

VOLUMEN DE CIERRE EN SUJETOS OBESOS NO FUMADORES

Cecilia Bracho-Villalobos*, Enrique Rincón-Berroterán**,
y Claudio Medina***

RESUMEN

Se midió el volumen de cierre en siete sujetos obesos no fumadores usando helio como gas indicador, observándose una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$) entre los valores del volumen de cierre encontrado y los valores de predicción, según las ecuaciones de Buist y Ross.

El aumento en el volumen de cierre se explica, por la presencia de gran contenido de tejido adiposo en las paredes del tórax, que determina una sobrecarga en los músculos respiratorios, con tendencia a la restricción volumétrica, fundamentalmente en la capacidad funcional residual, debido a la disminución del volumen de reserva espiratorio. De igual manera, el alto contenido de grasa intraabdominal también determina un incremento de la presión abdominal, y por consiguiente el cierre precoz de las vías aéreas pequeñas.

También se encontró una correlación significativa ($p < 0.01$) entre el aumento del volumen de cierre y el incremento en el porcentaje de obesidad.

* Cátedra de Fisiología, Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. Apartado 526. Maracaibo, Venezuela.

** Cátedra de Fisiología, Facultad de Medicina. Universidad del Zulia.

*** Servicio de Medicina Física y Rehabilitación. Hospital Universitario. Maracaibo. Venezuela.

- 17- SPILVA DE LEHR A: Guía de especialidades farmacéuticas en Venezuela. XXII Edición. Madrid. 1975-1976.
- 18- SPOLSKY VW, BHATIA HL, FORSYTHE A, LEVIN D: The effect of an antimicrobial mouthwash on dental plaque and gingivitis in young adult. J Periodont 46: 685-690, 1975.

Los hallazgos del presente trabajo le dan gran valor a la medición del volumen de cierre en sujetos obesos no fumadores, porque permite detectar en forma temprana, cualquier alteración en la función de las vías aéreas pequeñas.

INTRODUCCION

La medición del volumen de cierre (VC) es un método sencillo y fácil de realizar (1), y se emplea frecuentemente en clínica para conocer la función de las vías aéreas pequeñas, es decir, aquellas menores de 2 mm de diámetro, y detectar cualquier lesión a nivel de éstas, como se observa en las etapas iniciales de la enfermedad bronquial obstructiva crónica (EBOC) (6, 10).

El volumen del gas que puede ser exhalado hasta llegar al volumen residual, después del inicio del cierre de las vías aéreas pequeñas, se llama volumen de cierre (2, 4).

La medición del volumen de cierre se basa en el conocimiento que sugiere, que algunas vías aéreas dependientes se cierran a un volumen pulmonar bajo; siendo posiblemente este cierre el responsable de los cambios que se observan en la concentración del aire espirado, medido a nivel de la boca, al final de una espiración máxima (2, 4, 7). Por lo tanto, un aumento en la medición del volumen pulmonar, en el cual las vías aéreas pequeñas comienzan a cerrarse, podría ser indicativo de alteración de las vías aéreas pequeñas basales.

Existen pocos trabajos sobre la medición del volumen de cierre en sujetos obesos y no fumadores, usando helio como gas indicador, a objeto de investigar en ellos la función de las vías aéreas pequeñas (2, 3). El propósito de este trabajo es determinar si hay o no diferencias significativas entre sujetos obesos no fumadores y sujetos normales no fumadores del mismo sexo y edad (1), utilizando la medición del volumen de cierre como prueba de selección.

MATERIAL Y METODOS

Se midió el volumen de cierre en siete sujetos obesos y no fumadores: 6 mujeres y 1 hombre. Previa a la medición, cada sujeto fué interrogado sobre antecedentes y síntomas respiratorios. Se les practicó un examen físico del tórax y se les tomó el peso en Kg (vestidos) y la talla en cms (descalzos), utilizando una balanza Detecto-Medic Scales Inc. Luego se calculó el porcentaje de obesidad en relación al peso medio ideal y de acuerdo a los parámetros de sexo y edad (11).

Se excluyeron del estudio aquellos sujetos obesos fumadores o con antecedentes de enfermedades o síntomas respiratorios. A ninguno de los sujetos se les practicó estudio radiológico del tórax, ni se midieron otros parámetros de función pulmonar; usándose la medición del volumen de cierre como única prueba de selección (1, 2, 4).

