

# CRECIMIENTO Y FUNCIÓN PULMONAR. ESTUDIO EN ESCOLARES DE SAN NICOLÁS TOTOLAPAN, CONTRERAS, D.F., P RIMER ANÁLISIS

Bonfiglio R. Muñoz y Bojalil\*

## INTRODUCCIÓN

En la población actual de la República Mexicana, el crecimiento y desarrollo del ser humano después de nacer ha sido explorado por diversos autores, tanto en el Distrito Federal (Ramos y Luna 1964: 143, Faulhaber 1987, Ramos 1986), como en algunos otros lugares del país (D'Aloja 1987, Faulhaber y Sáenz 1994, Ramos y Serrano 1984, Villanueva *et al.* 1984).

De las diversas funciones del aparato respiratorio, la que más se ha explorado en los niños de México es la relacionada con la ventilación a través de los registros espirométricos, ya sea con fines predictivos (Siller y Pérez 1971, Muñoz *et al.* 1995) o para relacionarlos con las variaciones en los contaminantes atmosféricos (Castillejos *et al.* 1995, Muñoz y Sánchez 1999). Todos los estudios de este tipo se han realizado en niños del D.F., y en ellos se encontró que las variables espirométricas estudiadas se relacionaron principalmente con el género, la estatura y la edad.

Sin embargo, en México no se ha intentado relacionar las técnicas de la antropología física con los datos espirométricos que se obtienen con los procedimientos actuales.

\* Alumno del Doctorado en Antropología, ENAH-INAH  
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

El propósito de este trabajo es dar a conocer un primer análisis de los resultados obtenidos al estudiar a escolares con técnicas antropométricas y su relación con variables espirométricas.

## PROCEDIMIENTO

Durante los meses de marzo y abril de 1999, se estudió a 356 alumnos (173 mujeres y 183 varones) de la Escuela Primaria «Enrique Rodríguez Cano», ubicada en San Nicolás Totolapan, Contreras, D.F. Del total de alumnos estudiados se eligió a 53 (22 niñas, 41.5%, y a 31 niños, 58.5%, que correspondían a los grados 5° y 6°), para relacionar variables antropométricas con variables espirométricas.

Lo primero que se realizó fue una entrevista en la escuela para plantear la posibilidad de realizar el estudio en ese lugar; después se propuso a la SEP el estudio y se tuvo una reunión con el personal docente de la primaria, para información y solicitud de apoyo.

Las madres de los escolares propusieron que no se quitara la ropa a quienes se fuera a estudiar, por lo que se pidió que se presentaran en ropa deportiva. Nos comprometimos a entregar resultados individuales de peso corporal, estatura, peso para la edad, estatura para la edad, peso para la talla y armonía en el crecimiento. Los datos se darían a conocer de modo impersonal para guardar la identidad de las personas estudiadas.

Se envió una carta de consentimiento a cada uno de los responsables de los escolares. En cuanto se tuvo la respuesta de aceptación, se procedió a enviar a cada responsable de escolar un cuestionario de auto-contestación sobre aspectos sociodemográficos y otro sobre padecimientos respiratorios del escolar. Fue entonces cuando se inició la obtención de los datos antropométricos y de los espirométricos.

Las variables antropométricas directas que se obtuvieron en cada escolar fueron: estatura de pie (ESTT), estatura sentado (ESTS), peso corporal (PESO), pliegues cutáneos: (subescapular (SUBESCA), tricipital (TRICIPI), pectoral (PECTO), suprailíaco (SUPRAIL), del muslo (PLMUSLO), y de la pierna (PLPIER); así como diámetros: biestilión (MUNE), humeral (CODO) y femoral (RODI)), y perímetros del brazo (BRAZO), de la pierna (PIERNA) y del muslo (CMUSLO), de acuerdo con procedimientos ya probados y estandarizados (Marrodán, Montero y Prado 1984, Frisancho

1993). Se utilizó un estuche antropométrico (Ergonomía Aplicada, México), un plicómetro Holtain (Holtain Ltd., U.K.) y una báscula sin resortes (Torino, México). La edad se obtuvo del acta de nacimiento y se consignó en años y meses (EDAD). Las estaturas se obtuvieron en centímetros, el peso en kg, los pliegues, los diámetros y los perímetros en milímetros. Se obtuvieron medidas indirectas: suma de los seis pliegues cutáneos (SUMPL), áreas grasas y musculares (Faulhaber 1987) del brazo (AGB y AMB) y de la pierna (AGP y AMP); la ecuación para estimar las áreas grasas y musculares está propuesta para el brazo, pero se utilizó también para estimar las de la pierna, aceptando que tiene limitaciones. El peso, la estatura y el peso para la estatura se compararon con los propuestos por Ramos Galván (Ramos y Luna 1964) de acuerdo con el género y la edad, o la talla; se eligieron los datos de Ramos Galván por razones de usos y costumbres, más que por razones antropométricas, más aun que se contrajo el compromiso de entregar los resultados individuales. También se incluyeron a la diferencia de ESTT y ESTS (DIFE) para observar la longitud de las extremidades pélvicas o inferiores, la diferencia de estatura observada (ESTT) y la propuesta por Ramos Galván (ESTRG) como DIFEST, la diferencia entre el peso observado (PESO) y el propuesto por Ramos Galván (PESORG) como DIFPESO, la diferencia del peso para la talla (PETARG) y el peso obtenido (PESO) como DIFPETA. Se obtuvo la superficie corporal (SCDB) con la ecuación de DuBois y DuBois (Ganong 1998). La edad también se expresa en años y meses «ajustados», en donde un mes es 0.08333 para tener una variable continua (EDAD2). Resultaron un total de 30 variables antropométricas. Se esperaba la obtención de datos del vello sexual y de crecimiento de mamas o de testículos, pero la petición original fue la de que no se desvistiera a quienes se estudiaba, razón por la cual no se pudieron obtener esos datos. Sin embargo, en la población femenina logramos obtener la información sobre la menarquía, y sólo en una de ellas se había ya presentado tal evento; con esta información, podemos decir que eran mujeres pre-menárquicas en la casi totalidad de las que se estudiaron, etapa en la cual tienden a depositar más grasa.

Las variables espirométricas se obtuvieron con un sensor unido a una computadora (Spirometrics, Maryland, USA), y se analizaron un total de 13, que son: capacidad vital espiratoria forzada (CVF), volumen espiratorio forzado del primer segundo de la espiración (VEF1), volumen espiratorio forzado del tercer segundo de la espiración

(VEF3), flujo espiratorio forzado de los primeros 200 a los primeros 1 200 ml de la espiración (F200), flujo espiratorio forzado del 25 al 75% de la CVF (FEF25), flujo espiratorio forzado del 75 al 85% de la CVF (FEF75), flujo espiratorio pico (FEP), flujo espiratorio al 50% de la CVF (F50), capacidad vital inspiratoria forzada (CVI), flujo inspiratorio pico (FIP), flujo inspiratorio al 50% de la CVI (FI50), tiempo de tránsito espiratorio promedio (TTE), y tiempo de espiración (TE); la computadora tiene un programa que permite la calibración de volúmenes y flujos; las unidades de los volúmenes son litros, las de los flujos son litros/seg y las de los tiempos son segundos.

Por lo general se obtienen dos trazos espirométricos diferentes: uno que relaciona el volumen espirado en relación con el tiempo (curva de volumen-tiempo) y otro que relaciona la velocidad con que se espira o se inspira el aire (flujos) espirado o inspirado en relación con el volumen (curva de flujo-volumen). Los programas de la computadora (*software*) procesan la información y muestran un resumen de lo que se obtiene en cada esfuerzo, tanto de modo gráfico como numérico.

