

# Components del somatotipus i equacions antropomètriques

GERÓNIMO MAXIMILIANO GRIS

Llicenciat en Educació Física  
Universitat Nacional de Luján

CORRESPONDÈNCIA:

Vidal 2424 Depto. 4 (1428) Capital Federal /  
Tel: 54 -1-4547-2317 / Telfax: 54-1-4961-1003  
e-mail: geronimogris@yahoo.es  
ARGENTINA

**RESUM.** L'objectiu d'aquesta investigació va ser relacionar diferents equacions antropomètriques amb els tres components del somatotipus: endomòrfia, mesomòrfia i ectomòrfia segons el Mètode Antropomètric Matemàtic de Heath-Carter. Els autors d'aquesta classificació biotipològica assignen un cert grau d'associació amb diferents teixits o masses corporals, més enllà de què el concepte somatotipus sigui una unitat. També és important conèixer els valors morfològics d'una població específica de l'Argentina.

La mostra va ser sobre 400 persones (130 dones i 270 homes) d'edats compreses entre els 7 i els 65 anys, als qui se'ls hi varen realitzar diversos mesuraments corporals seguint el protocol del I.W.G.K. (Grup Internacional de Treball en Cineantropometria) amb l'objectiu de ser utilitzats en les fórmules antropomètriques.

Es va comparar l'endomòrfia amb el sumatori de sis plecs i percentatges d'adipositat segons diferents autors (Slaughter, Lohman, Sloan, Pollock, Katch i Yuhasz); la mesomòrfia amb els índexs massa lliure de greix i greix corporal, amb els percentatges ossis, musculars i osteomusculars, i amb l'equació de variables mesomòrfiques; i l'ectomòrfia amb els índexs de massa corporal, de corpulència de Rohrer, ponderal de Livi i de Bouchard.

Es van aplicar regressions lineals simples trobant-se valors molt satisfactoris en totes les fórmules relacionades amb l'endomòrfia; també van resultar altes però negatives, les associacions de l'ectomòrfia amb alguns índexs i cap equació antropomètrica proposada va assolir bons coeficients de correlació amb la mesomòrfia.

**PARAULES CLAU:** Antropometria, endomòrfia, mesomòrfia, ectomòrfia.

**SUMMARY.** The aim of this investigation was to correlate different anthropometric equations with the three somatotype components: endomorphy, mesomorphy and ectomorphy, according to the Heath-Carter Anthropometric Mathematical Method, since the authors of this classification believe there is a certain association between different body tissues, in spite of the concept of somatotype as being a unity. It is also of utility the knowledge of values of the Argentinean population's specific sample.

A 400 subjects sample (130 females and 270 males) with ages ranging from 7 to 65 years old, was taken several body measurements according to I.W.G.K. protocol in order to be used in the anthropometric formulae.

Endomorphy was compared with six skinfolds sum and percentage fat body mass, according to different authors (Slaughter, Lohman, Sloan, Pollock, Katch and Yuhasz). Mesomorphy was compared with fat-free mass index, and lean body mass index, percentage bone tissue, muscle tissue and bone-muscle tissue. It was also compared with mesomorphy variable equation. Ectomorphy was compared to body mass index, Rohrer index, Livi index and Bouchard index.

Simple linear regressions were applied, finding satisfactory values in every formula related to endomorphy. Ectomorphy associations with some index resulted high but negative. None of the equations proposed showed good correlation coefficients with mesomorphy.

**KEY WORDS:** Anthropometry, endomorphy, mesomorphy, ectomorphy.

## INTRODUCCIO

La ciència que engloba les avaluacions morfològiques és coneguda com *Cineantropometria*, que segons una definició general és l'estudi de la forma, la composició i la proporció humana utilitzant mesures del cos; té com a objectiu comprendre el moviment de l'home en relació amb l'exercici, el desenvolupament, el rendiment i la nutrició. Un dels seus mètodes amb instrumental i validesa científica particular és l'*antropometria* que permet resoldre tant les fórmules dels components del somatotipus (endomòrfia, mesomòrfia i ectomòrfia) com altres equacions afins.

El *somatotipus* o *biotipus* és un mètode per valorar la morfologia del cos que permet distingir fàcilment la figura exterior de l'individu; els seus components no són independents i un ús aïllat dels mateixos pot comportar importants errades d'interpretació, tot i que els seus autors esmenten relacions amb determinats teixits o variables corporals.

Sheldon (1899-1977) davant la necessitat d'una classificació de la forma dels individus en escales que poden ser expressades amb un senzill valor numèric, proposa el *Mètode Fotoscòpic de Sheldon*<sup>(1)</sup>. Mitjançant l'estudi exhaustiu de milers de fotografies, va arribar a la conclusió que cada individu posseeix tres components iguals, però en diferents proporcions: *l'endomorf*, *el mesomorf* i *l'ectomorf*, referint-se als teixits derivats de les capes embrionàries. Sheldon va descriure les variacions de l'estructura corporal creant el terme *Somatotipus* definit com *la quantificació dels tres components primaris del cos humà que configuren la morfologia de l'individu expressat en tres xifres*.

*Mètode Fotoscòpic de Sheldon*: D'acord amb els components primaris i depenent de quin predominava, classificava els individus en: *Endomorfs*: indiquen la prevalència del sistema vegetatiu i tendència a l'obesitat i es caracteritzen pel baix pes específic i per la flacciditat i arrodoniment de la seva massa. *Mesomorfs*: indiquen superioritat dels teixits que procedeixen de la capa mesodèrmica embrionària (sobretot ossos, múscles i teixit conjuntiu), i en presentar major massa múscul-esquelètica posseeixen un major pes específic que els anteriors. *Ectomorfs*: particularment de formes lineals i fràgils, així com amb una major superfície en relació a la massa corporal i preponderància de les mesures longitudinals sobre les transversals.

Des de l'origen del *Mètode Fotoscòpic de Sheldon* es van anar succeint modificacions i variants fins arribar al *Mètode Antropomètric de Heath-Carter*.

*Mètode Antropomètric de Heath-Carter*: Bárbara Heath, entre els anys 1948 i 1953, va propiciar la modificació del

*Mètode Fotoscòpic de Sheldon* incloent-hi algunes mesures antropomètriques basant-se en les propostes de Hooton i Parnell<sup>(1,2)</sup>. L'any 1964, i amb la col·laboració de J.E.L. Carter, van crear el conegut *Mètode Antropomètric de Heath-Carter*, totalment vigent encara. És el mètode més acceptat i utilitzat actualment, tal com ho demostra una cita textual del *Manual de Cineantropometria del G.R.E.C.*: "En una revisió de la literatura dels anys 1970-79, realitzada per Carter sobre el mètode utilitzat per a la determinació del somatotipus, va trobar que 167 dels 225 articles revisats utilitzaven el *Mètode Antropomètric de Heath-Carter*, és a dir, un 74% dels articles. El resultat d'aquesta revisió és un aspecte important que recolza l'utilització d'aquest mètode, essent fàcil trobar treballs que serveixin de referència o comparació per als estudis que realitzem"<sup>(1)</sup>.

Carter va definir el *somatotipus* com *la descripció numèrica de la configuració morfològica d'un individu en el moment de ser estudiat*.

L'endomorfisme es refereix al major o menor predomini de la massa greix relativa al cos, per tant, de forma indirecta i contrària, també categoritza la magresa relativa de l'estructura corporal.

El mesomorfisme es refereix al desenvolupament osteomuscular relatiu, sempre en relació amb la talla de l'individu. Segons Carter, pot expressar-se com representatiu de la massa magra o lliure de greix en funció de l'alçada.

L'ectomorfisme es refereix a la linealitat relativa dels físics individuals, basada, de manera excloent, en els quocients d'alçada i pes.

L'objectiu principal va ser associar certes equacions antropomètriques amb cadascun dels components del somatotipus segons el *Mètode Antropomètric Matemàtica de Heath-Carter*, per verificar el grau de relació que els autors conceptualitzen. En aquesta investigació es va utilitzar una mostra específica per orientar treballs posteriors en la recerca de resultats que es puguin generalitzar.

