

Parecido familiar para los indicadores de grasa: análisis de correlaciones entre fratrías de la Margen izquierda del Nervión (Bizkaia)

(Familial resemblance for the fatness indicators: Analysis of correlations between sibships from the Left Side of the Nervion river (Biscay))

Rebato Ochoa, Esther; Salces Beti, Iciar; Rosique Gracia, Javier; San Martín Telo, Leire; Vinagre Oyarzábal, Arantza
Univ. del País Vasco
Fac. de Ciencias
Dpto. de Biología Animal y Genética (Antropología)
Apdo. 644
48080 Bilbao

BIBLID [1137-439X (2000), 20; 181-191]

Se ha analizado el grado de parecido familiar de un conjunto de variables estimadoras de la adiposidad corporal en una muestra de 1.350 hermanos biológicos (685 chicos y 665 chicas) procedentes de 654 familias nucleares de la provincia de Bizkaia. Las correlaciones entre hermanos fueron estimadas utilizando el método de máxima verosimilitud descrito por Rao et al. (1982) por medio del programa MLECOR para PC, previo ajuste para el sexo y la edad de las variables antropométricas analizadas (Modelo 1) y después de tener en cuenta diferentes variables ambientales compartidas por todos los miembros de la fratria (Modelo 2). Los resultados muestran la no existencia de ligamiento al sexo para las variables estudiadas y valores de correlación similares para ambos modelos, aunque con ciertas variaciones en función del tipo de fratria y variable consideradas. En general, los pliegues de grasa y el BMI (Body Mass Index) poseen un mayor grado de semejanza familiar que los índices de Livi y el CFR (Centripetal Fat Ratio), este último indicador de la distribución de grasa corporal.

Palabras Clave: Heredabilidad. Grasa Subcutánea. BMI. Bizkaia.

Bizkai aldean, 654 familiatiko 1.350 anai-arreben lagin batetan gorputzgizentasuna neurtzen duen aldagai multzo baten famili antzekoaren gradua ikertu dugu. Anai-arreben arteko koerlazioak genituen, Rao et al.-ek (1982) deskribatutako bidea erabiliz. Hau egin baino lehen, ikertutako antropometriko aldagaien sexua eta adina egokitu genituen (eredu 1), gutziek konpartitutako inguruguneko aldagaiak kontutan hartu genituen ere (eredu 2). Ikertutako aldagaletan, sexuarekiko lotailurik ez dagoela aurkezten dute emaitzek. Honetaz gain, bi ereduentzat, koerlazio balioak parekoak direla ikusterazi digute emaitzek, nahiz eta, aldaketa batzu egon, aldagai eta fratria motaren funtzioz. Orokorrean, gizen plegu eta BMI-k (Body Mass Index), CFR (Centripetal Fat Ratio, gorputz gizenaren banapenaren adierazle), eta Liviren indizeek baino famili antzekotasun gradu handiagoa dute.

Giltz-Hitzak: Heredagarritasuna. Larruzalpeko gautza. BMI. Bizkaia.

Nous avons analysé le degré de similarité familiale pour des variables de l'adiposité corporelle dans un échantillon de 1.350 frères et soeurs biologiques (685 garçons et 665 filles) provenant de 654 familles de la province de Biscaye. Les corrélations entre les germains furent estimées en utilisant la méthode de vraisemblance maximale décrite par Rao et al. (1982) du programme MLECOR pour le PC, après ajustement préalable pour le sexe et l'âge des individus des variables anthropométriques analysées (Modèle 1) ainsi que des différentes variables environnementales partagées par tous les membres des fratries (Modèle 2). Les résultats démontrent qu'il n'existe pas de liaison au sexe pour les variables étudiées et que les valeurs de corrélation sont similaires suivant les deux Modèles. En général, les plis cutanés et le BMI (Body Mass Index) offrent un degré de similarité familiale plus élevé que l'indice de Livi et le CFR (Centripetal Fat Ratio), ce dernier étant un indicateur de la distribution de la graisse corporelle.

Mots Clés: Héritabilité. Graisse subcutanée. BMI. Biscaye.

INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios epidemiológicos han demostrado una estrecha relación entre la distribución de grasa y la susceptibilidad a diversas enfermedades, tales como la aterosclerosis o la *Diabetes* no dependiente de la insulina (NIDDM), que se encuentran asociadas a la distribución de grasa centralizada (Bouchard, 1992). De hecho, la distribución relativa de la grasa corporal se considera un factor de riesgo para diversas enfermedades no sólo en los adultos (Mueller y Satllone, 1981; Lapidus et al., 1988; Schapira et al., 1990) sino en los niños (Freedman et al., 1987; Shear et al., 1987). Los distintos factores que pueden influir en la distribución de la grasa corporal en los adultos, principalmente el sexo, el envejecimiento y los hábitos diarios (p.e. consumo de tabaco y alcohol), han sido ampliamente analizados (Shimokata et al., 1989a, 1989b). Asimismo, diversos investigadores han estudiado los efectos del sexo y edad sobre la distribución de la grasa subcutánea en niños y adolescentes (Malina y Bouchard, 1988; Cameron et al., 1992; Rosique et al., 1994; Johnston et al., 1995).