En la curva volumen-tiempo se miden: volúmenes espiratorios del primero y del tercer segundos de la espiración, volumen al final de la espiración máxima (capacidad vital espiratoria forzada) y promedios de los flujos: de los primeros 200 ml a los primeros 1200 ml de la espiración, flujo espiratorio forzado del 25% al 75% y del 75 al 85% de la capacidad vital espiratoria forzada. En la curva flujo-volumen se miden: velocidades máximas del aire (flujos pico espiratorio e inspiratorio), flujos espiratorios e inspiratorios al 50% de las capacidades vitales forzadas espiratoria e inspiratoria (flujo máximo al 50% de la CVF o de la CVI).

Para la obtención de las espirometrías se siguieron los lineamientos de la American Thoracic Society (1987), que en resumen implica la obtención de no menos de tres ni más de ocho trazos espirométricos en una misma persona en una misma sesión, quien de pie realiza una espiración máxima seguida de una inspiración máxima, por la boca. Se aceptan como valederas para análisis las espirometrías que no muestren una diferencia mayor del 10%, en particular en la capacidad vital espiratoria forzada.

Se generaron bases de datos de las variables antropométricas y de las espirométricas en una computadora personal, y se procesaron con ayuda de paquetes estadísticos. El análisis se realizó por separado, para cada género.

Después de obtener marginales estadísticos (medidas de tendencia central y de dispersión), se buscaron las relaciones entre las 30 variables antropométricas y las 13 variables espirométricas utilizando la matriz de correlaciones. Con esta técnica estadística se pretende observar la relación que tienen entre sí las variables antropométricas y las espirométricas por separado y luego entre unas y otras; es decir, buscando la relación de dependencia entre ellas.

A continuación se buscó la correlación canónica entre las variables (Johnson y Wichem 1992, Gnanadesikan 1997) y sólo se analizó lo que ocurrió con la primera función canónica, pues escapa a las pretensiones del trabajo un análisis más a fondo. La correlación canónica es una herramienta estadística que permite correlacionar, de modo simultáneo, no sólo un par de variables sino un conjunto de variables (juego de variables) con otro juego de variables. A uno de los juegos de variables se le «reconoce» ser el de las «independientes» y al otro el de las «dependientes»; en la correlación canónica se obtienen las llamadas funciones canónicas, las cuales contienen las «cargas canónicas» que indican la correlación o la participación de cada una de las variables de uno de los conjuntos en la correlación (global) con el otro conjunto de variables en cada una de las funciones canónicas. Dependiendo del grado de correlación y de las interacciones de las variables de cada conjunto, las cargas canónicas pueden ser muy «altas» (1 o cerca de él), o bien ser muy bajas (cercanas a 0). Se considera que las variables que presentan cargas canónicas altas en cada función canónica, caracterizan dicha función. Para este trabajo se aceptó de modo arbitrario que la carga canónica más baja con significado estadístico sería aquella con valor absoluto de 0.033. En la correlación canónica también se respeta el signo (+, positiva, o -, negativa). Para fines de interpretación de las funciones canónicas éstas se representan en un eje de coordenadas con cuatro cuadrantes simultáneos; en el eje de las X de la gráfica se representa la función canónica del conjunto de variables independientes y en el otro el de las dependientes. La expresión general de la correlación canónica es:

$$b_1Y_1 + b_2Y_2 + \dots + b_qY_q = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_pX_p$$

Donde las  $b_i$  y las  $a_j$  representan las cargas canónicas y las Y y las X a cada una de las variables de cada conjunto.

## RESULTADOS Y COMENTARIOS

En primer lugar se describirá el análisis de los datos de las niñas y a continuación el análisis de los datos de los niños.

### Niñas

En las niñas, los promedios, la desviación estándar, el mínimo y el máximo de las variables estudiadas se muestran en el cuadro 1.

Se exploró la correlación y la regresión entre las variables antropométricas y las espirométricas, valorando en primer lugar la relación entre la estatura de pie (ESTT) y la capacidad vital forzada (CVF), encontrándose que tanto la correlación como la regresión no eran significativas estadísticamente, por lo cual no se continuó este tipo de análisis. Los hallazgos se muestran en la figura 1. Suponíamos que esta relación sería la más importante, ya que lo aceptado es que la capacidad vital forzada aumente con la edad, lo cual se aprecia en la figura 1, pero la correlación no tuvo significancia estadística (es decir, estadísticamente no fue diferente de cero); para que una correlación sea significativa, se espera que la probabilidad sea igual o menor a 0.05, lo cual no ocurrió.

Al no encontrar significancia estadística en la correlación y en la regresión lineales, como se aprecia en la figura 1 (quizás debido a que el número de casos es reducido), se obtuvieron las matrices de correlación de las variables antropométricas entre sí, de las variables espirométricas entre sí, y de las variables antropométricas con las espirométricas.

Al correlacionar las variables antropométricas entre sí se observó que el peso corporal tuvo relación con casi todas las otras variables. La estatura de pie y la estatura sentada tuvieron una correlación de 0.87. La diferencia entre la estatura de pie y sentada se correlacionó con el peso para la talla según Ramos Galván (0.85), con la diferencia en las estaturas encontrada y la propuesta por Ramos Galván (0.85), y con la diferencia entre el peso corporal encontrado y el también propuesto por Ramos Galván. Estos resultados no se muestran en forma de cuadro, aunque si muestran las interrelaciones o dependencia de las variables entre sí, lo cual podría ser redundante ya que,

## Cuadro 1

Niñas. Promedios, desviación estándar, mínimo y máximo de las variables antropométricas y espirométricas

	Medidas antropométricas directas									
	Edad	ESTT	ESTS	PESO	SUBESCA	TRICIPI	PECTO	SUPRAIL	PLMUSLO	PLPIER
P	11.38	145.37	77.06	43.20	15.05	16.20	18.62	14.10	21.22	19.88
DE	0.92	6.49	3.97	9.27	6.59	5.64	11.36	6.10	6.31	7.19
MN	10.07	133.20	70.30	27.10	5.60	8.30	6.80	5.80	12.00	9.00
MX	14.00	155.00	83.50	59.10	28.00	29.40	61.00	26.00	35.00	33.20
	Diámetros			Circunferencias						
	CODO	MUNE	RODI	BRAZO	PIERNA	CMUSLO				
P	5.56	4.56	8.49	21.55	28.93	40.81				
DE	0.38	0.27	0.50	2.55	2.81	4.83				
MN	4.80	4.10	7.40	16.50	23.20	30.10				
MX	6.30	5.00	9.20	25.20	33.80	48.50				
	Medidas Antropométricas Indirectas									
	Edad2	DIFE	SCDB	ESTRG	DIFEST	PESORG	DIFPESO	PETARG	DIFPETA	SUPL
P	11.80	68.43	1.31	148.07	-2.70	38.98	4.22	36.87	6.32	105.07
DE	0.79	3.48	0.15	5.87	8.49	4.65	9.19	4.32	7.52	33.27
MN	10.07	63.20	1.05	138.20	-18.60	32.53	-12.60	29.65	-7.49	52.20
MX	14.00	77.30	1.56	162.00	12.60	51.50	20.39	44.50	19.76	167.60
	AMB	AGB	AMP	AGP						
	P	21.72	15.75	41.17	26.04					
DE	3.51	6.50	6.10	10.46						
MN	13.54	7.46	29.08	10.75						
MX	27.80	30.26	51.14	44.46						
	Mediciones Espirométricas (Directas)									
	CVF	VEF1	VEF3	F200	F25	F75	FEP	F50	TTE	TE
P	3.10	2.52	3.02	3.83	2.74	1.01	4.45	3.20	0.72	4.05
DE	0.70	0.57	0.70	1.32	1.05	0.68	1.43	1.22	0.24	0.70
MN	2.10	1.76	1.87	2.10	1.40	0.30	2.40	1.60	0.42	2.93
MX	4.46	3.67	4.40	6.80	5.70	3.50	7.40	5.90	1.23	5.77
	CVI	FIP	FI50							
	P	2.87	3.15	2.63						
DE	0.66	1.07	1.23							
MN	1.80	0.90	0.10							
MX	4.40	5.30	4.90							

P: promedio; DE: desviación estándar; MN: mínimo; MX: máximo.  
Para explicación de las abreviaturas de las variables véase el texto.

