio*, editado por Egocheaga JE. Oviedo: Asturgraf; 2004a. pp. 451-459.
- ; —; —. Evidences of phenotypic and social assortative mating for anthropometric and physiological traits in couples from the Basque Country (Spain). *J Biosoc Sci*, 2004b; 36: 235-250.
- WEINER, J. S.; LOURIE, J. A. *Practical Human Biology*. London, England: Academic Press, 1981.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Report of a WHO consultation on obesity, Geneva, 3-5 June. Geneva: World Health Organization, 1998.