El efecto relativo de la genética y el ambiente sobre la cantidad y distribución del tejido adiposo es, sin embargo, menos conocido. Las investigaciones llevadas a cabo en gemelos (Selby et al., 1990) sugieren que la distribución de grasa está más determinada por factores de tipo genético que por el modo de vida, siendo el ejercicio físico la variable que mejor define, en este caso, los hábitos de los individuos. No obstante, recientes investigaciones han puesto de manifiesto que el ambiente en que se desarrollan los individuos puede ser muy bien descrito por su nivel socioeconómico, el cual ejerce una notable influencia sobre la distribución de la grasa corporal (Bogin y Sullivan, 1986; Rebato et al., 1998). En general, las investigaciones sobre la semejanza familiar de los índices de distribución de grasa (como el CFR o aquellos basados en circunferencias corporales, p.e. razón cintura/cadera), o de los índices de corpulencia, como el Índice de Masa Corporal (BMI), apoyan una causa genética, aunque la magnitud de los factores heredables es en ocasiones menor que para la adiposidad total (Bouchard, 1993). El importante parecido familiar que muestran estas variables, sobre todo durante el crecimiento, posee gran importancia epidemiológica, habida cuenta del valor predictivo de estos índices en la patología del adulto (Tiret et al., 1991).

La presente investigación tiene como objetivo estudiar el grado de semejanza familiar para diversos indicadores de la adiposidad corporal, mediante el análisis de correlaciones entre hermanos procedentes de familias nucleares residentes en la Margen izquierda del Nervión (Bizkaia). Además de las variables antropométricas, también se tendrán en cuenta diversas variables sociofamiliares compartidas por los hermanos de la muestra que afectan potencialmente a la cantidad y distribución de la grasa corporal y, en consecuencia, a la estima de correlaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

El estudio se realizó sobre una muestra transversal de 1350 hermanos biológicos (685 chicos y 665 chicas) procedentes de 654 familias nucleares de la provincia de Bizkaia. Las edades de los hermanos oscilaban entre 4 y 20 años para los chicos y 4 y 21 años para las chicas (véase la distribución por edad y sexo en la Tabla 1). La clase social de la muestra se consideró como de nivel "medio" en base a los datos de las profesiones y niveles de estudios de los progenitores. La edad decimal para cada individuo se calculó como la diferencia

entre la fecha de muestreo y la de nacimiento. La información recogida en cuestionarios individuales incluía diversos datos del ambiente sociofamiliar tales como la profesión y el nivel de estudios del padre, así como el número de hermanos que componían la fratria. Las profesiones se dividieron en 5 grupos: 1) Obreros no especializados, 2) Agricultores, ganaderos, pescadores y marineros, 3) Obreros especializados, 4) Administrativos, comerciantes y autónomos, y 5) Profesiones, directivos y gerentes. De igual forma, los niveles de estudios se agruparon en 4 categorías: 1) Sin estudios, 2) Educación primaria, 3) Educación secundaria o Formación Profesional, y 4) Estudios Universitarios. En lo que respecta al número de hermanos en la fratria, se utilizaron 8 categorías: de 2 a 9.

ANTROPOMETRÍA

Las medidas antropométricas (Estatura (cm), Peso (kg.) y los pliegues de grasa subcutánea (mm): Tricipital, Subescapular, Suprailíaco y Pantorrilla media) se tomaron siguiendo las normas del Programa Biológico Internacional, IBP (Weiner y Lourie, 1981). De estas medidas se derivaron una serie de índices de interés bioantropológico y epidemiológico por su relación con la cantidad y distribución de la grasa corporal, siendo considerados buenos indicadores de la composición corporal y del estado nutricional de los individuos, como el BMI (Body Mass Index o Índice de Masa Corporal (Peso/Estatura²), el índice de Livi (Peso^{1/3}/Estatura) y el índice CFR (Centripetal Fat Ratio: lg Subescapular/(lg Subescapular+lg Suprailíaco).