Para medir el volumen de cierre usando helio como gas indicador, fué empleado el sistema Hebotest-Godart (Fig. 1). Dicho sistema está compuesto de la combinación de un analizador de helio (kataferómetro) y un pneumotacógrafo, ambos conectados a un sistema de registro de doble canal; obteniéndose en uno de éstos, la curva de volumen de aire espirado, y en el otro la concentración de helio en el aire espirado (Fig. 2).

La prueba se realiza conectando al sujeto mediante una pieza bucal al sistema de Hebotest-Godart. Se le ocluye la nariz con una pinza nasal, realizando éste una espiración máxima hasta alcanzar su volumen residual; a continuación efectúa una inspiración máxima, recibiendo sus pulmones al inicio de aquella, 300 cc de helio. Luego, el sujeto realiza una capacidad vital espiratoria máxima a un flujo espiratorio constante (0,5 l/seg), registrándose una curva de concentración de helio espirado y del volumen de aire espirado. Estas curvas (Fig. 2) permiten medir el volumen de cierre (10).

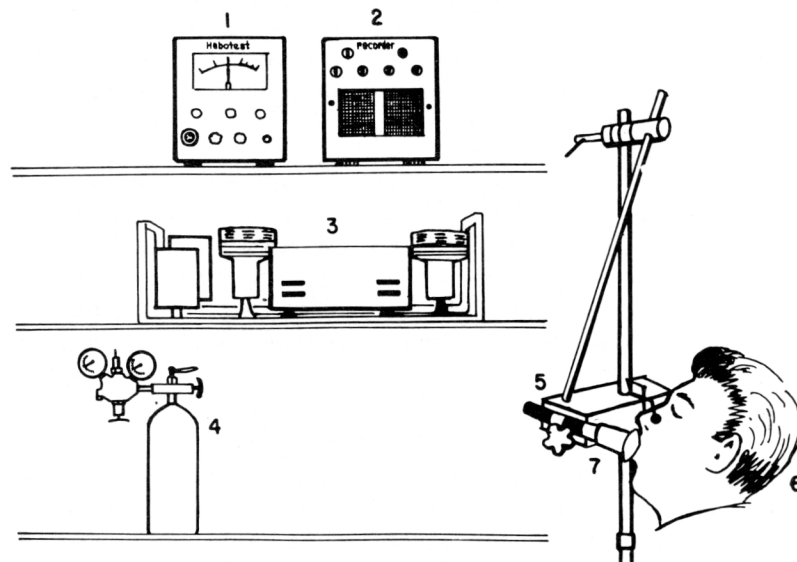


Fig. 1.— Diagrama del sistema Hebotest-Godart. 1: Hebotest. 2: Sistema de registro de doble canal. 3: Bomba. 4: Tanque de helio. 5: Pneumotacógrafo. 6: Paciente. 7: Boquilla.

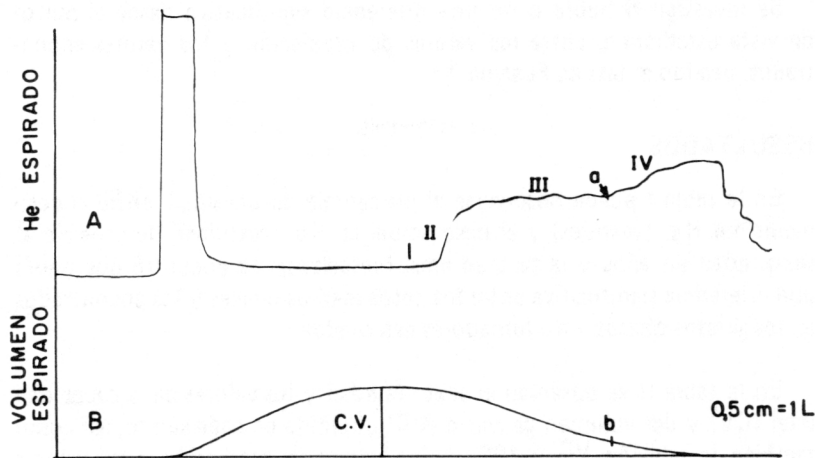


Fig. 2.— A: Curva de concentración de He en aire espirado. Obsérvense 4 fases. Fase I: Representa el aire proveniente del espacio muerto anatómico. Fase II: Aire proveniente del espacio muerto anatómico y de los alvéolos. Fase III ó Plateau alveolar: Aire proveniente de los alvéolos. Fase IV: Aire proveniente de porciones superiores del pulmón. Punto a: momento en que se cierran las vías aéreas pequeñas basales. B: Curva de volumen de aire espirado. C.V. = capacidad vital; b = volumen de cierre.