## MATERIALS I METODES

Es va estudiar una mostra formada per 400 individus sans (130 homes i 270 dones) amb característiques detallades a la taula nº 1. A cada individu se li van realitzar un seguit de mesuraments corporals: perímetres musculars (dones = canell, cama i braç contret / homes = cama i braç contret), diàmetres ossis (dones = bicondili de fèmur, biepicondili d'húmer i biestiloideu / homes = bicondili de fèmur, biepicondili d'húmer, biestiloideu i biacromial), plecs cutanis (dones = tricipital, subescapular, supraespinal, ileocrestal, abdominal, cuixa anterior i cama medial / homes = tricipital, subescapu-

lar, supraespinal, ileocrestal, abdominal, cuixa anterior, axil·lar mig i pectoral), alçada i pes amb l'objecte de ser utilitzades en la resolució de les fórmules cineantropomètriques. Els instruments per a mesurar van ser cintes antropomètriques flexibles amb precisió d'1 mm, antropòmetres de branques corbes, calibradors de petit diàmetre ossis Mitutoyo, compàs de plecs cutanis Harpenden, balança Co.Ar.Me model P-100 i tallímetre amb graduació mil·limètrica.

Taula I		
Valors mitjos de la mostra estudiada.		
	DONES	HOMES
EDAT (anys):	14,647 +/- 8,353	15,007 +/- 9,211
TALLA (cm):	151,5 +/- 13,7	153,2 +/- 19,0
PES (kg):	46,8 +/- 13,4	49,3 +/- 19,3
ENDOMORFIA:	4,765 +/- 1,574	3,925 +/- 1,943
MESOMORFIA:	3,872 +/- 0,990	4,713 +/- 1,032
ECTOMORFIA:	2,586 +/- 1,188	2,644 +/- 1,314

Més del 85% de la totalitat dels subjectes pertanyien a un projecte antropomètric de clubs i associacions al servei de la Direcció d'Esports de la Municipalitat de Vicente López, província de Buenos Aires, Argentina; la resta d'esportistes eren d'altres partits del nord del Gran Buenos Aires. La tasca va ser realitzada pels avaluadors especialitzats en la matèria i professors d'Educació Física Pablo A. Dolce, Diego E. Giachino, Rodrigo V. Mateos i per l'autor d'aquest estudi, a càrrec del Dr. Néstor A. Lentini. Aquest treball es realitzà entre agost i novembre de 1997, els dissabtes en horari de matí, període del dia més adient per a l'avaluació, donat que, segons Consolazio i col·laboradors (1963), per obtenir resultats vàlids, l'examinador expert ha de practicar els mesuraments pel matí (per eliminar la variació diürna de l'estat d'hidratació). Una senzilla deshidratació pot augmentar el gruix dels plecs cutanis en un 15%<sup>(3)</sup>.

Pels mesuraments es va aplicar el protocol aconsellat per l'I.W.G.K., àmpliament comprovat en estudis d'esportistes en esdeveniments importants. Amb l'endomòrfia es van relacionar les fórmules de Sumatori de Sis Plecs Cutanis i els percentatges d'adipositat segons Slaughter, Lohman + Pires Neto, Sloan + Brozet, Pollock + Siri, Katch i Yuhasz.

Amb la mesomòrfia es van relacionar els índexs de massa lliure de greix i magre, els percentatges musculars, ossis i osreomusculars i l'equació de variables mesomòrfiques.

Amb l'ectomòrfia es van relacionar els índexs de massa corporal, de corpulència de Rohrer, ponderal de Livi i de Bouchard.

### Somatotipus

Per calcular el somatotipus pel *Mètode Antropomètric de Heath-Carter* són necessàries les següents mesures:

- Talla, Pes, Plecs Cutanis (Tricipital – Subescapular – Ileo-crestal – Cama), Diàmetres Ossis (Biepicondil de l'húmer – Bicondili del fèmur) i Perímetres Musculars (Braç contret – Cama).

El càlcul dels tres components del somatotipus es realitza mitjançant les següents equacions proposades per Carter (1975):

#### Primer Component o Endomòrfia:

$$\blacksquare \text{ ENDOMORFIA} = -0,7182 + 0,1451 * P - 0,00068 * P^2 + 0,0000014 * P^3$$

Essent P la suma dels plecs cutanis tricipital, subescapular i iliocrestal expressat en mm.

Carter suggereix corregir aquest valor per poder comparar a diferents individus.

$$\text{ENDOMORFIA CORREGIDA} = \text{Endomòrfia} + 170,18/\text{Talla del subjecte}$$

#### Segon Component o Mesomòrfia:

$$\blacksquare \text{ MESOMORFIA} = 0,858 * U + 0,601 * F + 0,188 * B + 0,161 * P - 0,131 * H + 4,5$$

Essent:

U el diàmetre biepicondili de l'húmer, en cm.

F el diàmetre bicondili de l'húmer, en cm.

B el perímetre del braç contret – plec tricipital, en cm.

P el perímetre de la cama – plec de la cama, en cm.

H la talla de l'individu, en cm.

#### Tercer component o Ectomòrfia:

Existeixen tres alternatives possibles per al seu càlcul, determinant el resultat de l'Índex Ponderal (I.P.) l'equació final a utilitzar per a l'obtenció d'aquest component. Aquest índex es basa en la consideració que el pes de l'individu és proporcional al seu volum i que aquest variava segons una funció cúbica de les seves dimensions lineals.

L'Índex Ponderal s'obté de la següent fórmula: I.P. = Talla<sup>3</sup>/Pes

- Si I.P. > 40,75

$$\text{ECTOMORFIA} = (\text{I.P.} * 0,732) - 28,58$$

- Si I.P. < 40,75 i > 38,28 ECTOMORFIA = (I.P. \* 0,463) - 17,63
- Si I.P. ≤ 38,28 ECTOMORMIA = 0,1

### Equacions antropomètriques

Els índexs constitueixen una de les propostes més senzilles per a la valoració de la composició corporal, amb un antecedent en les teories normatiu-descriptives de Quetelet (1833) i més concretament en el seu índex, que després des de 1953 amb Keys i Brozek es coneixia com l'Índex de Massa Corporal<sup>(1,4)</sup>.

- INDEX DE MASSA CORPORAL = Pes (kg) / Talla<sup>2</sup> (cm)
- INDEX DE CORPULENCIA DE ROHRER = Pes (gr) \* 100 / Talla<sup>3</sup> (cm)
- INDEX PONDERAL DE LIVI = 1000 \*  $\sqrt[3]{\text{Pes (gr) / Talla (cm)}}$
- INDEX DE BOUCHARD = Pes (gr) / Talla (cm)

L'Índex Massa Lliure de Greix és una relació proposada en la literatura l'any 1990 per Van Itallie, Yang, Heymsfield, Funk y Boileau per estimar com alternativa el desenvolupament múscul-esquelètic<sup>(5)</sup>. És parent llunyà de l'Índex de Massa Corporal i té com a requeriment que la massa lliure de greix en quilograms estigui precedida pel model de quatre components que, en aquest cas, va ser calculat incloent-hi la fórmula d'adipositat de Sloan.

- INDEX DE MASSA LLIURE DE GREIX = Pes Lliure de Greix (kg) / Talla<sup>2</sup> (m)
- PES LLIURE DE GREIX = Pes Muscular (kg) + Pes Ossi (kg) + Pes Adipós (kg)

L'Índex Magre proposat per l'autor és similar a l'anterior estimant quants quilograms de teixit adipós existeixen per metre quadrat de superfície corporal, prenent com a denominador la fórmula proposa l'any 1916 per Du Bois, D. i Du Bois, E.F.<sup>(6)</sup>.

- INDEX MAGRE = Pes Magre (kg) / Superfície Corporal (m<sup>2</sup>)
- SUPERFÍCIE CORPORAL = Pes<sup>0,245</sup> (kg) \* Talla<sup>0,725</sup> (cm) \* 71,84/10000

L'Equació de Variables Mesomòrfiques és una relació lineal dels components de la fórmula del segon component antropomètric descrit pel Dr. J.E.L. Carter.