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para describir la muestra se calcularon las medias (m) y desviaciones estándar (sd) de cada una de las medidas antropométricas e índices derivados. El test de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) aplicado a las distintas variables mostró que los pliegues de grasa subcutánea no se distribuían normalmente, por lo que se realizó una transformación logarítmica de los mismos. Estos logaritmos, y no las medidas de grasa absolutas, se emplearon posteriormente en la estima de correlaciones. Previo al cálculo de correlaciones se procedió al ajuste de los datos para las diversas variables estudiadas, de forma separada para cada sexo. Se utilizaron dos tipos de ajustes: a) el primero (Modelo 1) consistió en un ajuste para la edad y el sexo de las diversas variables consideradas (pliegues de grasa subcutánea e índices) por medio de la ecuación $edad+sexo+(edad \times sexo)+edad^2+edad^3$. La edad y el sexo se cuentan entre las principales fuentes de variación del formato y la composición corporal de los individuos, lo que puede afectar a la estima de correlaciones, especialmente en sujetos en crecimiento como los que componen la muestra del presente estudio; b) el segundo ajuste de las variables (Modelo 2) constituye uno de los puntos más importante de nuestra investigación, ya que las variables antropométricas se ajustaron mediante un proceso de regresión múltiple del tipo: $edad+sexo+(edad \times sexo)+edad^2+edad^3+profesión+estudios+n^o \text{ hermanos}$, incluyendo como fuentes independientes de variación todas las variables socioeconómicas y familiares de la muestra estudiada. Dichas variables se considera que estiman aceptablemente las condiciones socioeconómicas en las que se desarrollan los individuos, siendo capaces de modificar su formato corporal actuando a través de la nutrición y de la actividad física. Por ello, la inclusión de este tipo de variables compartidas por cada miembro de la fratria permite realizar un cierto control estadístico del ambiente común, el cual puede producir una sobreestimación de las correlaciones obtenidas.

ESTIMA DE LA SEMEJANZA FAMILIAR

Las correlaciones obtenidas para las diversas variables analizadas entre los diferentes tipos de hermanos (hermano-hermano: hrno-hrno, hermano-hermana: hrno-hrna, hermana-hermana: hrna-hrna y hermanos sin tener en cuenta el sexo: hrnos) fueron calculadas utilizando el método de máxima verosimilitud descrito por Rao et al. (1982) por medio del programa MLECOR para PC. Los residuos estandarizados utilizados para el cálculo de correlaciones se obtuvieron con los Métodos 1 y 2, descritos anteriormente. Los tamaños muestrales aproximados se estimaron invirtiendo la varianza asintótica de las correlaciones estimadas (Rao et al., 1982). El método calcula simultáneamente todos los tipos de correlaciones entre hermanos y evita que las familias con un gran número de hijos introduzcan más información que las familias con un tamaño pequeño, pues el programa considera independientemente la información aportada por cada nuevo hermano de la fratría (Byard et al., 1991). La influencia del sexo sobre las correlaciones se analizó por medio del test del cociente de la probabilidad (Byard et al., 1985), que es equivalente a un test de χ^2 con dos grados de libertad. Finalmente, se empleó un test t_s de homogeneidad basado en el test-t (Sokal y Rohlf, 1995) para comparar dos a dos, los coeficientes de correlación obtenidos por ambos métodos de estandarización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los estadísticos descriptivos para las variables antropométricas y edad decimal de la muestra de hermanos analizada, para cada sexo. Los chicos muestran mayor estatura y peso que las chicas, mientras que éstas poseen mayores promedios para todos los pliegues de grasa subcutánea. En cuanto a los tres índices calculados los valores son similares en ambos sexos. En la Tabla 3 se muestran las correlaciones obtenidas para cada variable, entre los diferentes tipos de hermanos, ajustados por el Modelo 1. El grado de significación estadística de las correlaciones obtenidas varía en algunos casos en función del tipo de fratría, siendo muy notable la ausencia de significación para el índice de Livi en las cuatro combinaciones de hermanos posibles. También el CFR muestra ausencia de correlación entre hermanos varones (hrno-hrno) y entre hermanos de distinto sexo (hrno-hrna), aunque la correlación es elevada y significativa entre hermanas (hrna-hrna: 0,24, $p \leq 0,001$). El pliegue de la pantorrilla tampoco ha sido significativo entre hermanos (hrno-hrno).

Los resultados del test de χ^2 indican que no existe determinación del sexo sobre el parecido familiar para la mayor parte de las variables estudiadas, si bien el pliegue de la pantorrilla y el índice CFR han alcanzado un nivel de significación del 5%, por lo que no podemos descartar una posible influencia del sexo sobre estas variables. No obstante, y aunque los valores de correlación para el CFR se ordenan de la siguiente forma: $r_{hrna-hrna} > r_{hrno-hrno} > r_{hrno-hrna}$, lo que pudiera ser indicativo de un posible ligamiento al sexo, podemos desechar totalmente dicha posibilidad dada la ausencia de significación estadística de la mayor parte de las correlaciones obtenidas, que en ningún caso alcanzan los valores teóricos estimados para ligamiento al cromosoma X (0,75, 0,50 y 0,35, para hermanas, hermanos y hermanos de sexo distinto, respectivamente).