En la curva de la concentración del gas espirado se distinguen cuatro fases. Fase I: representa el aire proveniente del espacio muerto anatómico. Fase II: aire proveniente del espacio muerto anatómico y de los alvéolos. Fase III o plateau alveolar: aire proveniente de los alvéolos. Fase IV: aire proveniente de porciones superiores del pulmón. El inicio de esta fase, llamado punto de cierre, se cree representa el momento en que se cierran un número importante de vías aéreas pequeñas basales (7).

El volumen de la Fase IV se llama volumen de cierre, que se expresa como porcentaje de la capacidad vital (CV) del sujeto (1, 7), la cual es obtenida de la curva de volumen del aire espirado (10).

Se practicaron tres mediciones a cada sujeto, y de éstas se tomó el mayor valor observado. Se comparó con el valor de predicción usando las ecuaciones de Buist y Ross en sujetos no fumadores y de peso normal, empleando la técnica de la respiración única de nitrógeno (1), que da valores de volumen de cierre iguales a los encontrados con el método utilizado en el presente trabajo (4).

Se investigó si había o no una diferencia significativa desde el punto de vista estadístico, entre los valores de predicción y los valores encontrados, usando el test de Pearson X^2 .

RESULTADOS

En la tabla I puede observarse el porcentaje de obesidad, entre el peso medio en Kg. (vestidos) y el peso actual en Kg. (vestidos), de acuerdo al sexo, edad en años y la talla en cms. (descalzos). Se encontró que había una diferencia significativa entre los pesos medios ideales y los encontrados en los sujetos obesos y no fumadores estudiados.

En la tabla II se observan el sexo, la edad y los valores de la capacidad vital (CV) y del volumen de cierre (VC) obtenido en cada sujeto; así como también la relación $\frac{VC}{CV} \times 100$, de los valores de predicción y los valores encontrados, observándose una diferencia estadísticamente significativa entre éstos y los de predicción, según las ecuaciones de Buist y Ross (1).

En la figura 3 se aprecia una relación lineal entre el porcentaje de obesidad y el valor encontrado de $\frac{VC}{CV} \times 100$. Se observa claramente que a mayor porcentaje de obesidad, mayor aumento del volumen de cierre; encontrándose una correlación significativa ($p < 0.01$).

TABLA I
PESO MEDIO IDEAL, PESO ACTUAL Y PORCENTAJE DE OBESIDAD

Sujeto	Edad (Años)	Talla cm (Descalzos)	Peso Medio Kg (Vestidos)	Peso Actual Kg (Vestidos)	Porcentaje de Obesidad
N.B.	36	150	53,1	72,0	35,59
L.C.	33	154	55,3	86,5	36,06
R.R.	34	149	52,8	90,5	41,64
J.C.	34	172	72,5	104,0	43,44
S.R.	60	148	57,8	90,0	55,70
C.B.	53	150	57,7	91,0	57,71
C.P.	66	154	60,3	113,0	87,70
$\bar{X} \pm DS$	45 ± 14	154 ± 8	59 ± 7	92 ± 13	51 ± 18
$P < 0.01$					

TABLA II

EDAD, CAPACIDAD VITAL, VOLUMEN DE CIERRE Y LA RELACION ENTRE LOS VALORES DE PREDICCIÓN Y LOS ENCONTRADOS

Nº de Sujetos	Edad en (Años)	C.V. (L)	V.C. (L)	Predicción $\frac{VC \times 100}{CV}$	Encontrado $\frac{VC \times 100}{CV}$
1	36	2,2	0,6	13,35 ± 4,90	27
2	34	4,1	1,2	12,70 ± 4,15	29
3	34	2,2	0,7	12,77 ± 4,90	31
4	33	3,0	1,0	12,47 ± 4,90	33
5	53	2,1	0,7	18,34 ± 4,90	33
6	60	1,8	0,6	20,30 ± 4,90	33
7	66	2,5	0,9	22,15 ± 4,90	36
$\bar{X} \pm DS$	45 ± 14	5,60 ± 0,77	0,81 - 0,22	16,01 ± 4,14	31,71 ± 2,98