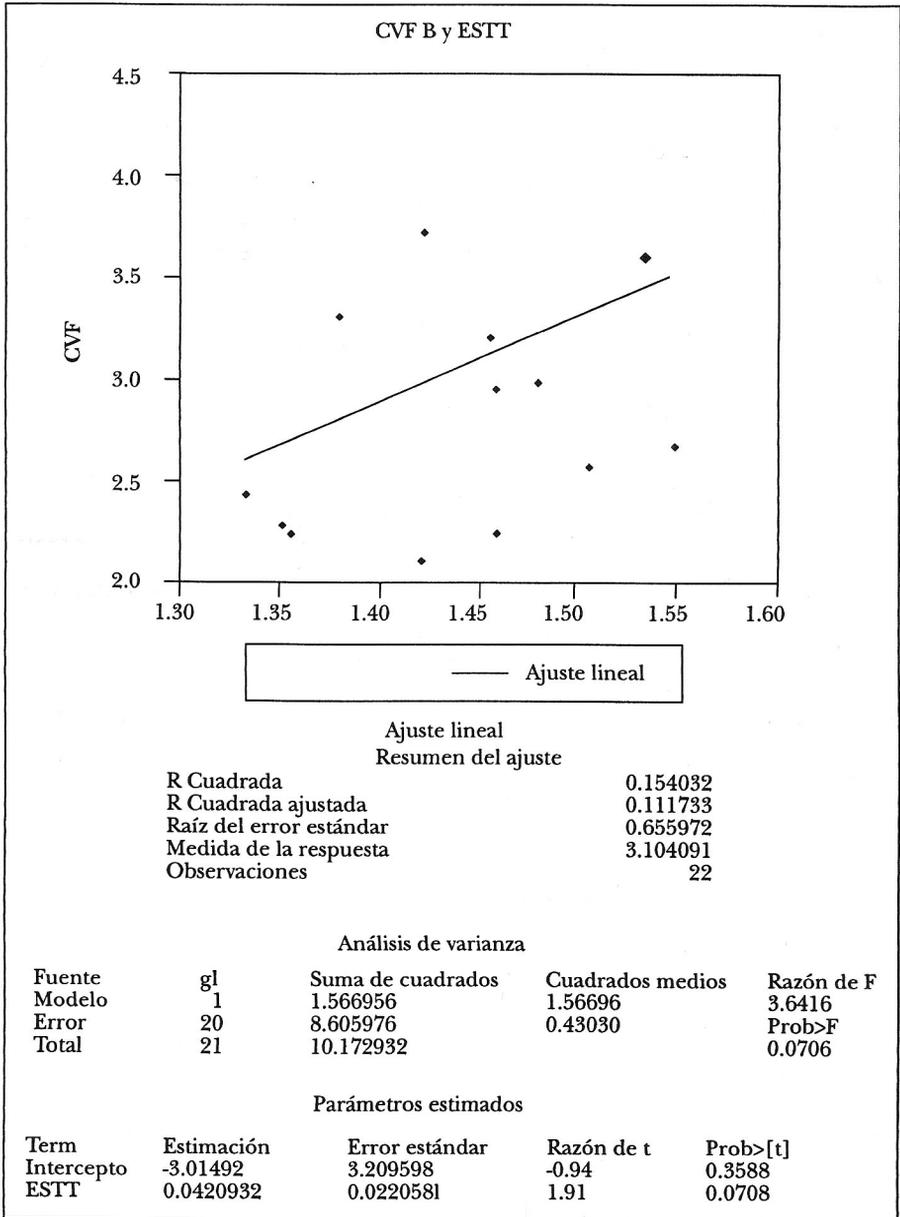


Figura 1. Regresión lineal capacidad vital forzada con estatura de pie. Nótese que la R cuadrada o ajustada es de sólo 0.15 y que en la estimación de los parámetros la probabilidad es mayor al 0.05.

por ejemplo, se espera que la estatura de pie y la estatura sentada estén relacionadas entre sí.

A excepción del pliegue pectoral (PECTO), los otros pliegues se relacionaron entre sí, así como con las anchuras, los perímetros y las áreas grasas del brazo (AGB) y de la pierna (AGP), como se muestra en el cuadro 2 y en el que se ve, una vez más, que sí están interrelacionadas. Las líneas punteadas indican que no hay significancia.

Al correlacionar entre sí las variables espirométricas se encontró que están muy relacionadas (cuadro 3), lo que era de esperarse, pues dependen tanto de la espiración como de la inspiración.

Al correlacionar las variables antropométricas con las espirométricas (cuadro 4), se encontró que el ancho de la muñeca (MUNE) está relacionado con el flujo espiratorio forzado del 75% al 85% de la capacidad vital espiratoria forzada (0.61), así como con el tiempo de espiración (TE) en  $-0.57$ ; la estatura sentada se correlacionó con la capacidad vital inspiratoria (0.59), con el volumen espiratorio forzado del primer segundo o VEF1 (0.56) y con el volumen espiratorio forzado del tercer segundo o VEF3 (0.55). O sea que entre las varia-

*Cuadro 2*  
Niñas. Correlaciones entre pliegues cutáneos, anchuras, circunferencias y áreas

	SUBESCA	TRICIPI	SUPRAIL	PLMUSLO	PLPIERN	SUMPL
SUBESCA	1					
TRICIPI	0.32	1				
SUPRAIL	0.87	0.88	1			
PLMUSLO	0.63	0.78	0.79	1		
PLPIERN	0.71	0.83	0.83	0.85	1	
SUMPL	0.83	0.88	0.91	0.84	0.87	1
CODO	0.73	0.61	0.73	0.62	0.69	0.74
MUNE	-	-	0.59	-	0.61	-
RODI	-	0.63	0.64	-	0.68	0.66
BRAZO	0.81	0.85	0.88	0.71	0.83	0.89
PIERNA	0.65	0.71	0.74	0.62	0.81	0.75
MUSLO	0.67	0.74	0.76	0.64	0.81	0.81
AGB	0.83	0.99	0.91	0.8	0.85	0.91
AGP	0.72	0.83	0.83	0.82	0.99	0.87

Para la explicación de las abreviaturas véase el texto.

*Cuadro 3*  
Niñas. Correlaciones entre las variables espirométricas

	CVF	VEF1	VEF3	F200	F25	F75	FEP	F50	CVI	FIP	FI50	TTE
CVF	1											
VEF1	0.89	1										
VEF3	0.99	0.91	1									
F200	0.61	0.81	0.63	1								
F25	-	0.85	0.61	0.76	1							
F75	-	-	-	-	0.75	1						
FEP	0.61	0.81	0.62	0.98	0.78	-	1					
F50	0.61	0.87	0.64	0.83	0.96	0.57	0.85	1				
CVI	0.81	0.73	0.81	-	-	-	-	-	1			
FIP	-	0.61	-	0.72	-	-	0.71	0.65	0.61	1		
FI50	0.58	0.58	0.57	0.67	-	-	0.62	-	0.59	0.81	1	
TTE	-	-	-	0.57	0.68	-	-0.61	-0.67	-	-	-	1

Para explicación de las abreviaturas véase el texto.