Según estos resultados, que muestran ausencia de ligamiento al sexo para las variables analizadas, podemos considerar que el estudio de las correlaciones entre hermanos sin tener en cuenta el sexo (hrnos) constituye un resumen de la semejanza familiar para los diferentes indicadores de la adiposidad corporal en esta muestra vizcaína. Se puede así observar que la correlación entre hermanos (Tabla 3, 4ª columna) es altamente significativa

($p \leq 0,001$) para todos los pliegues de grasa y el BMI, pero no para los ya comentados índices de Livi y el CFR.

En la Tabla 4 se muestran las correlaciones obtenidas, para cada variable, entre los diferentes tipos de hermanos, ajustadas por el Modelo 2. Como en el caso anterior, la significación estadística de las correlaciones varía en función de la variable y, sobre todo, del tipo de fratría considerada. Cabe destacar la ausencia total de significación para el CFR y para el índice de Livi (excepto entre hermanos varones), para el logaritmo del tríceps entre hermanos varones (hrno-hrno) y entre hermanos de distinto sexo (hrno-hrna), y para el logaritmo del tríceps entre varones (hrno-hrno).

El test de χ^2 alcanza, como en el Modelo 1, un valor estadísticamente significativo para el pliegue de la pantorrilla ($p < 0,05$), aunque puede descartarse la existencia un ligamiento al sexo para esta variable, dado que no se cumplen las condiciones de ordenación de los coeficientes de correlación, ni el valor y significación estadística de los mismos es condición suficiente. Como se ha explicado anteriormente, dado que el test de χ^2 no es significativo, el estudio de las correlaciones entre hermanos sin considerar el sexo nos resume la semejanza familiar de la muestra de fratrias analizada. Estas correlaciones son altamente significativas para los pliegues subescapular (0,28), suprailiaco (0,24) y pantorrilla (0,21), así como para el índice de masa corporal, BMI (0,26), mientras que para el pliegue tricúspital solamente alcanzan un 5% de significación estadística y no difieren estadísticamente de cero para los otros dos índices (Tabla 4).

Los resultados obtenidos por ambos métodos de ajuste (Modelos 1 y 2) para las correlaciones obtenidas entre hermanos sin tener en cuenta el sexo (Columna nº 4 de las Tablas 3 y 4) se ha representado de forma gráfica en la Figura 1. Se observa un aumento de las correlaciones, para la mayor parte de las variables, tras ajustar para las variables sociofamiliares (Modelo 2), con la única excepción del pliegue tricúspital y del índice CFR, que muestran menores valores de correlación en el Modelo 2. Este hecho parece indicar que estas dos variables son las más afectadas por el conjunto de variables descriptoras del ambiente común consideradas en este estudio, cuyo control estadístico ha hecho disminuir notablemente no sólo los valores numéricos de los coeficientes de correlación sino la significación estadística de los mismos, que ha desaparecido prácticamente en ambos casos. Por otra parte, el resto de variables ha aumentado sus valores absolutos de correlación en el Modelo 2, lo que demuestra que, o bien los efectos del ambiente común no han podido ser neutralizados tras el ajuste estadístico efectuado, o bien son otro tipo de variables ambientales las que influyen en el grado de semejanza familiar. De hecho, no se han observado diferencias significativas entre las correlaciones obtenidas por ambos métodos de ajuste para ninguna de las variables ni tipo de fratrias, excepto para el BMI y el índice de Livi entre hermanos varones (hrno-hrno), aunque con una pequeña significación estadística ($p \leq 0,05$) (Tabla 5).

Estudios similares realizados sobre el grado de semejanza familiar para las componentes del somatotipo antropométrico de Heath-Carter (Heath y Carter, 1967) por Sánchez-Andrés (1995) en población española y por Rebato et al. (2000) en población vizcaína muestran resultados contradictorios en cuanto a qué variables de tipo sociofamiliar son las mejores descriptoras del ambiente común compartido por los diferentes miembros de la fratría. Así, el nivel de estudios, el tipo de empleo y el número de hermanos no mostraban ninguna influencia sobre las componentes somatotípicas en el estudio de Sánchez-Andrés (1995), mientras que las mismas variables ejercían una notable influencia sobre la mesomorfia en el estudio de Rebato et al. (2000), aunque las otras dos componentes (endomorfia y ectomorfia) no se

veían afectadas por las variables seleccionadas. Cabe destacar que, dado que la endomorfia está estrechamente correlacionada con la cantidad total de grasa, y a la vista de los resultados obtenidos en la presente investigación, parece confirmarse que otras variables tales como la actividad física o la ingesta de energía deberían ser tomadas en consideración, tal y como han señalado Song et al. (1993).