- EQUACIÓ DE VARIABLES MESOMORFIQUES = Ø Biepicondili de l'Húmer (cm) + Ø Bicondili del Fè-

mur (cm) + Perímetre del Braç Contret (cm) + Perímetre de la Cama (cm) + [Talla (cm)/10]

L'equació per al càlcul del pes ossi va ser desenvolupada per W. Von Döbeln l'any 1956 i modificada per M.S.L. Rocha l'any 1974<sup>(1)</sup>.

- PES OSSI (kg) = 3,02 \* [Talla<sup>2</sup> (m) \* Ø Biestiloideu (m) \* Ø Bicondili del Fèmur (m) \* 400]<sup>0,712</sup>
- PERCENTATGE OSSI = Pes Ossi (kg) \* 100 / Pes (kg)

La massa residual (òrgans, líquids, etc.) es determina mitjançant les constant per a cada sexe proposades per A. Würch l'any 1974<sup>(1)</sup>.

- MASSA RESIDUAL EN HOMES (kg) = Pes (kg) \* 24,1/100
- MASSA RESIDUAL EN DONES (kg) = Pes (kg) \* 20,9/100
- PERCENTATGE RESIDUAL = Massa Residual (kg) \* 100/Pes (kg)

El pes muscular s'obté segons el model de quatre components, amb la proposta de De Rose i Guimaraes. Aquesta vegada, l'equació per determinar l'adipositat estava formada per la densitat corporal, segons Sloan, i el percentatge adipós, segons Brozek i col·laboradors.

- PES MUSCULAR (kg) = Pes (kg) - [Pes Adipós (kg) + Pes Ossi (kg) + Pes Residual (kg)]
- PERCENTATGE MUSCULAR = Massa Muscular (kg) \* 100 / Pes (kg)

El percentatge osteomuscular, com el seu nom indica, és el sumatori de l'ossi i del muscular.

- PERCENTATGE OSTEOMUSCULAR = Percentatge Ossi + Percentatge Muscular

El Dr. Néstor A. Lentini y col·laboradors (1994) van trobar un alt coeficient de determinació (R<sup>2</sup>=0,94) entre el sumatori de sis plecs i els quilograms de greix determinats pel model de quatre components<sup>(7)</sup>.

Segons Pollock i Jackson (1984) l'ús de la suma de plecs adiposos és utilitzat a Canadà i als EEUU (A.A.H.P.E.R.D.) per valorar la greix corporal en els nens i els joves<sup>(8)</sup>.

R.F. Fletcher esmenta l'any 1962 que un índex arbitrari de greix corporal pot basar-se en la suma d'un nombre de mesures de plecs cutanis.

- SUMATORIA DE SIS PLECS CUTANIS = Plec Tricipital (mm) + Plec Subescapular (mm) + Plec Iliocrestal

(mm) + Plec Abdominal (mm) + Plec Cuixa (mm) + Plec Cama (mm)

Més endavant es tractaran les fórmules per estimar l'adipositat que es van confrontar amb l'endomòrfia.

Cal aclarir que les equacions van ser desenvolupades pels autors per a un sector específic, no coneixent-se l'exactitud per a rangs fora de l'edat establerta. Altres investigadors es van encarregar d'utilitzar-les fora dels àmbits predeterminats per comprovar la validesa dels mateixos.

Thorland i col·laboradors (1984) van demostrar que les equacions de generalització de Pollock i Jackson també són adients particularment per estimar la densitat corporal en homes i dones adolescents esportius<sup>(1)</sup>.

Tot i que no s'utilitzi en aquest treball, és interessant destacar que l'ús de l'edat en el model quadràtic de l'equació generalitzada de Pollock no incrementa la correlació amb la densitat corporal sobre l'equació lineal.

L'edat no és un factor limitant per a l'utilització de certes fórmules que requereixin dades com els plecs cutanis, doncs els mateixos valors es poden trobar en persones de diferents franges d'edat.

Les equacions segons Slaughter i col·laboradors (1988) deriven de l'utilització del model multicompartimental ajustat per a gènere i maduresa<sup>(9)</sup>.

- PERCENTATGE D'ADIPOSITAT X = 0,735 \* (Plec Tricipital + Plec Cama) - 1,0
- PERCENTATGE D'ADIPOSITAT  $\Xi$  = 0,610 \* (Plec Tricipital + Plec Cama) - 5,1

En aquest cas, per estimar l'adipositat es van utilitzar les fórmules de densitat corporal segons Lohman i col·laboradors, amb una bona correlació per a dones i joves, i de percentatges segons Pires Neto<sup>(9,10)</sup>. Combinació utilitzada a la Universitat Federal de Santa Maria, Brasil.

- DENSITAT CORPORAL = 1,0982 - (0,000815 \* TSA) + (0,0000084 \* TSA<sup>2</sup>)
- TSA = Plec Tricipital + Plec Subescapular + Plec Abdominal
- PERCENTATGE D'ADIPOSITAT = 476 / Densitat Corporal) - 432,1

L'any 1962, Sloan conjuntament amb Burt i Blyth van crear una equació determinant la densitat corporal per a dones amb una errada d'estimació de  $\pm 0,0082$  gr/ml<sup>(11)</sup>. L'any 1967, Sloan va fer el mateix per a homes aconseguint una molt bona associació ( $r = 0,861$ ) amb el mètode densiomètric<sup>(12)</sup>.

Segons aquests autors una de les millors fórmules de la literatura per al càlcul del percentatge gras a través de la densi-

tat corporal i més correcta és la de J. Brozek, F. Grande, J.T. Anderson i A. Keys (1963) basada en les anàlisis químiques de tres cadàvers.

- DENSITAT CORPORAL X = 1,0764 - 0,00081 \* Plec Iliocrestal - 0,00088 \* Plec Tricipital
- DENSITAT CORPORAL  $\Xi$  = 1,1043 - 0,001327 \* Plec Cuixa - 0,001310 \* Plec Subescapular
- PERCENTATGE D'ADIPOSITAT = 100 \* (4,570 / Densitat Corporal - 4,142)

D'entre les moltes equacions de regressió múltiple per predir la densitat corporal proposades per Pollock i col·laboradors, se'n va escollir una per al sexe femení (1975) i una altra per al masculí (1976), amb coeficients de correlació amb la tècnica hidrostàtica de 0,826 i 0,870 respectivament<sup>(13,14)</sup>. El percentatge d'adipositat va ser calculat segons la fórmula del científica de Berkeley, Dr. William Siri (1956).

- DENSITAT CORPORAL X = 1,0836 - 0,0007 \* Plec Iliocrestal - 0,007 \* Plec Cuixa + 0,048 \* Perímetre Canel·la - 0,0088 \* Diàmetre Bicondili del Fèmur
- DENSITAT CORPORAL  $\Xi$  = 1,10940 - 0,0026 \* L + 0,001623 \* Diàmetre Biacromial - 0,00044 \* Alçada
- L = Plec Pectoral + Plec Axil·lar + Plec Tricipital + Plec Subescapular + Plec Abdominal + Plec Iliocrestal + Plec Cuixa
- PERCENTATGE D'ADIPOSITAT = (4,950 / Densitat Corporal - 4,500) \* 100

Katch, F. I. i Michael, E. D. l'any 1968 i Katch, F.I. i McArdle, W.D. l'any 1973 com a resultat de diversos experiments realitzats en el seu laboratori, van desenvolupar equacions per predir l'adipositat corporal, essent oportunes les que s'esmenten a continuació<sup>(15)</sup>.

- PERCENTATGE D'ADIPOSITAT X = 0,55 \* Plec Tricipital + 0,31 \* Plec Subescapular + 6,13
- PERCENTATGE D'ADIPOSITAT  $\Xi$  = 0,43 \* Plec Tricipital + 0,58 \* Plec Subescapular + 1,47

Les equacions proposades per M. S. Yuhasz (1974), de la Universitat de Western, Ontario, Canadà, han tingut una gran difusió i estan molt relacionades amb els valors del percentatge de massa adiposa obtinguts per ressonància magnètica nuclear<sup>(1)</sup>.