*Cuadro 4*  
Niñas. Correlación entre las variables antropométricas  
y las espirométricas

	ESTS	MUNE
VEF1	0.56	-
VEF3	0.55	-
F75	-	0.61
CVI	0.59	-
TE	-	-0.57

Para explicación de variables véase texto.

bles antropométricas obtenidas y las espirométricas existen algunas relaciones que no son del todo claras, pero que empiezan a definir como se pueden relacionar entre ellas.

En la correlación canónica entre las variables antropométricas y espirométricas (cuadro 5) se encontró una correlación canónica de 0.99 (quiere decir que ambos conjuntos están muy relacionados) y que las variables antropométricas más importantes en esta función fueron la diferencia de estatura de pie y sentada (DIFE), la estatura de pie (ESTT) y las áreas grasas del brazo (AGB) y de la pierna (AGP), mientras que las variables espirométricas fueron el flujo espiratorio pico

*Cuadro 5*  
Niñas. Correlación canónica

Antropométricas espirométricas			
AGP	-0.185	FEP	0.048
AGB	-0.157	F200	0.034
ESTT	0.044	CVI	0.038
DIFE	0.037	F75	-0.039
		TE	-0.033

Para explicación de variables véase texto.

(FEP), el flujo espiratorio forzado de los primeros 200 a los primeros 1 200 ml de la espiración (F200), la capacidad vital inspiratoria (CVI), el flujo espiratorio del 75 al 85% de la capacidad vital espiratoria forzada (F75) y el tiempo de espiración (TE). O sea que 4 variables antropométricas fueron más importantes en la correlación con las variables espirométricas, de las cuales cinco fueron a su vez las más importantes. Las otras variables antropométricas y espirométricas tuvieron cargas canónicas muy bajas, por lo que no se muestran, pues el límite inferior elegido fue de 0.033 y, por ejemplo, el área muscular del brazo tuvo una carga canónica de  $-0.10$  y el área muscular de la pierna de sólo  $-0.018$ .

En el cuadro 5 se puede apreciar que algunas de las variables correlacionadas tienen signo positivo (que no se muestra) y otras tienen signo negativo. La interpretación de estos resultados puede ilustrarse con ayuda de las figuras 2 y 3.

En la figura 2 se muestran los ejes del juego de las variables somatométricas (variable independiente) con el de las variables espirométricas (variable dependiente). Se parte de que las variables antropométricas pueden influir en las variables espirométricas y no viceversa. El resultado parecería una correlación lineal simple que se observa en la figura 2, sin embargo, con ayuda de la colocación de cuadrantes la interpretación es diferente.

Con ayuda de la figura 3 se observa que una línea perpendicular al eje de las variables antropométricas lo divide en dos partes iguales, una hacia la izquierda y otra hacia la derecha; otra línea perpendicular al eje de las variables espirométricas lo divide también en dos partes iguales, una hacia arriba y otra hacia abajo. Lo que ocurra en el lado izquierdo del eje de las variables antropométricas es opuesto a

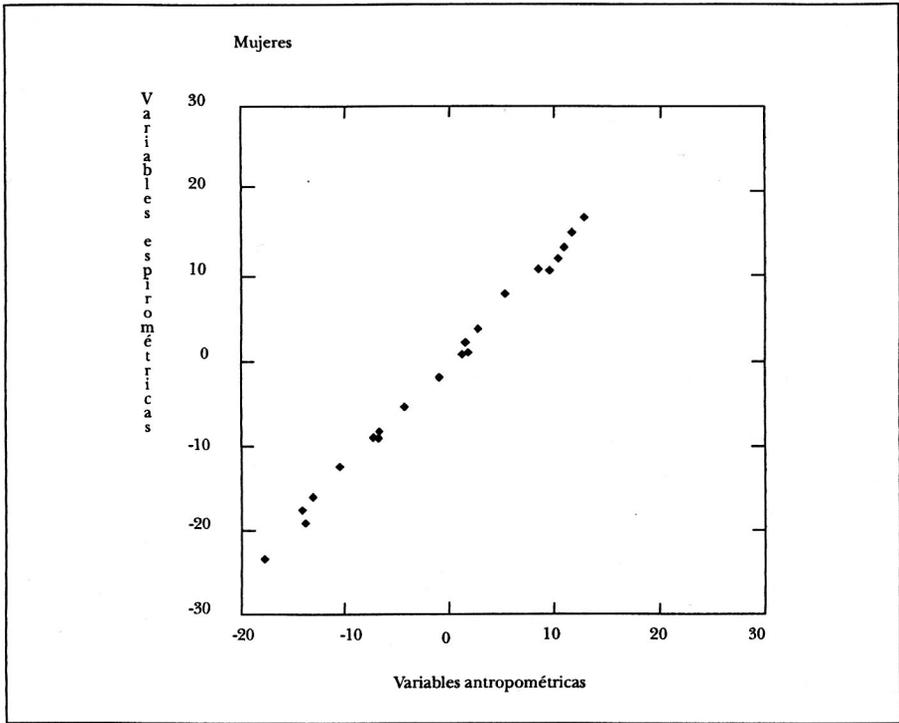


Figura 2. Mujeres. Correlación canónica. En el eje de las «x» está el juego de variables somatométricas y en el eje de las «y» el de las espirométricas.

lo que ocurra en el lado derecho de ese eje, mientras que lo que ocurra en la parte inferior del eje de las variables espirométricas es lo contrario a lo que ocurra en la parte superior. Ante esta situación adquieren valor los signos de cada una de las variables que se correlacionan.

En el cuadro 5 se aprecia que el área grasa del brazo (AGB) y el área grasa de la pierna (AGP) tienen signo negativo, pero que la estatura de pie (ESTT) y la diferencia de estaturas de pie y sentada (DIFE) tienen signo positivo, mientras que en las variables espirométricas se aprecia que el flujo espiratorio pico (FEP), el flujo espiratorio forzado de los 200 a los 1 200 primeros ml de la espiración (F200) y la capacidad vital inspiratoria (CVI) tienen signo positivo, el flujo espiratorio forzado del 75% al 85% de la capacidad vital espiratoria forzada (F75) y el tiempo de espiración (TE) tienen signo negativo.

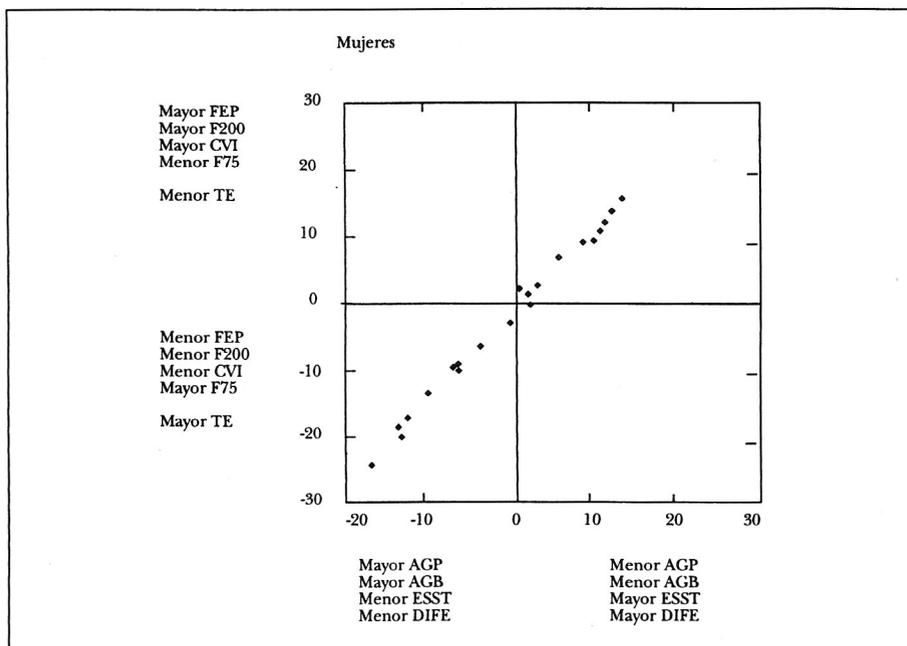


Figura 3. Mujeres. Correlación canónica. Las líneas dividen a los ejes en cuatro cuadrantes; lo que se presenta en el lado izquierdo del eje de las variables antropométricas es lo opuesto a lo que ocurre en el lado derecho; en el eje de las variables espirométricas, lo que ocurre en la parte inferior es opuesto a lo que se presenta en la parte superior.