Otro hecho que hay que tener en cuenta es que el grado de semejanza familiar para los diversos rasgos antropométricos es dependiente de la edad, sobre todo cuando se estudian hermanos en crecimiento, y este factor, a pesar de los ajustes realizados, no siempre puede ser eliminado por completo (Byard et al., 1983). De hecho, durante el crecimiento, las diferencias de edad entre los miembros de cada fratria afectan a la estima de correlaciones, especialmente para aquellas medidas que se consideran con un "bajo" control genético (Mueller y Malina, 1980). Mueller (1978) ha señalado que las correlaciones entre pares de hermanos adultos para los tejidos blandos (músculo, grasa) tienden a disminuir conforme incrementa la diferencia de edad entre los miembros del par, pero esto no ocurre para las medidas de tipo óseo. Estudios posteriores que tuvieran en cuenta diversos grupos de edad basados en datos de tipo madurativo, tales como la edad de menarquia o la edad al pico del estirón puberal para la talla (PHV), podrían arrojar más luz sobre el análisis de correlaciones, tal y como ha sido demostrado para otro tipo de variables antropométricas por Rebato et al. (1997b, 1999).

Los valores medios de correlación obtenidos para este conjunto de variables relacionadas con la cantidad y distribución de la grasa corporal han sido, en conjunto, algo inferiores a los obtenidos para otras variables antropométricas en la misma población, tanto corporales (estatura, peso, talla sentado) (Rebato et al., 1997b) como cefalofaciales (longitud y anchura máxima de la cabeza, anchuras frontal mínima, bicigomática y bigoniaca) (Rebato et al., 1997a) que tienden a situarse en valores comprendidos entre 0,35-0,50, e incluso superiores. Este hecho es coincidente con los gradientes de correlación obtenidos en otros estudios familiares, donde las variables en las que interviene el componente óseo suelen presentar valores más altos de correlación que aquellas que estiman masa muscular o grasa (Susanne, 1971, 1975), si bien los resultados dependen en gran medida de que las muestras analizadas estén formadas por adultos o por individuos en crecimiento que comparten un ambiente común. Dicho ambiente puede elevar las correlaciones de aquellos rasgos ecosensitivos tales como la cantidad de grasa subcutánea (Byard et al., 1983).

Para concluir señalaremos que durante la infancia, y sobre todo en la adolescencia, los factores genéticos juegan un papel importante sobre el patrón de grasa corporal (Mueller, 1983). Sin embargo, diversas investigaciones han aportado datos sobre la contribución relativa de los factores ambientales, en particular aquellos relacionados con el estado socioeconómico y adecuación nutricional (Bogin y Sullivan, 1986). Cuando el nivel socioeconómico desciende, la grasa subcutánea se hace más centripeta, debido a que decrecen las cantidades relativas de grasa del brazo e incrementa la grasa relativa del tronco. También se ha señalado que las diferencias sexuales son dependientes del estado o nivel socioeconómico. Deutch et al. (1985) han señalado que se conoce poco aún acerca del desarrollo del patrón de grasa y de su determinación genética y ambiental. Los resultados obtenidos en diversos estudios (Bogin y Sullivan, 1986; Mueller et al., 1986) no dejan ninguna duda acerca de que los factores ambientales pueden alterar el patrón de grasa, aunque todavía se desconoce en qué proporción los factores genéticos y ambientales modifican su distribución.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido subvencionada con cargo a las ayudas anuales de investigación de la Sociedad de Estudios Vascos-Eusko Ikaskuntza (convocatoria 1998) y por el Gobierno Vasco (Dpto. de Educación, Universidades e Investigación) mediante dos becas predoctorales.