- PERCENTATGE MASSA ADIPOSA X = 4,56 + [Sumatòria de sis plecs (mm) \* 0,143]
- PERCENTATGE MASSA ADIPOSA  $\Xi$  = 3,64 + [Sumatòria de sis plecs (mm) \* 0,097]

– SUMATÒRIA DE SIS PLECS = Plec Tricipital + Plec Subescapular + Plec Ileocrestal + Plec Abdominal + Plec Cuixa + Plec Cama

Estadísticament per determinar el grau d'associació entre les variables, es va realitzar un estudi de correlació. L'equació predictiva  $Y = a + b \cdot X$  sorgeix de l'anàlisi de regressió lineal simple.

#### Estimacions per al sexe femení:

ENDOMORFIA = 0,433 + 0,045 * SUMATORIA DE SIS PLECS	(r=0,924/DE=0,605)
ENDOMORFIA = 2,227 + 0,187 * % ADIPOSITAT SEGONS SLAUGHTER	(r=0,734/DE=1,074)
ENDOMORFIA = 0,501 + 0,280 * % ADIPOSITAT SEGONS LOHMAN	(r=0,922/DE=0,612)
ENDOMORFIA = -3,003 + 0,368 * % ADIPOSITAT SEGONS SLOAN	(r=0,949/DE=0,497)
ENDOMORFIA = -1,802 + 0,308 * % ADIPOSITAT SEGONS POLLOCK	(r=0,805/DE=0,938)
ENDOMORFIA = -1,518 + 0,342 * % ADIPOSITAT SEGON KATCH	(r=0,892/DE=0,714)
ENDOMORFIA = -0,997 + 0,314 * % ADIPOSITAT SEGONS YUHASZ	(r=0,924/DE=0,605)
MESOMORFIA = 1,117 + 0,176 * INDEX MASSA LLIURE GREIX	(r=0,335/DE=0,936)
MESOMORFIA = 8,701 - 0,119 * PERCENTATGE MUSCULAR	(r=-0,384/DE=0,931)
MESOMORFIA = 5,977 - 0,122 * PERCENTATGE OSSI	(r=-0,265/DE=0,958)
MESOMORFIA = 9,373 - 0,095 * PERCENTATGE OSTEOMUSCULAR	(r=-0,390/DE=0,915)
MESOMORFIA = 3,869 + 0,0001 * INDEX MAGRE	(r=0,000 /DE=0,994)
MESOMORFIA = 0,825 + 0,056 * EQUACIO DE VARIABLES MESOMÒRFIQUES	(r=0,376/DE =0,921)
ECTOMORFIA = 8,511 - 0,297 * INDEX DE MASSA CORPORAL	(r=-0,787/DE=0,736)
ECTOMORFIA = 11,665 - 6,905 * INDEX CORPULENCIA DE ROHRER	(r=-0,975/DE=0,267)
ECTOMORFIA = 30,680 - 0,119 * INDEX PONDERAL DE LIVI	(r=-0,986/DE=0,196)
ECTOMORFIA = 5,698 - 0,010 * INDEX DE BOUCHARD	(r=-0,571/DE=0,979)

#### Estimacions per al sexe masculí:

ENDOMORFIA = 0,106 + 0,049 * SUMATORIA DE SIS PLECS	(r=0,955/DE=0,580)
ENDOMORFIA = 0,290 + 0,232 * % ADIPOSITAT SEGONS SLAUGHTER	(r=0,877/DE=0,936)
ENDOMORFIA = -0,035 + 0,303 * % ADIPOSITAT SEGONS LOHMAN	(r=0,926/DE=0,735)
ENDOMORFIA = 0,203 + 0,280 * % ADIPOSITAT SEGONS SLOAN	(r=0,911/DE=0,803)
ENDOMORFIA = 0,154 + 0,338 * % ADIPOSITAT SEGONS POLLOCK	(r=0,873/DE=0,951)
ENDOMORFIA = -0,414 + 0,344 * % ADIPOSITAT SEGON KATCH	(r=0,919/DE=0,766)
ENDOMORFIA = -1,743 + 0,508 * % ADIPOSITAT SEGONS YUHASZ	(r=0,955/DE=0,580)
MESOMORFIA = 1,788 + 0,169 * INDEX MASSA LLIURE GREIX	(r=0,448/DE=0,924)
MESOMORFIA = 8,262 - 0,081 * PERCENTATGE MUSCULAR	(r=-0,414/DE=0,941)
MESOMORFIA = 8,419 - 0,198 * PERCENTATGE OSSI	(r=-0,482/DE=0,905)
MESOMORFIA = 10,187 - 0,087 * PERCENTATGE OSTEOMUSCULAR	(r=-0,536/DE=0,872)
MESOMORFIA = 3,323 + 0,049 * INDEX MAGRE	(r=0,180 /DE=1,017)
MESOMORFIA = 1,353 + 0,059 * EQUACIO DE VARIABLES MESOMÒRFIQUES	(r=0,541/DE =0,869)
ECTOMORFIA = 7,552 - 0,244 * INDEX DE MASSA CORPORAL	(r=-0,710/DE=0,927)
ECTOMORFIA = 11,405 - 6,668 * INDEX CORPULENCIA DE ROHRER	(r=-0,968/DE=0,330)
ECTOMORFIA = 30,027 - 0,116 * INDEX PONDERAL DE LIVI	(r=-0,983/DE=0,245)
ECTOMORFIA = 4,747 - 0,007 * INDEX DE BOUCHARD	(r=-0,456/DE=1,171)

#### RESULTATS

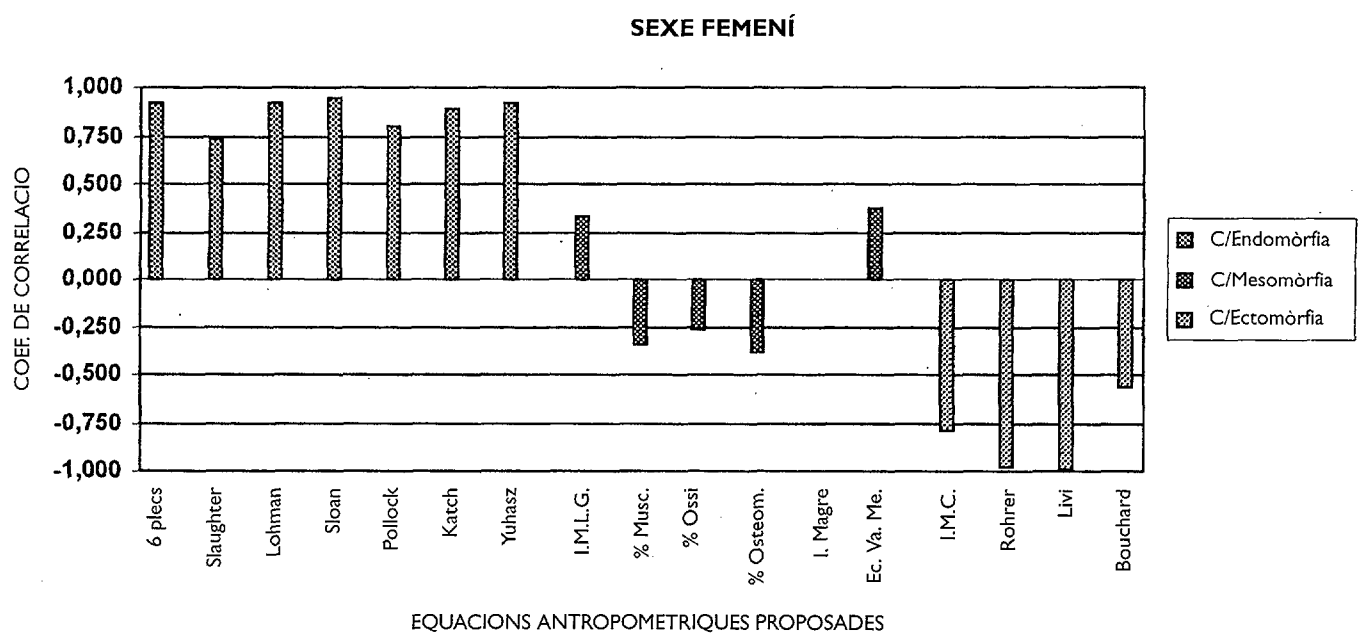
A continuació s'exposaran les equacions predictives per a ambdós sexes, amb els coeficients de correlació i les desviacions estàndard corresponents, de les regions lineals simples que van associar els components del somatotipus amb diverses fórmules antropomètriques.