La interpretación de estos resultados se efectúa de acuerdo con el cuadrante que se observe, ya que los cuatro cuadrantes dan la posibilidad de colocar las variables y sus signos en los lugares adecuados, o sea que si algunas variables pueden aumentar y sus efectos serán de aumento en las correlacionadas, otras disminuirán y podrán disminuir a las correlacionadas, o bien ocurrir lo inverso, el aumento de unas indicará disminución en las correlacionadas.

Es posible que al hacer referencia a uno de los cuadrantes la situación se defina aun más (figura 3). En referencia al cuadrante inferior izquierdo (el que queda abajo del 0 horizontal y a la izquierda del 0 vertical), se nota en el eje de las variables antropométricas que: entre mayores sean las áreas grasas del brazo (AGB) y de la pierna (AGP), menor la estatura de pie (ESST) y menor la longitud de las extremidades pélvicas (DIFE); en las variables espiratorias se nota que

menores serán el flujo espiratorio pico (FEP), el flujo del 200 al 1200 (F200) y la capacidad vital inspiratoria (CVI), pero serán mayores el flujo del 75 al 85% de la CVF (F75) y el tiempo de espiración (TE). Mientras que en el cuadrante superior derecho (el que queda por arriba del 0 horizontal y a la derecha del 0 vertical), la situación es la inversa, pues se nota en las variables antropométricas que: entre menores sean las áreas grasas del brazo (AGB) y de la pierna (AGP) y mayores la estatura de pie (ESTT) y la longitud de las extremidades pélvicas (DIFE), en las variables espiratorias se nota que el flujo espiratorio (FEP), el flujo del 200 al 1 200 (F200) y la capacidad vital inspiratoria (CVI) son mayores pero el flujo del 75 al 85% de la CVF (F75) y el tiempo de espiración (TE) son menores. Esta última parte es con la que se procede a la interpretación de la correlación entre esas variables pues tiene sentido biológico, ya que entre mayor sea la estatura de pie y la longitud de las extremidades pélvicas y menor sea la cantidad de grasa, mayores serán FEP, F200 y CVI y menor es el tiempo que se tarda en expulsar el aire.

## Niños

En el cuadro 6 se presentan los promedios, la desviación estándar, el mínimo y el máximo de cada variable estudiada en los niños.

En la matriz de correlaciones se encontró que el peso se relacionó con varias variables, destacando que lo hizo con el perímetro de la pierna o PIERNA (0.93) y con el perímetro del brazo o BRAZO (0.87); la superficie corporal (SCDB) también se relacionó con varias variables y destaca la que tuvo con el área muscular de la pierna o AMP (0.81). Lo mencionado se puede observar en el cuadro 7.

Los pliegues se relacionaron entre sí y con el área grasa del brazo (AGB) y de la pierna (AGP), sin relacionarse con las anchuras medidas; el pániculo subescapular (SUBESCA) se relacionó con los perímetros del brazo (BRAZO), de la pierna (PIERNA) y del muslo (CMUSLO); las anchuras estuvieron poco relacionadas entre ellas y sólo lo estuvo la anchura bicondiliar del húmero (CODO) con la anchura biestilion (MUNE) y con la anchura bicondiliar del fémur (RODI); los perímetros también se relacionaron entre sí; además, BRAZO se relacionó con AGB, AMB, AGP y AMP, así como con PIERNA. Lo mencionado se puede observar en el cuadro 8.

*Cuadro 6.*

Niños. Promedios, desviación estándar, mínimo y máximo de las variables antropométricas y espirométrica

Medidas antropométricas directas										
Pliegues cutáneos (mm)										
EDAD	ESTT	ESTS	PESO	SUBESCA	TRICIPI	PECTO	SUPRAIL	PLMUSLO	PLPIER	
P	11.57	148.70	77.75	44.05	10.64	12.42	11.89	11.15	15.97	14.02
DE	1.27	9.48	4.92	9.10	5.48	4.57	6.46	6.07	4.96	5.96
MN	9.06	133.70	69.70	29.00	4.80	5.30	4.60	4.00	8.60	6.40
MX	14.02	170.50	89.40	65.00	25.00	22.60	24.60	23.00	26.00	26.00
Diámetros			Circunferencias							
CODO	MUNE	RODI	BRAZO	PIERNA	CMUSLO					
P	5.97	4.74	9.03	22.10	29.56	42.17				
DE	0.58	0.40	0.58	2.45	2.84	3.75				
MN	5.00	4.10	8.10	17.70	24.30	36.40				
MX	7.40	5.70	10.40	28.30	37.80	50.50				
Medidas Antropométricas Indirectas										
EDAD2	DIFE	SCDB	ESTRG	DIFEST	PESORG	DIFPESO	PETARG	DIFPETA	SUMPL	
P	11.96	69.01	1.34	146.12	2.58	37.09	6.96	38.85	5.23	76.08
DE	1.14	8.69	0.16	6.98	5.94	5.46	8.66	8.78	7.72	30.93
MN	9.50	39.80	1.08	133.00	-7.90	27.48	-7.25	19.60	-9.00	37.40
MX	14.17	82.90	1.68	160.50	14.40	48.93	28.43	60.00	22.55	137.40
AMB	ACB	AMP	AGP							
P	26.80	9.60	50.92	15.34						
DE	7.35	3.01	11.18	5.59						
MN	16.22	5.72	35.62	8.91						
MX	50.62	16.57	76.54	29.31						
Mediciones Espirométricas (Directas)										
CVF	VEF1	VEF3	F200	F25	F75	FEP	F50	TTE	TE	
P	3.54	2.83	3.36	4.62	2.94	1.04	5.36	3.46	0.73	4.13
DE	0.83	0.70	0.98	1.48	0.96	0.50	1.49	1.11	0.40	0.84
MN	2.32	1.58	0.00	1.50	0.90	0.30	1.80	1.30	0.42	1.99
MX	5.08	4.46	4.93	7.50	5.00	2.30	8.00	6.10	2.28	5.75
CVI	FIP	FI50								
P	3.41	3.85	3.24							
DE	0.76	1.17	1.27							
MN	1.69	1.90	0.10							
MX	4.79	7.50	6.80							

P: Promedio; DE: Desviación estándar; MN: Mínimo; MX: Máximo.  
 Para las abreviaturas de las variables véase el texto.