BIBLIOGRAFIA

- BOGIN, B. y SULLIVAN T. (1986), Socioeconomic status, sex, age, and ethnicity as determinants of body fat distribution for Guatemalan children. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 69: 527-535.
- BOUCHARD, C. (1992), Heredity and regional fat distribution during growth. *En Human Growth: Basic and Clinical Aspects*. Hernández, M. y Argente, J. (Eds.). Elsevier, Amsterdam.
- BOUCHARD, C. (1993), Genes and body fat. *Am. J. Hum. Biol.*, 5: 425-432.
- BYARD, P.J., GUO, S., y ROCHE, A.F. (1991), Family resemblance for patterns of growth in early childhood. *Am. J. Hum. Biol.*, 3: 331-337.
- BYARD, P.J., POOSHA, D.V.R., y SATYANARAYANA, M. (1985), Genetic and environmental determinants of height and weight in families from Andhra Pradesh, India. *Hum. Biol.*, 57: 621-633.
- BYARD, P.J., SIERVOGEL, R.M., y ROCHE, A.F. (1983), Sibling correlations for weight/stature² and calf circumference, age changes and possible sex linkage. *Hum. Biol.*, 55: 677-685.
- CAMERON, N., JOHNSTON, F.E., KGAMPLE, J.S., y LUNZ, R. (1992), Body fat patterning in rural South African Black children. *Am. J. Hum. Biol.*, 4: 353-364.
- DEUTSCH, M.I., MUELLER, W.H., y MALINA, R.M. (1985), Androgyny in fat patterning is associated with obesity in adolescents and young adults. *Ann. Hum. Biol.*, 12: 275-286.
- FREEDMAN, D.S., SRINIVASAN, S.R., BURKE, G.L., SHEAR, C.L., SMOAK, C.G., HARSHA, D.W., WEBBER, L.S., y BERENSON, G.S. (1987), Relation of body fat distribution to hyperinsulinemia in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 46: 403-410.
- HEATH, B.H. y CARTER, J.E.L. (1967), A modified somatotype methods. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 27: 57-74.
- JOHNSTON, F.E., HEATH B.H., y SHOUP, R.F. (1995), Patrones de distribución de la grasa en cuatro muestras de jóvenes de 12-18 años de edad. *Rev. Esp. Antrop. Biol.*, 16: 69-83.
- LAPIDUS L., HELGESSON O., MERCK C., y BJORNTORP, P. (1988), Adipose tissue distribution and female carcinomas: A 12 year follow up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *Int. J. Obes.*, 12: 361-368.
- MALINA, R.M. y BOUCHARD, C. (1988), Subcutaneous fat distribution during growth. *En Fat distribution during growth and later health outcomes*, Bouchard C. y Johnston F.E. (eds): Liss: New York, pp. 63-84.
- MUELLER, W.H. y STALLONES, L. (1981), Anatomical distribution of subcutaneous fat: Skinfold site choice and construction of indices. *Hum. Biol.*, 53: 321-335.
- MUELLER, W.H. (1978), Transient environmental changes and age-limited genes as causes of variation in sib-sib and parent-offspring correlations. *Ann. Hum. Biol.*, 5: 395-398.
- MUELLER, W.H. (1983), The genetics of Human Fatness. *Yrbk. Phys. Anthropol.*, 26: 215-230.
- MUELLER, W.H., DEUTSCH, M.I., MALINA, R.M., BAILEY, D.A., y MIRWALD, R.L. (1986), Subcutaneous Fat Topography: Age Changes and Relationship to Cardiovascular Fitness in Canadians. *Hum. Biol.*, 58: 955-973.
- MUELLER, W.H. y MALINA, R.M. (1980), Genetic and environmental influences on growth of Philadelphia Black and White schoolchildren. *Ann. Hum. Biol.*, 7: 441-448.
- RAO, D.C., LASKARZEWSKI, P.M., MORRISON, J.A., KHOURY, P., KELLY, K., WETTE, R., RUSSELL, J., y GLUECK, C.J. (1982), The Cincinnati lipid research clinic family study: Cultural and biological determinants of lipids and lipoprotein concentrations. *Am. J. Hum. Genet.*, 34: 888-903.