Les fórmules analitzades que van assolir correlacions majors van ser: per a les dones, el percentatge d'adipositat segons Sloan en l'endomòrfia, el percentatge osteomuscular en la mesomòrfia i l'índex ponderal de Livi en l'ectomòrfia; per als homes, el sumatori de sis plecs o el percentatge d'adipositat segons Yuhasz en l'endomòrfia, l'equació de variables mesomòrfiques en la mesomòrfia i l'índex ponderal de Livi en l'ectomòrfia.

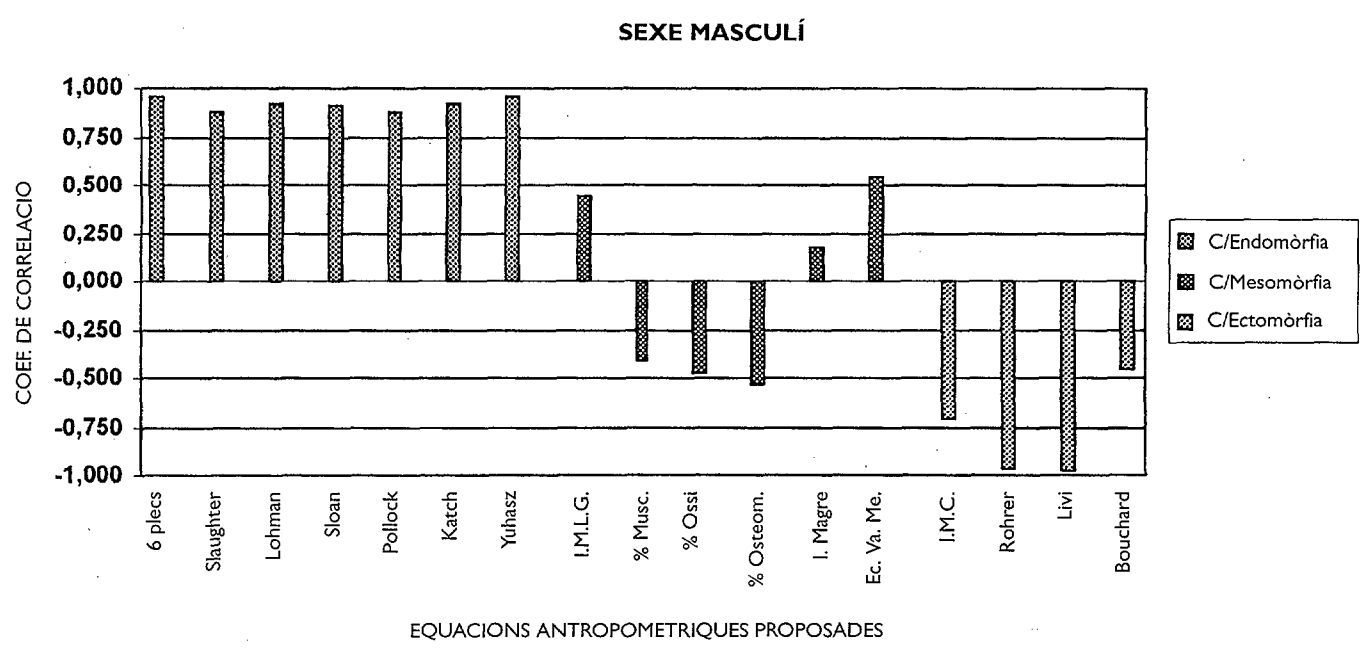
Hem de destacar, per a ambdós sexes, que la majoria d'equacions proposades van mostrar molt bons valors d'associació en l'endomòrfia, així com també ho van fer els índexs de corpulència de Rohrer i ponderal de Livi per a l'ectomòrfia, sense trobar-se bones estimacions en la mesomòrfia, tal com pot observar-se a les figures nº 1 i nº 2.

Els diagrames de dispersió de les regressions lineals simples s'ofereixen en les figures nº 3, 4, 5, 6, 7 i 8.

**Figura I** Estimacions entre els components del somatotipus i les equacions antropomètriques proposades pel sexe femení.



**Figura II** Estimacions entre els components del somatotipus i les equacions antropomètriques proposades pel sexe masculí.



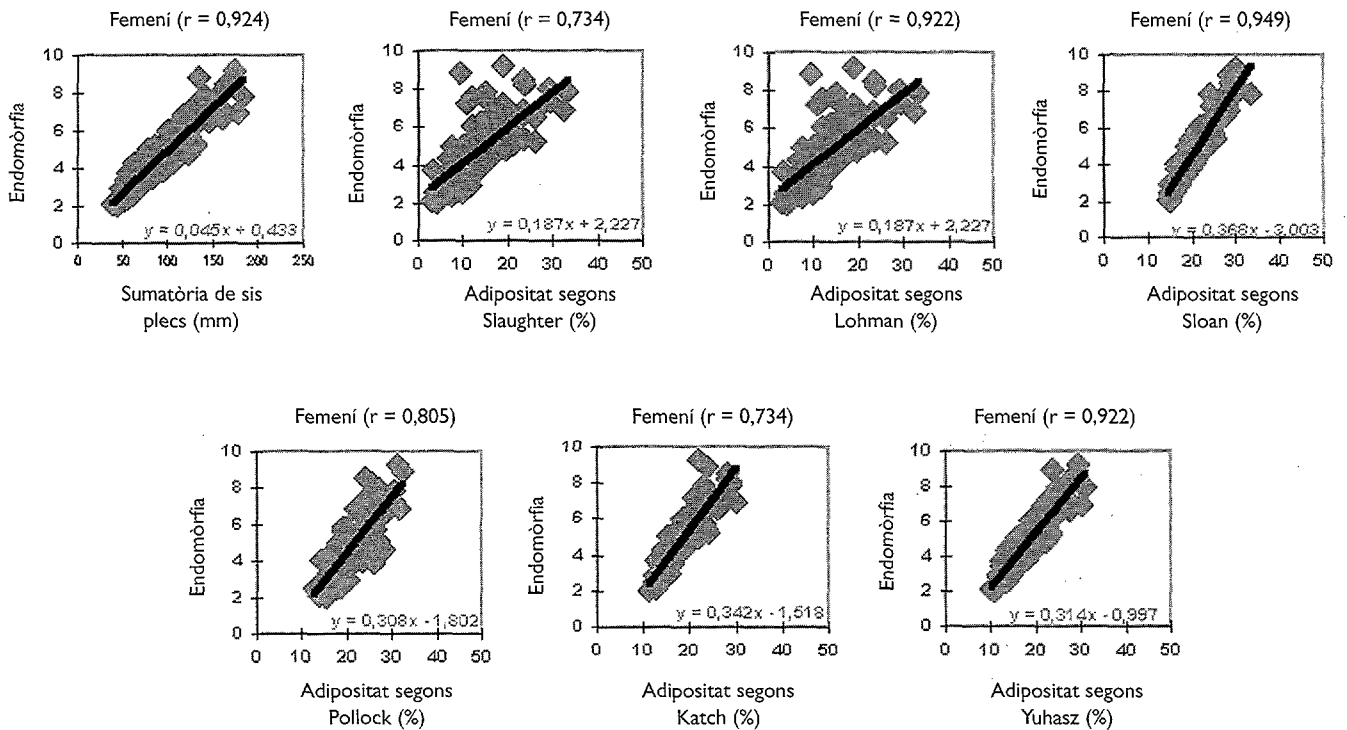
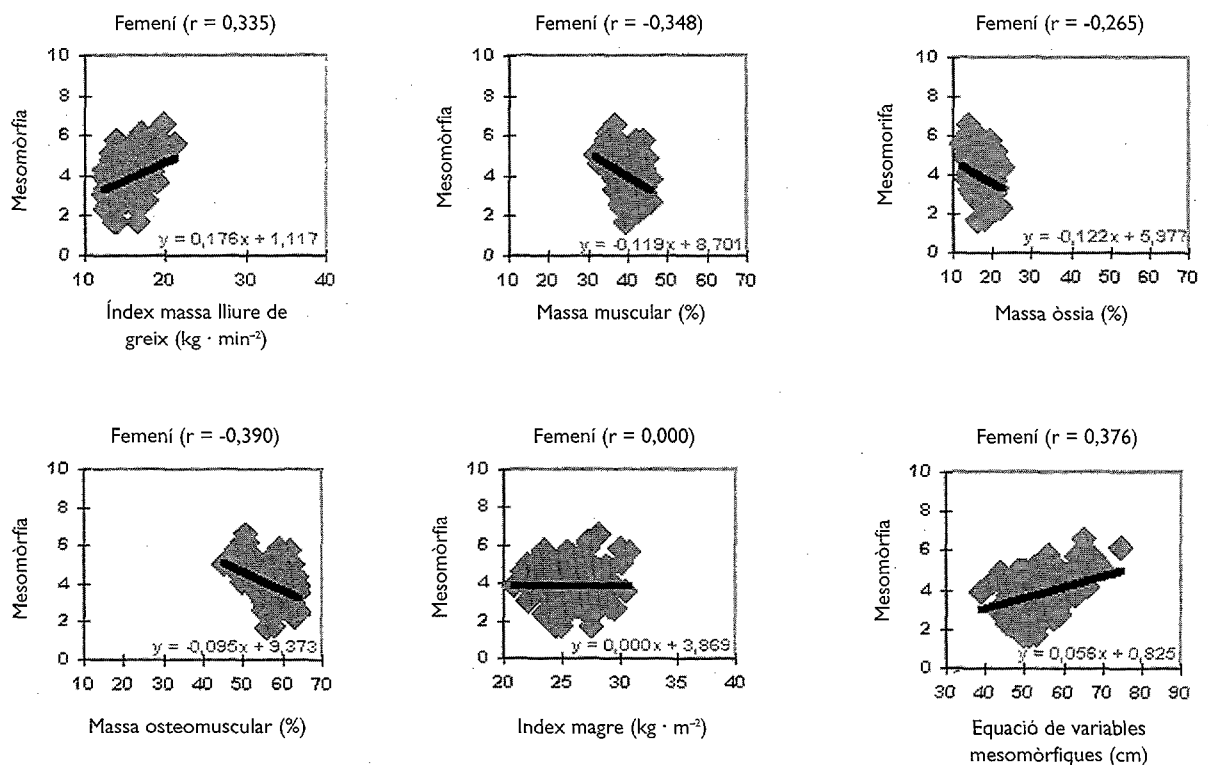
**Figura III** Diagrama de dispersió entre l'endomòrfia i les equacions antropomètriques a la dona.**Figura IV** Diagrames de dispersió entre la mesomòrfia i les equacions antropomètriques a la dona.