*Cuadro 7*  
Niños. Correlaciones entre las variables antropométricas

	Peso	SCDB
SC	0.95	1
ESTRG	-	0.57
DIFEST	0.55	0.65
PESORG	-	0.58
DIFPESO	0.81	0.63
PETARG	0.63	0.82
CODO	0.88	0.76
MUNE	0.63	0.75
RODI	0.76	0.76
BRAZO	0.87	0.75
PIERNA	0.93	0.85
CMUSLO	0.84	0.72
AMB	0.67	0.68
AGB	0.65	-
AMP	0.73	0.81
AGP	0.58	-

Para explicación de variables véase el texto.

La relación de las variables espirométricas fue más abundante que lo observado en las niñas, pues la capacidad vital espiratoria forzada (CVF) se correlacionó con varias variables espirométricas que de mayor a menor fuerza fueron: la capacidad vital inspiratoria forzada (CVI) de 0.93, el volumen espiratorio forzado del tercer segundo (VEF3) de 0.89, el volumen espiratorio forzado del primer segundo de la espiración (VEF1) de 0.81, el flujo espiratorio pico (FEP) de 0.62 y el flujo inspiratorio pico (FIP) de 0.61. El volumen espiratorio forzado del primer segundo de la espiración (VEF1) se correlacionó con el flujo espiratorio forzado del 25% al 75% de la capacidad vital espiratoria forzada (F25) en 0.83, con el flujo espiratorio al 50% de la capacidad vital espiratoria forzada (F50) en 0.81, con el VEF3 en 0.79, con el FEP en 0.78, con la capacidad vital inspiratoria forzada (CVI) en 0.73, con el flujo espiratorio del 200 al 1200 (F200) en 0.69 y con el flujo espiratorio forzado del 75 al 85% de la capacidad vital espiratoria forzada (F75) en 0.61. El volumen espiratorio forzado del tercer segundo de la espiración (VEF3) se correlacionó con la capacidad vital inspiratoria forzada (CVI) en 0.91 y con el flujo espiratorio pico

*Cuadro 8*  
Niños. Correlaciones entre pliegues, anchuras, circunferencias y áreas

	SUBESCA	TRICIFI	PECTO	SUPRAIL	PLMUSLO	PLPIER	SUMPL	CODO	MUNE	RODI	BRAZO	PIERNA	CMUSLO	AMB	AGB
SUBESCA	1														
TRICIFI	0.78	1													
PESO	0.79	0.79	1												
SUPRAIL	0.87	0.82	0.93	1											
PLMUSLO	0.72	0.88	0.79	0.82	1										
PLPIER	0.77	0.89	0.81	0.81	0.85	1									
SUMPL	0.89	0.92	0.93	0.95	0.91	0.92	1								
CODO	-	-	-	-	-	-	-	1							
MUNE	-	-	-	-	-	-	-	0.61	1						
RODI	-	-	-	-	-	-	-	0.58	-	1					
BRAZO	0.62	-	0.56	-	-	-	-	0.73	-	0.6	1				
PIERNA	0.58	-	-	0.61	-	-	-	0.72	-	0.7	0.86	1			
CMUSLO	0.58	-	0.58	0.61	-	-	0.59	0.69	-	0.7	0.84	0.84	1		
AMB	-	-	-	-	-	-	-	0.58	-	-	0.82	0.63	-	1	
AGB	0.88	0.88	0.81	0.87	0.82	0.78	0.91	-	-	-	0.71	0.68	0.71	-	1
AMP	-	-	-	-	-	-	-	0.61	0.77	0.6	0.66	0.77	-	0.8	-
AGP	0.85	0.84	0.84	0.89	0.84	0.94	0.94	-	-	-	0.56	0.65	0.66	-	0.9

Para explicación de las abreviaturas véase el texto.

(FEP) en 0.62. Además el F200 se correlacionó con el FEP (0.95), con el F25 (0.66), y con el F50 (0.64); el F25 con el F50 (0.98), con el F75 (0.84), con el FEP (0.66) y con TE (-0.68); el F75 con F50 (0.81); el FEP con F50 (0.67), y con CVI (0.56); el F50 con TTE (-0.68); la CVI con FIP (0.66); así como el FIP con FI50 (0.83). Lo mencionado se puede observar en el cuadro 9.

En la correlación de las variables antropométricas con las espirométricas se encontró que la edad en años y meses (EDAD) se correlacionó con tres variables espiratorias –capacidad vital espiratoria forzada (CVF), volumen espiratorio forzado del primer segundo de la espiración (VEF1) y volumen espiratorio forzado del tercer segundo de la espiración (VEF3)–, así como con tres variables inspiratorias –capacidad vital inspiratoria forzada (CVI), flujo inspiratorio pico (FIP) y flujo inspiratorio al 50% de la capacidad vital inspiratoria forzada (FI50)–; la edad ajustada (EDAD2) mejora sólo la relación con la capacidad vital espiratoria forzada (CVF), pero no con con la CVI y con el FIP. La estatura de pie (ESTT), la estatura sentado (ESTS) y la superficie corporal (SCDB) se correlacionaron también con las tres variables espiratorias y las tres inspiratorias con las que se relacionó la edad en años y meses; el peso corporal (PESO) se correlacionó con tres variables espiratorias –capacidad vital espiratoria forzada o CVF, volumen espiratorio forzado del primer segundo de la espiración o

*Cuadro 9*

Niños. Correlaciones entre las variables espirométricas

	CVF	VEF1	VEF3	F200	F25	F75	FEP	F50	CVI	FIP	FI50	TTE
CVF	1											
VEF1	0.81	1										
VEF3	0.91	0.79	1									
F200	-	0.69	-	1								
F25	-	0.83	-	0.66	1							
F75	-	0.61	-	-	0.84	1						
FEP	0.62	0.78	0.62	0.95	0.66	-	1					
F50	-	0.81	-	0.64	0.98	0.81	0.67	1				
CVI	0.93	0.73	0.91	-	-	-	0.56	-	1			
FIP	0.61	-	-	-	-	-	-	-	0.66	1		
FI50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.84	1	
TTE	-	-	-	-	-0.68	-	-	-0.68	-	-	-	1

Para explicación de las variables véase el texto.

VEF1 y volumen espiratorio forzado del tercer segundo de la espiración o VEF3- y con la capacidad vital inspiratoria forzada (CVI). La estatura según Ramos Galván (ESTRG), la diferencia de estaturas de pie y sentado (DIFEST), el peso según Ramos Galván (PESORG), y el peso para la talla según también Ramos Galván (PETARG) se correlacionaron con varias variables tanto espiratorias como inspiratorias. el diámetro femoral (RODI) se correlacionó con cuatro variables espiratorias y con CVI. El perímetro de la pierna (PIERNA) se correlacionó con la capacidad vital inspiratoria forzada (CVI). El área muscular de la pierna (AMP) se correlacionó con dos variables espiratorias –capacidad vital espiratoria forzada (CVF) y volumen espiratorio forzado del tercer segundo de la espiración o VEF3- así como con tres variables inspiratorias –capacidad vital inspiratoria forzada (CVI), flujo inspiratorio pico (FIP) y flujo inspiratorio al 50% de la capacidad vital inspiratoria forzada (FI50)-. Lo mencionado se puede observar en el cuadro 10. Estas correlaciones son lineales y para que tuvieran mayor sentido, tendría que utilizarse la regresión y la correlación lineales, que explicarían sólo una de las variables y las influencias de otras, mas no de varias variables influyendo con otras variables, que sí se hace con la correlación canónica.

La exploración de la correlación canónica dio como resultado que 7 variables antropométricas se relacionaran con 8 variables espirométricas (cuadro 11).