- REBATO, E., ROSIQUE, J., SAN MARTÍN, L., y SALCES, I. (1997a), Correlaciones familiares para los caracteres métricos cefalofaciales: Estudio de fratrias de la provincia de Vizcaya. Datos preliminares. *Arch. esp. morfol.*, 2: 33-37.
- REBATO, E., SALCES, I., ROSIQUE, J., SAN MARTÍN, L., y SUSANNE, C. (2000), Analysis of sibling resemblance in anthropometric somatotype components. *Ann.Hum.Biol.* 27: 149-161
- REBATO, E., SALCES, I., SAN MARTÍN, L., ROSIQUE J., y SUSANNE, C. (1999), Sibling correlations of the skin pigmentation during growth. *Hum.Biol.*, 71: 277-293.
- REBATO, E., SALCES, I., SAN MARTÍN, L., ROSIQUE, J., HAUSPIE, R., y SUSANNE, C. (1997a), Age variations in sibling correlations for height, sitting height and weight. *Ann.Hum.Biol.* 2, 585-592.
- REBATO, E., SALCES, I., SAN MARTÍN, L., y ROSIQUE, J. (1998), Fat Distribution in relation to Sex and Socioeconomic Status in children 4-19 years. *Am. J. Hum. Biol.*, 10: 799-806.
- ROSIQUE, J., REBATO, E., GONZÁLEZ APRAIZ, A., y PACHECO, J.L. (1994), Somatotype related to centripetal fat patterning of 8 to 19 year old basque boys and girls. *Am. J. Hum. Biol.*, 6: 171-181.
- SÁNCHEZ ANDRÉS, A. (1995), Genetic and environmental influences on somatotype components: Family study in a Spanish population. *Hum. Biol.*, 67: 727-738.
- SCHAPIRA D.V., KUMAR, N.B., LYMAN, G.H., y COX, C.E. (1990), Abdominal obesity and breast cancer risk. *Ann. Int. Med.*, 112: 182-186.
- SELBY, J.V., NEWMAN, B., QUESENBERRY, CH.P., FABSITZ, R.R., CARMELLI, D., MEANEY, F.J., y SLEMENDA, Ch. (1990), Genetic and behavioural influences on body fat distribution. *Int. J. Obes.*, 14: 593-602.
- SHEAR, C.L., FREEDMAN, D.S., BURKE, G.L., HARSHA, D.W., y BERENSON, G.S. (1987), Body fat patterning and blood pressure in children and young adults: the Bogalusa Heart Study. *Hypertension*, 9: 236-244.
- SHIMOKATA, H., MUELLER, D.C., y ANDRÉS, R. (1989a), Studies in the distribution of body fat: III. Effects of cigarette smoking. *J. Am. Med. Assoc.*, 261: 1169-1173.
- SHIMOKATA, H., TOBIN, J.D., MUELLER, D.C., ELAHI, D., COON, P.J., y ANDRÉS, R. (1989b), Studies in the distribution of body fat: I. Effects of age, sex and obesity. *J. Gerontol.*, 44: M66-M73.
- SOKAL, R.R. y ROHLF, F.J. (1995), *Biometry* (San Francisco:W.H. Freeman and Co.), 3ªed. p. 887.
- SONG, T.M.K., MALINA, R.M., y BOUCHARD, C. (1993), Familial resemblance in somatotype. *Am. J. Hum. Biol.*, 5: 265-272.
- SUSANNE, C. (1971), Recherche sur la transmission des caractères mesurables de l'homme. *Mémoires de l'Institute Royale des Sciences Naturelles de Belgique*, p. 167.
- SUSANNE, C. (1975), Genetic and environmental influences on morphological characteristics. *Ann. Hum. Biol.*, 2: 279-287.
- TIRET, L., DUCIMETIÈRE, P., ANDRÉ, J.L., GUEGUEN, R., HERBETH, B., SPYCKERELLE, Y., RAKOTOVAO, R., y CAMBIEN, F. (1991), Family resemblance in body circumferences and their ratios, the Nancy family study. *Ann.Hum.Biol.*, 18: 259-271.
- WEINER, J.S.y LOURIE, J.A. (1981), *Practical Human Biology*. (London: Academic Press), p. 439.

Tabla 1: Distribución de la muestra de hermanos en función del sexo y edad.

AGE	BOYS	GIRLS	TOTAL
4+	20	19	39
5+	27	23	50
6+	30	22	52
7+	25	18	43
8+	30	25	55
9+	63	39	102
10+	59	49	108
11+	57	61	118
12+	68	59	127
13+	66	59	125
14+	53	91	144
15+	47	59	106
16+	55	65	120
17+	43	40	83
18+	29	27	56
19+	8	4	12
>=20	5	5	10
TOTAL	685	665	1350

Tabla 2: Estadísticos descriptivos de la muestra, separados por sexos. Abreviaturas: n= nº de individuos, m= media aritmética, sd= desviación estándar.

VARIABLES	CHICOS			CHICAS		
	n	m	sd	n	m	sd
Edad	685	12,33	3,82	665	12,79	3,67
Estatura (cm)	678	150,64	19,80	662	149,99	16,13
Peso (kg)	678	47,00	17,63	663	46,20	14,22
Triceps (mm)	679	13,49	5,77	656	16,74	5,79
Subescapular (mm)	678	10,99	6,27	655	13,28	6,52
Suprailíaco (mm)	678	13,52	9,36	655	15,01	7,45
Pantorrilla (mm)	677	16,11	6,52	656	19,10	6,13
BMI	677	19,83	3,45	654	19,96	3,25
Indice de Livi	677	23,58	1,16	654	23,65	1,17
CFR	677	47,19	4,32	653	47,08	3,63
Lg Triceps x 100	678	109,03	18,83	654	119,43	15,83
Lg Subescapular x 100	677	98,22	22,11	653	107,32	20,60
Lg Suprailíaco x 100	677	103,49	29,11	653	111,93	22,89
Lg Pantorrilla x 100	676	117,21	17,49	654	125,42	15,88

Tabla 3: Tamaños muestrales y correlaciones obtenidas entre los diferentes tipos de hermanos por el Método 1 de ajuste. Se indica asimismo la significación, cuando existe, de los coeficientes de correlación (***, $p \leq 0,001$; **, $p < 0,01$; *, $p < 0,05$). Abreviaturas: n= nº de individuos, r= coeficiente de correlación, hrno=hermano, hrna= hermana.