Figura V

Diagrames de dispersió entre l'ectomòrfia i les equacions antropomètriques a la dona.

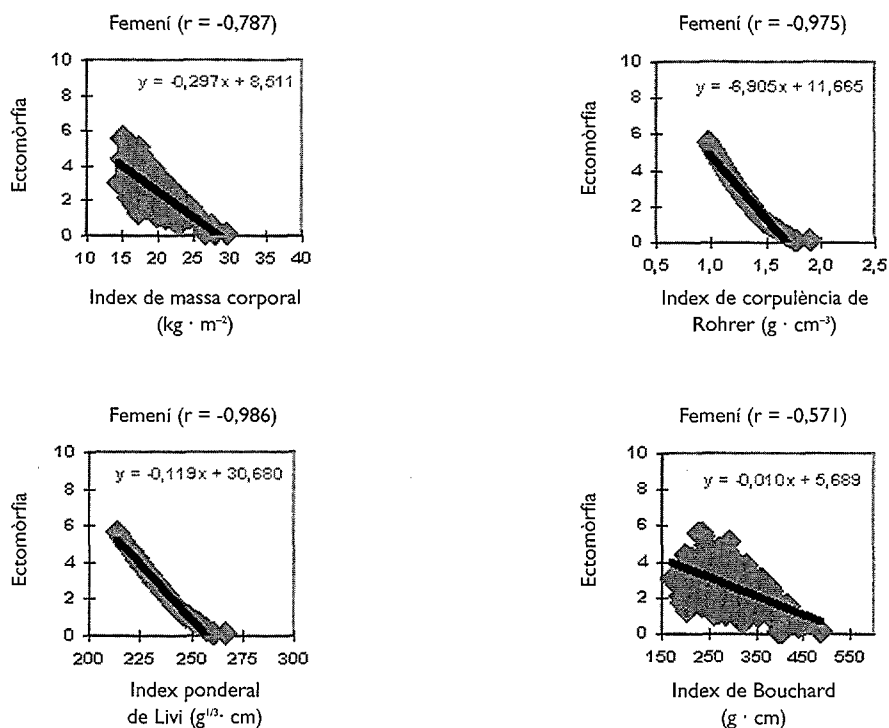
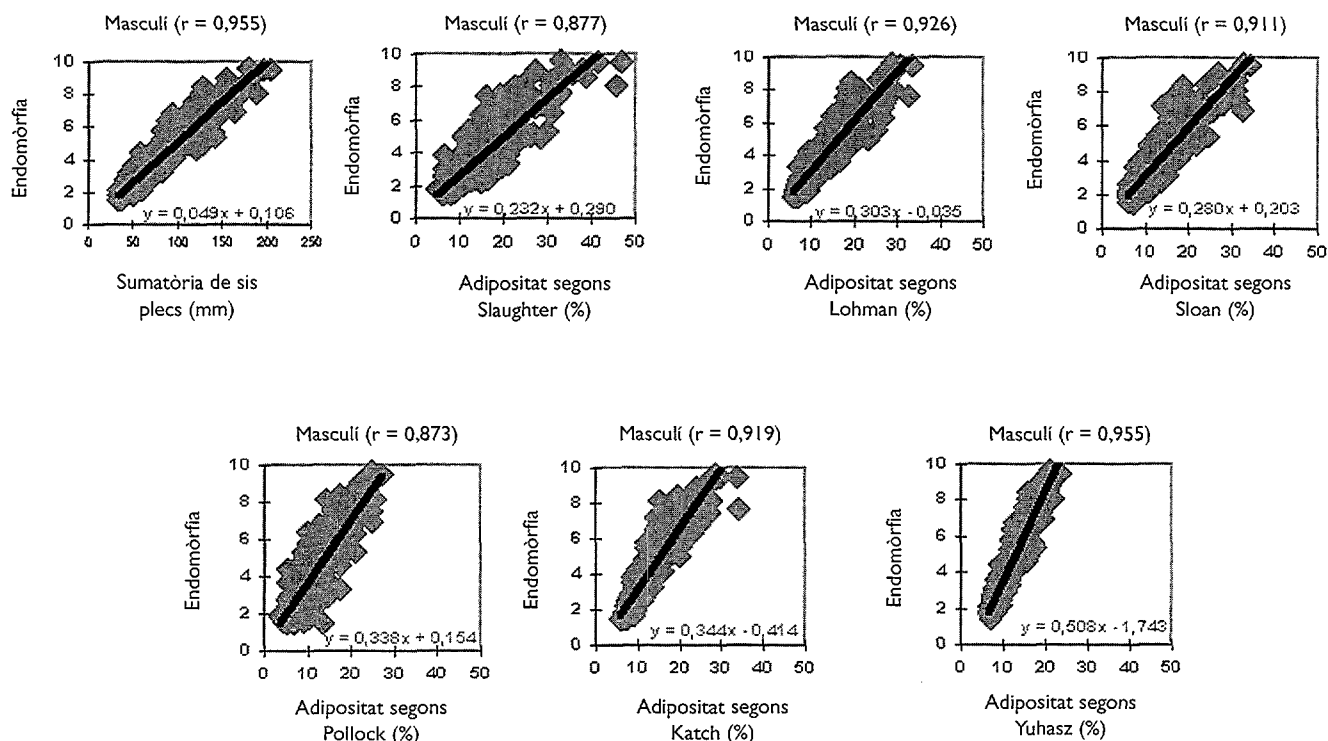
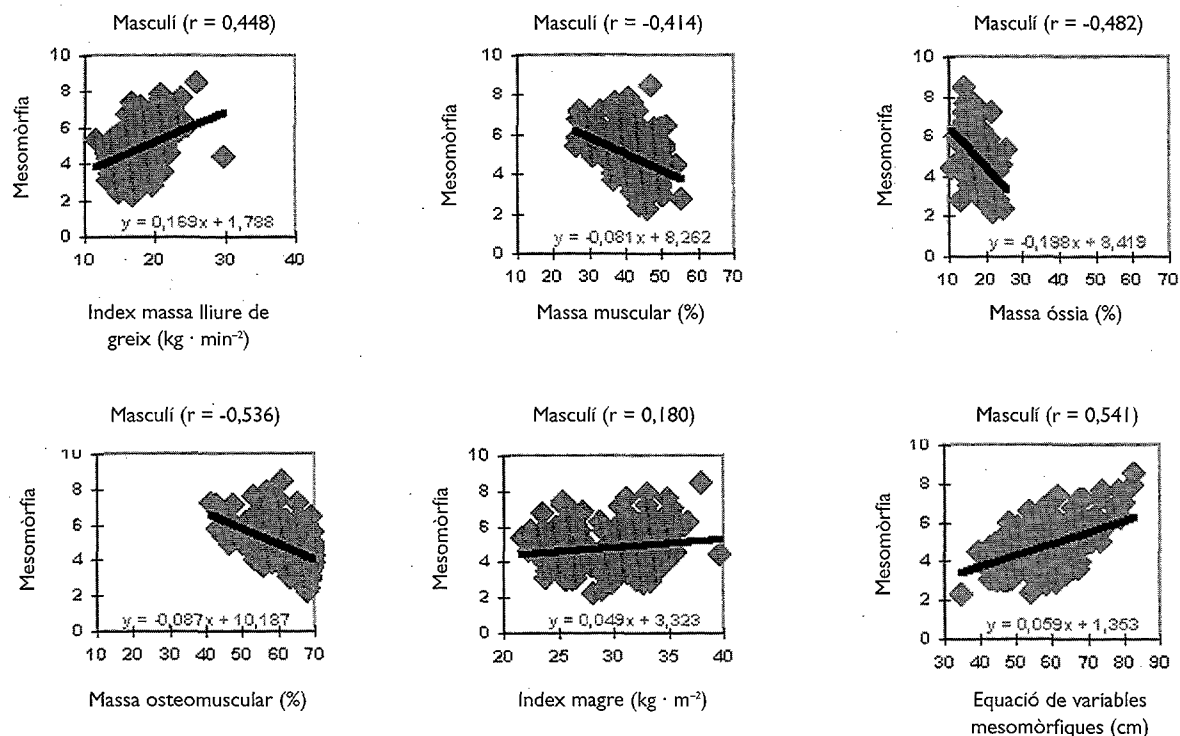
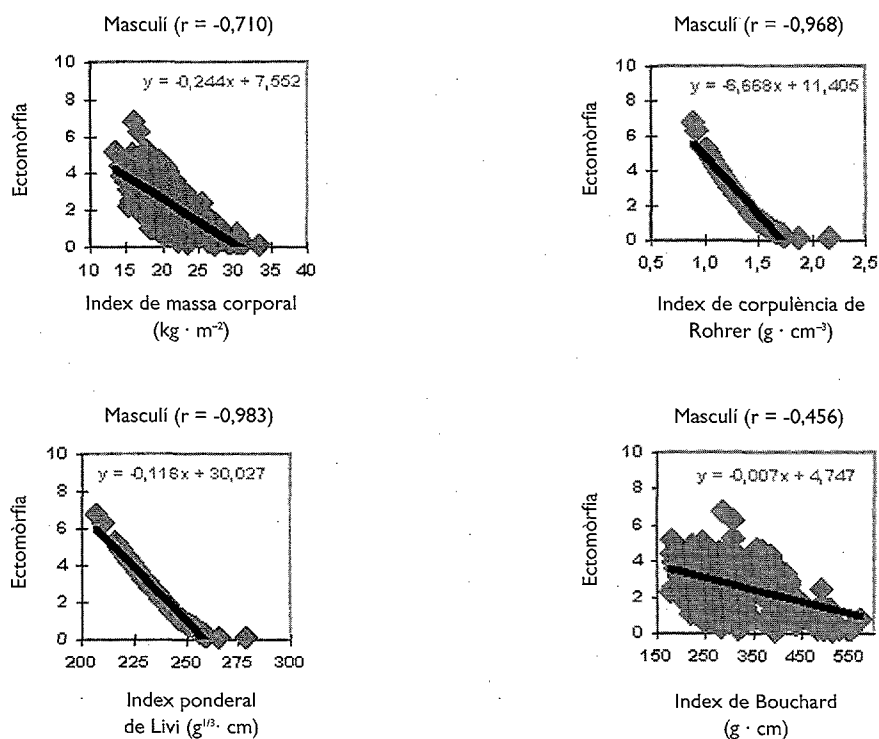