En este caso se observa que todas las variables espirométricas tienen signo positivo (que no se muestra), mientras que la mayoría de las variables antropométricas tienen signo negativo y sólo dos tienen signo positivo. En la figura 4, se puede observar que la correlación entre los juegos de variables es muy diferente a la que se observó en la correlación del juego de variables antropométricas y espirométricas de las niñas. Por lo tanto, la interpretación de los resultados es un tanto diferente, para lo cual se hará referencia a lo que se muestra en la figura 5.

Nótese que en el cuadrante que se sitúa por arriba del 0 horizontal (eje de las variables espirométricas o dependientes) y a la izquierda del 0 vertical (eje de las variables antropométricas o independientes), se localizan los juegos de variables que más sentido (biológico) tienen, pues los niños que quedan ubicados en este cuadrante tienen valores relativamente altos de las áreas musculares de

*Cuadro 10*  
Niños. Correlaciones entre variables antropométricas y espirométricas

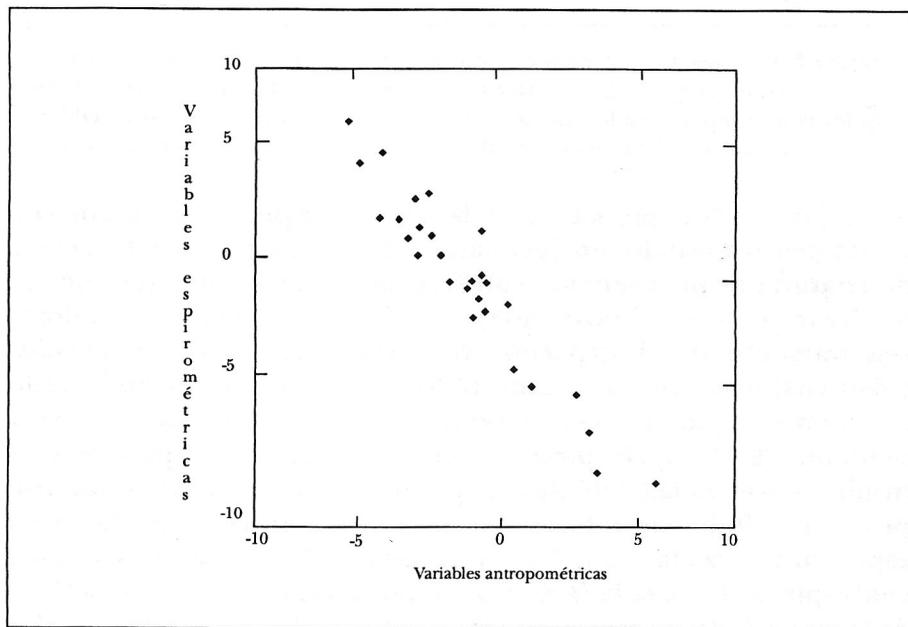
	EDAD	EDAD <sup>2</sup>	ESTT	ESTS	PESO	SC	ESTRG	DIFEST	PESORG	PETARG	MUNE	RODI	PIERNA	AAAMP
CVF	0.74	0.88	0.88	0.85	0.58	0.76	0.73	0.55	0.73	0.83	0.78	0.62	-	0.67
VEF1	0.55	-	0.73	0.68	0.58	0.71	-	-	-	0.71	-	0.68	-	-
VEF3	0.58	-	0.76	0.76	0.61	0.74	0.55	0.56	-	0.71	0.68	0.66	-	0.61
F25	-	-	-	-	-	-	-	-	0.69	-	-	0.56	-	-
CVI	0.71	0.68	0.84	0.81	0.65	0.81	0.71	-	0.69	0.81	0.77	0.58	0.58	0.71
FIP	0.71	0.65	0.65	0.61	-	0.58	0.69	-	0.58	0.61	0.71	-	-	0.58
FI50	0.59	-	0.68	0.61	-	0.61	0.57	-	-	0.63	0.61	-	-	0.61

Para explicación de variables véase el texto.

*Cuadro 11.*  
Niños. Correlaciones canónicas

Antropométricas		Espirométricas	
estt	-0.857	CVF	0.549
AMP	-0.502	CVI	0.503
EDAD2	-0.371	VEF1	0.381
AMB	-0.284	VEF3	0.354
DIFE	-0.181	FI50	0.309
AGB	0.054	FIP	0.283
AGP	0.042	FEP	0.184
		F25	0.175
		F50	0.166
		F200	0.111
		TE	0.098

Para explicación de variables veáse texto.



*Figura 4.* Varones. Correlación canónica. En el eje de las "x" está el juego de variables somatomeetricas y en el eje "y" a las espirométricas.

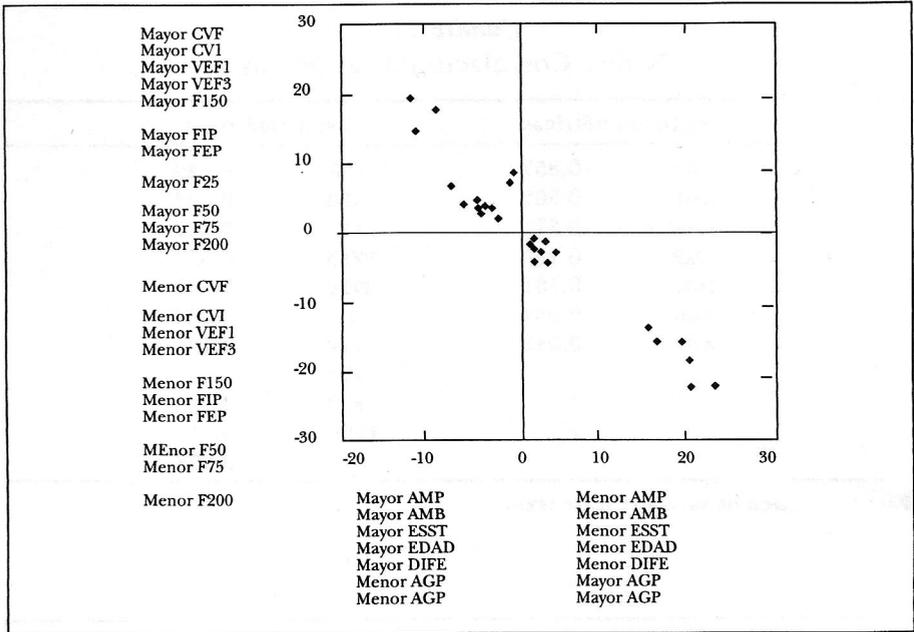


Figura 5. Varones. Correlación canónica. Con las líneas dse obtienen cuatro cuadrantes; en el eje de las variables antropométricas, lo que sucede en la izquierda es lo opuesto a lo que ocurre a la derecha; en el eje de las variables espirométricas, lo que ocurre arriba es lo opuesto a lo que sucede abajo.

brazo (AMB) y de la pierna (AMP), la estatura de pie (ESTT), la edad en años y meses ajustados en decimales (EDAD2), así como la diferencia de estaturas de pie y sentado (DIFE), y valores relativamente bajos de las áreas grasas del brazo (AGB) y de la pierna (AGP), con valores relativamente altos de capacidad vital espiratoria forzada (CVF) capacidad vital inspiratoria forzada (CVI), volumen espiratorio forzado del primer segundo (VEF1) volumen espiratorio forzado del tercer segundo (VEF3) flujo inspiratorio forzado al 50% de la capacidad vital inspiratoria forzada (F150) flujo inspiratorio pico (FIP) flujo espiratorio pico (FEP) flujo espiratorio del 25 al 75% de la capacidad vital espiratoria forzada (F25) flujo espiratorio al 50% de la capacidad vital espiratoria forzada (F50) flujo espiratorio forzado del 75 al 85% de la capacidad vital espiratoria forzada (F75), flujo espiratorio de los primeros 200 a los primeros 1 200 ml de la capacidad vital es-piratoria forzada (F200) y el tiempo de espiración.