VARIABLES	Hrno-Hrno		Hrno-Hrna		Hrna-Hrna		Hermanos		χ^2
	n	r	n	r	n	r	n	r	
Log Triceps	134	0,13	500	0,03	130	0,28**	545	0,11*	5,28
Log Subescapular	134	0,28***	500	0,23***	130	0,37***	544	0,28***	1,88
Log Suprailíaco	134	0,21**	500	0,21***	130	0,35***	538	0,24***	2,06
Log Pantorrilla	134	0,09	494	0,24***	127	0,38***	563	0,21***	7,63 *
BMI	133	0,37***	496	0,16*	129	0,30***	538	0,26***	5,80
Índice de Livi	132	0,22**	492	0,02	128	0,07	510	0,09	3,54
CFR	131	0,04	485	0,03	127	0,14	506	0,06	1,28

Tabla 4: Tamaños muestrales y correlaciones entre los diferentes tipos de hermanos por el Método 2 de ajuste. Se indica asimismo la significación, cuando existe, de los coeficientes de correlación (***, $p \leq 0,001$; **, $p < 0,01$; *, $p < 0,05$). Abreviaturas: n= nº de individuos, r= coeficiente de correlación, hrno=hermano, hrna= hermana.

VARIABLES	Hrno-Hrno		Hrno-Hrna		Hrna-Hrna		Hermanos		χ^2
	n	r	n	r	n	r	n	r	
Log Triceps	177	0,14*	676	0,12*	166	0,21**	731	0,15***	1,04
Log Subescapular	177	0,22***	676	0,23***	166	0,25***	725	0,23***	0,08
Log Suprailíaco	177	0,21***	676	0,22***	166	0,23**	720	0,22***	0,03
Log Pantorrilla	177	0,03	676	0,23***	166	0,20**	723	0,13***	6,12 *
BMI	177	0,17**	676	0,18**	165	0,22**	719	0,18***	0,24
Índice de Livi	177	0,02	676	0,03	165	0,03	691	0,03	0,02
CFR	169	0,12	654	0,015	160	0,24***	667	0,10*	6,08 *

Figura 1: Representación gráfica de las correlaciones entre hermanos, para las variables estudiadas, por los dos modelos de ajuste de los datos. Abreviaturas: BMI= Body Mass Index; CFR= Centripetal Fat Ratio.

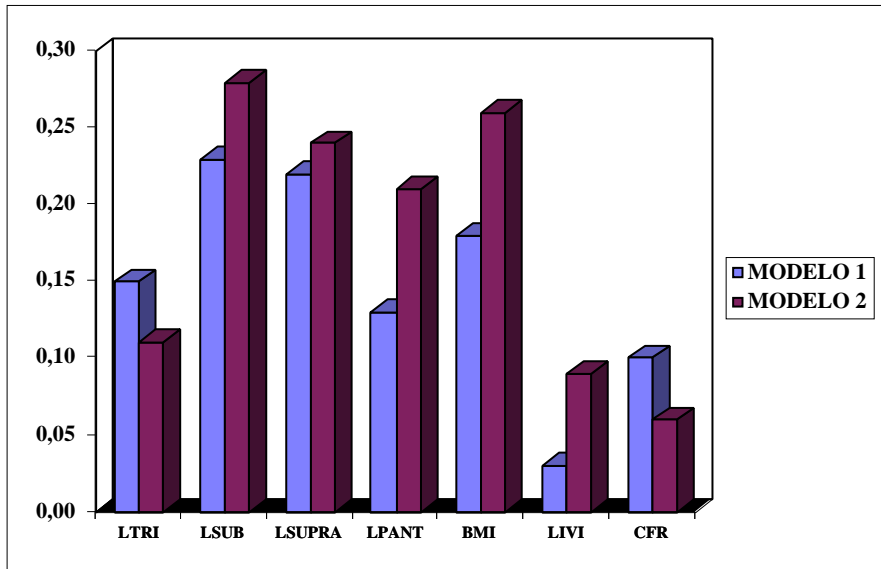


Tabla 5: Test ts de comparación entre las correlaciones obtenidas por los Métodos 1 y 2 de ajuste de los datos. (*:p<0,05). Abreviaturas: hrno=hermano, hrna= hermana.

VARIABLES	Hrno-Hrno	Hrno-Hrna	Hrna-Hrna	Hermanos
Lg Triceps	0,16	0,08	0,53	0,68
Lg Subescapular	0,63	0,03	1,15	0,90
Lg Supraillaco	0,08	0,04	1,06	0,38
Lg Pantorrilla	0,68	0,15	1,61	1,34
BMI	2,24*	0,81	0,70	1,34
Indice de Livi	2,05*	0,27	0,32	0,79
CFR	0,70	0,01	1,03	0,90