Figura VI

Diagrames de dispersió entre l'endomòrfia i les equacions antropomètriques a l'home.



**Figura VII** Diagrames de dispersió entre la mesomòrfia i les equacions antropomètriques a l'home.**Figura VIII** Diagrames de dispersió entre l'ectomòrfia i les equacions antropomètriques a l'home.

## DISCUSSIO

Alguns estudis realitzats per Alvero i col·laboradors (1992-1993), Slaughter i Lohman (1976) i Wilmore (1969) demostren una alta relació de l'endomòrfia amb el percentatge gras<sup>(1)</sup>. Aquest concepte coincideix amb els valors obtinguts per a totes les equacions cineantropomètriques associades amb l'endomòrfia en aquest estudi, ja que en les dones, els coeficients de correlació van oscil·lar entre 0,734 i 0,949 i en els homes entre 0,873 i 0,955.

Dupertuis, Pitts, Osseman, Welham y Behnke van realitzar una investigació l'any 1951 amb 81 individus en el qual van poder determinar una correlació de 0,853 entre el percentatge de greix, estimat per la pesada hidrostàtica i la endomòrfia, segons el somatotipus fotoscòpic de Sheldon, similar als valor trobats per a les dones segons Pollock ( $r=0,805$ ) o Katch ( $r=0,893$ ) i per als homes segons Pollock ( $r=0,873$ ) o Slaughter ( $r=0,877$ )<sup>(16)</sup>. Una de les aportacions que destaquen Dupertuis i col·laboradors és la probabilitat de predir el percentatge de greix emprant només el primer component del somatotipus.

En un treball sobre els canvis estructurals amb l'exercici, Carter i Phillips (1969) van trobar que passats 2 anys, les persones que van ser sotmeses a una hora d'activitats físiques entre dues i tres vegades per setmana, van minvar significativament de pes corporal, el percentatge de greix, els plecs cutanis, els perímetres musculars i l'endomòrfia; d'aquest fet es desprèn la molt bona relació directa entre l'adipositat i el primer component del somatotipus que es confirma en el present estudi<sup>(17)</sup>.

Bernardo B. Lozada, Miguel A. Chiacchio y Salvador Bruno (1983) també van establir indirectament la relació entre endomòrfia i percentatge d'adipositat a l'esmentar que *"se sap que tant la nutrició com l'entrenament físic poden alterar la composició corporal i el somatotipus, tenint ambdós com límits el factor genètic"*.

En relació amb el paràgraf anterior, un estudi longitudinal en individus dels 11 als 18 anys, realitzat per Jana Parizkova als anys 70, va revelar una endomòrfia aparentment major en el grup de baixa activitat que pot explicar-se en termes d'una menor exercitació física que concordava amb l'anàlisi de composició corporal<sup>(18)</sup>.

Contrasten els baixos valors obtinguts per a les fórmules relacionades amb la mesomòrfia en dones ( $r=0,000 / -0,265 / 0,335 / -0,348 / 0,376 / -0,390$ ) i en homes ( $r=0,180 / -0,414 / 0,448 / -0,482 / -0,536 / 0,541$ ), amb el concepte principal del segon component del somatotipus reflectit segons Modlesky i col·laboradors (1996) com *"La classificació mesomòrfica del somatotipus antropomètric de Heath-Carter és*

*la primera mesura utilitzada per caracteritzar el desenvolupament múscul-esquelètic. Aquesta classificació reflecteix el relatiu desenvolupament múscul-esquelètic per unitat d'alçada..."*<sup>(5)</sup>.