## CONCLUSIONES

La comparación visual de los promedios mostró que los niños son más altos y que las niñas son menos altas que lo propuesto por Ramos; que los niños tienen más peso que lo propuesto por ese autor y menor grosor de pliegues cutáneos que las niñas; y que tanto los niños como las niñas tienen exceso de peso, pero éste es mayor en los niños. Al considerar el peso para la talla, las mujeres tienen mayor sobrepeso. Los diámetros y las circunferencias son muy semejantes en uno y en otro género. Las áreas grasas del brazo y de la pierna fueron mayores en las niñas que en los niños, mientras que las áreas musculares del brazo y de la pierna fueron mayores en los niños que en las niñas. Esta situación se reflejó de un modo peculiar en las correlaciones canónicas, pues a pesar de que los niños tuvieron exceso de peso no tuvieron más áreas grasas, sino que se encontró que las niñas tienen mayores áreas grasas, quizá debido a la etapa premenárquica en la que se encuentran. Los niños manifiestan con claridad la tendencia a tener mayores áreas musculares que las niñas. Es pertinente recordar que la ecuación para la predicción de las áreas grasa y muscular se desarrolló para el brazo, pues tiene un sólo hueso; sin embargo, y en vista de los resultados obtenidos, tal parece que también puede aplicarse para el caso de la pierna, aunque es necesario desarrollar más la parte física y matemática para tener más soporte al respecto.

Las variables espirométricas que tuvieron un promedio mayor en los niños que en las niñas, fueron F200, FEP, CVI, FIP, y FI50, o sea que la inspiración es mayor en los varones.

En las niñas se encontró que las correlaciones en las matrices fueron escasas, tanto en las antropométricas como en las espirométricas y entre las antropométricas y las espirométricas, comparadas con las de los niños. En estos últimos, las correlaciones de las matrices fueron más sistemáticas, pues las tallas lo fueron con los pesos, las circunferencias con los pliegues, etcétera. Sin embargo, la estructura de la correlación puede variar cuando se aumenta el número de individuos estudiados y esa es la razón por la que no se hacen más comentarios, aunque se observe que sí hay cierta correlación lineal.

La estructura de la asociación de las variables de la correlación canónica fue diferente de acuerdo con el género, y destaca, entre otras, que en las niñas se asociaron más las áreas grasas del brazo y de

la pierna con las variables espirométricas, mientras que en los niños fueron las áreas musculares del brazo y de la pierna las que se asociaron más y con mayor número de variables espirométricas. La correlación canónica se utilizó debido a que estaba poco clara la relación tanto de la suma de los pliegues como de cada uno de ellos, por lo que se decidió evaluar como sería la relación con las áreas grasas y musculares.

La estatura total y la estatura sentado están muy relacionadas, y, a su vez, ambas están relacionadas con algunas variables espirométricas; la edad sólo estuvo relacionada con variables espirométricas en los niños y no en las niñas.

El análisis estadístico, como se puede apreciar, puede enfocarse de modo diverso, pues no basta con obtener las medidas de tendencia central y de dispersión; además, podría suponerse que la correlación y la regresión lineal podrían resolver el problema, pero tampoco es suficiente; las correlaciones matriciales pueden ayudar a conocer que es lo que acontece con las variables, pero tampoco explican del todo lo que ocurre entre ellas; la correlación canónica, por otro lado, aporta datos de más valía, aclara lo que ocurre entre los juegos de variables, y permite suponer mayores correlaciones entre diversas variables sin hacer depender todo de una sola.

Falta anexar las observaciones que resultarán de los análisis de los cuestionarios, de los contaminantes atmosféricos, y de los demás niños y niñas estudiados, lo que se hará en otro trabajo.

Por lo pronto, se tienen ya los primeros datos sobre las posibles relaciones entre varias variables antropométricas y espirométricas, como un primer paso en el análisis de las relaciones entre el crecimiento y la función pulmonar.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con la colaboración de los pasantes de la licenciatura en Antropología Física de la ENAH: Gabriela Merino Villarruel, Rebeca Cabrera Gallardo y Victor García Gutiérrez; de los pasantes de la licenciatura en Medicina de la UAM-Xochimilco: Carlos Norberto Chávez Tapia, Luis Alberto Arteaga Martínez, Juan Manuel Mendoza Rodríguez y Tonatiuh Barrientos Gutiérrez; así como

del Maestro en Ciencias Jesús Sánchez Robles del Departamento del Hombre y su Ambiente de la UAM-Xochimilco.

## REFERENCIAS

CASTILLEJOS, M., D. GOLD, A. DAMOKOSH, P. SERRANO, G. ALLEN Y W. McDONNELL

- 1995 Acute Effects of Ozone on the Pulmonary Function of Exercising Schoolchildren from Mexico City, *American Journal Respiratory Critical Care*, 152: 1501-7.

D'ALOJA, A.

- 1987 Chinantecos y zapotecos: comparación entre algunos caracteres somatométricos, *Anales de Antropología*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México: 385-400.

FAULHABER, J.

- 1987 La relación músculo-grasa en las extremidades durante la adolescencia, *Anales de Antropología*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México: 347-384.

FAULHABER, J. Y SÁENZ M. E.

- 1994 *Terminando de crecer en México. Antropometría de subadultos*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México.

FRISANCHO, A. R.

- 1993 Capítulo II: Methods and Materials, *Anthropometric Standards for the Assessment of Growth and Nutritional Status*, University of Michigan Press, USA: 9-30.

GANONG, W.

- 1998 *Fisiología Médica*, El Manual Moderno, México: 318.

GNANADESIKAN, R.

- 1997 Development and Study of Multivariate Dependencies, *Method for Statistical Data Analysis of Multivariate Observations*, John Wiley & Sons, Inc., USA: 6280.

JOHNSON, R. A. Y D. W. WICHEM

- 1992 Canonical Correlation Analysis, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Prentice Hall, USA: 459-492.

MARRODÁN, M. D., M. G. MONTERO Y C. PRADO

- 1984 Valoración antropométrica nutricional, *Antropología de la nutrición*, Madrid, España: 156-176.

MUÑOZ, B., E. DE LA FUENTE, A. HEREDIA Y C. M. ADALID

- 1995 Estudio espirométrico en niños y jóvenes sanos de la ciudad de México, *Neumol Cir Tórax*, 54(2): 49-53.

MUÑOZ, B. Y J. SÁNCHEZ

- 1999 Contaminación atmosférica y espirometría en escolares de la zona metropolitana de la ciudad de México, *Neumol Cir Tórax*, 58(3): 103-111.

RAMOS, R.

- 1986 *Crecimiento y proporcionalidad corporal en adolescentes mexicanas*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México.

RAMOS, R. Y C. SERRANO

- 1984 Cambios en la composición corporal en niños de tres grupos indígenas de México. Evaluación somatométrica, *Estudios de Antropología Biológica*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México: 405-426.

RAMOS, G. Y H. LUNA

- 1964 Somatometría. Cuadros de peso y de talla, *Boletín Médico del Hospital Infantil*, México, 21 (Suplemento 1): 143.

SILLER, H. Y J. PÉREZ

- 1971 Espirometría cronometrada en niños de la ciudad de México, *Revista Mexicana de Pediatría*, 40: 146-166.

VILLANUEVA, M., M. E. SÁENZ Y C. SERRANO

- 1984 Crecimiento y desarrollo en escolares de la Villa de las Margaritas, Chiapas, México, *Estudios de Antropología Biológica*, Instituto de Investigaciones Antropológicas-UNAM, México: 427-452.