Són de destacar, encara que no siguin significatives, les seves associacions com a variables, les relacions inverses del segon component amb els percentatges musculars i ossis. Tampoc existeix una bona relació amb l'habitualment utilitzat índex de massa lliure de greix de Van Itallie i col·laboradors (1990).

En el Manual de Cineantropometria, sota la direcció del Dr. Francisco Esparza Ros (1993), del Grup Espanyol de Cineantropometria (G.R.E.C.) s'esmenten investigacions de diversos autors que, tal com ho fa aquesta, mostren una baixamoderada relació del pes lliure de greix amb la mesomòrfia. Oportunament Hayward i col·laboradors (1978) indiquen que el model del somatotipus pot no ser el millor camí per mostrar els canvis relacionats amb l'edat en musculació<sup>(19)</sup>.

Els índexs de corpulència de Rohrer i ponderal de Livi per a ambdós sexes posseeixen excel·lents relacions inverses amb l'ectomòrfia. L'índex de Bouchard ( $Xr=-0,571$  i  $\Xi r=-0,456$ ) potser no aconsegueixi una bona relació amb el tercer component del somatotipus degut a la incongruència entre dimensions (volum de pes i longitud de l'alçada), donat que segons el model biològic o cinemàtic de Gunther (1975) s'assumeix que el volum (massa) és igual a la mesura lineal (talla) al cub o que aquesta darrera és iguala l'arrel cúbica de la primera<sup>(19)</sup>.

Es lògic que l'índex de massa corporal es vinculi de manera inversa a l'ectomòrfia ( $r = -0,787$  i  $\Xi r = -0,710$ ), doncs Michael L. Pollock i Andrew S. Jackson (1984) van trobar correlacions entre aquest índex i la densitat corporal de  $-0,70$  per a les dones i de  $-0,69$  per als homes<sup>(20)</sup>. Degut a que per determinar el percentatge de greix ha d'incloure's a la fórmula com a denominador del valor de la densitat corporal, indefectiblement, la correlació entre ambdós serà  $-1,0$ . Segons Parizkova, en els atletes corredors, campions, en els quals l'entrenament comporta una alta capacitat aeròbica, la deposició de greix és molt limitada<sup>(18)</sup>. En treballs realitzats per Sanchis (1990) es van recollir resultats que concorden amb altres autors, trobant una ectomòrfia major en els esports amb alts volums d'entrenament aeròbic<sup>(1)</sup>. Els següents exemples confirmen el que hem dit: a) Mc Ardle i coautors (1990), exposen en el seu llibre *Fisiologia de l'exercici* que amb un programa de trotada de deu setmanes, la constitució dels individus participants va variar i donat que el pes corporal magre era el mateix, la reducció del pes corporal va ser deguda a una disminució del percentatge de greix el valor de la qual va variar d'abans de l'entrenament (18,9%) a després

(17,8%), fet que va suposar una pèrdua de greix de 1,07 kg. b) En 133 corredors de fons i 94 maratonians, dels Jocs Olímpics de Tokio i de Mèxic, es van trobar valors de greix corporal extremadament baixos i ectomòrfies relativament altes de 3,458; 3,598; 3,122 i 3,583, segons els grups respectius<sup>(15)</sup>.

De tot l'exposat a l'últim paràgraf sobre l'índex de massa corporal i l'ectomòrfia, la seva relació es resumeix de la següent manera: A major índex de massa corporal, menor densitat corporal, major percentatge de greix i menor ectomòrfia. D'aquí es dedueix: *A major índex de massa corporal, menor ectomòrfia.*

En la bibliografia analitzada no es van trobar estudis similars fets al país, fet pel qual no es van poder comparar resultats de la mateixa població.

De la mostra avaluada s'ha arribat a les següents conclusions:

- ✓ El sumatori de sis plecs cutanis com a percentatges d'adipositat segons els autors proposats són molt bons estimadors del primer component del *Mètode Antropomètric*

*Matemàtic de Heath-Carter.* S'haurà d'anar més en compte en l'aplicació de l'equació de Slaughter en les dones.

- ✓ Els índexs que respecten la congruència entre dimensions de talla i de pes (de corpulència de Rohrer i ponderal de Livi) són excel·lents predictors de l'ectomòrfia, però no ho són els que utilitzen de forma inapropiada les esmentades variables (de massa corporal i de Bouchard).
- ✓ Cap de les equacions proposades aconseguix una correcta associació amb la mesomòrfia.
- ✓ Es pot verificar la relació de l'ectomòrfia amb l'índex de massa corporal, tot i que aquest darrer s'utilitzi habitualment com rang d'obesitat.
- ✓ Una propietat útil de les equacions és el seu caràcter reversible, és a dir, a partir d'una fórmula antropomètrica determinada es pot estimar un component del somatotípus o a l'inrevés.
- ✓ Es necessitaran estudis amb un major control de les variables per tal de generalitzar els resultats, essent les dades antropomètriques presentades en aquesta mostra específica una petita aportació per al coneixement de la població argentina.

## Bibliografia

- 1 Esparza Ros F. Manual de cineantropometría. Madrid: Editor Científico Grupo Español de Cineantropometría, 1993.
- 2 Lozada B, Chiacchio M, Bruno S. Determinación del somatotipo. Rev. Argent. Med. Dep. 1983; VII(16):68-83.
- 3 Consolazio C, Johnson R, Pecora L. Physiological measurement of metabolic functions in man. Mc Graw Book Company 1963; 303.
- 4 Pospíšil M. Prácticas de antropología física. Ciudad de la Habana: Editorial Científico-Técnica, 1987.
- 5 Modlesky C, Cureton K, Lewis R, y col. Density of the fat-free mass and estimates of body composition in males weight trainers. J. Appl. Physiol. 1996; 80(6):2085-2096.
- 6 Benerjee S, Bhattacharya A. Determination of body surface area in Indian Hindu children. J. Applied. Physiol. 1961;16(6):969-970.
- 7 Lentini N, Narváez P, Izaguirre L, y col. Estudio comparativo de métodos antropométricos. International symposium on sports sciences "Health and performance". São Paulo, 1994.
- 8 Pollock M, Jackson A. Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. Med. Sci. Sports Exercise 1984;16(6):608-613.
- 9 Lentini N. Valor de la composición corporal en deportistas. Trabajo no publicado, 1992.
- 10 Pires Neto C. Cineantropometría aplicada a la educación física. III Congreso latinoamericano de educación física, deportes y recreación. San Miguel de Tucumán, 1993.
- 11 Sloan A, Burt J, Blyth C. Estimation of body fat in young women. J. Applied Physiol. 1962;17(6):967-970.
- 12 Sloan A. Estimation of body fat in young men. J. Applied Physiol. 1967;23(3):311-315.
- 13 Pollock M, Laughridge E, Coleman B, y col. Prediction of body density in young and middle-aged women. J. Applied Physiol. 1975;38(4):745-749.
- 14 Pollock M, Hickman T, Kendrick Z, y col. Prediction of body density in young and middle-aged men. J. Applied Physiol. 1976;40(3):300-304.
- 15 Mc Ardle W, Katch F, Katch V. Fisiología del Ejercicio. Madrid: Alianza Deporte Editorial, 1990.
- 16 Dupertis C, Pitts G, Osserman E, y col. Relation of specific gravity build in a group of healthy men. J. Applied Physiol. 1951;3:676-680.
- 17 Carter J, Phillips W. Structural changes in exercising middle-aged males during a 2-years period. J. Applied Physiol. 1969;27(6):787-794.
- 18 Parízková J. Gordura corporal e aptidão física. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois S.A, 1982.
- 19 Ross W, Drinkwater D, Bailey D, y col. Kinanthropometry: Traditions and new perspectives. Kinanth. II 1980;28(2):221-222.
- 20 Jackson A. Practical assessment of body composition. The phys. sports med. 1985;13:5.