P < 0.01

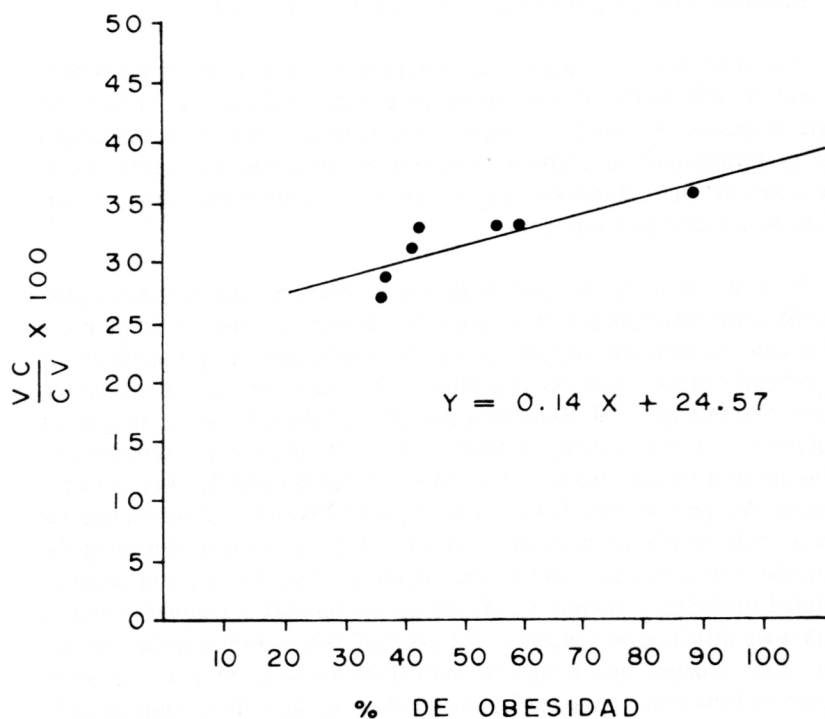


Fig. 3.— Relación entre $\frac{VC}{CV} \times 100$ y el porcentaje de obesidad.

DISCUSION

En el presente trabajo, el aumento en el volumen de cierre encontrado en sujetos obesos no fumadores, confirman los hallazgos de otros autores utilizando métodos diferentes al aplicado por nosotros (2, 3). Esto se explica, por el aumento de tejido adiposo de las paredes del tórax (8), así como también, del gran contenido de grasa intra-abdominal. Estos factores juegan un papel muy importante en el origen de los trastornos ventilatorios del obeso, causando una sobrecarga en los músculos respiratorios con tendencia a la restricción volumétrica (5), especialmente en la capacidad funcional residual (CFR), debido a una disminución del volumen de reserva espiratorio (VRE). Ello determina también, el incremento de las presiones abdominales y por consiguiente, el cierre precóz de las vías aéreas pequeñas (< 2 mm) en zonas dependientes del pulmón (2, 3).

En sujetos con obesidad extrema, las alteraciones ventilatorias pueden producir un estado de hipoventilación alveolar, denominado síndrome de Picwickien, caracterizado por presentar el paciente hipoxemia, tendencia a la somnolencia, retención de CO₂, policitemia, etc. (5, 8).

Por lo general, un volumen de cierre elevado puede ser un signo temprano de enfermedad de vías aéreas de pequeño calibre; y el hallazgo de esta alteración en sujetos obesos, no fumadores, podría ser precursora de perturbaciones ventilatorias más severas, tomando en cuenta que el volumen de cierre aumenta con la edad (1, 2), presumiblemente por pérdida de la elasticidad pulmonar.

Si la alteración en el volumen de cierre ocurre en una forma desigual, puede haber una distribución anormal del gas inspirado dentro del pulmón. Mas aún, durante inspiraciones lentas, la distribución del gas puede llegar a ser casi normal; mientras que durante inspiraciones rápidas, puede hacerse bastante anormal, llevando a que algunos espacios aéreos tengan un volumen corriente grande, en tanto que los espacios aéreos servidos por vías aéreas alteradas, tengan un volumen corriente pequeño. Así, la distribución del gas inspirado puede variar con cambios en la frecuencia respiratoria. Esto puede ser evaluado midiendo la distensibilidad dinámica del pulmón a frecuencias respiratorias diferentes. Una caída de la distensibilidad dinámica a medida que la frecuencia respiratoria aumenta, indica una mala distribución progresiva del gas inspirado con frecuencias crecientes. Así, pruebas que midan la ventilación-distribución y su variación según la frecuencia respiratoria, son también pruebas de la función de la vía aérea pequeña (9).

Se encontró que el volumen de cierre aumenta en relación al incremento en el porcentaje de obesidad, por lo tanto sería interesante estudiar

en investigaciones posteriores, a sujetos que presentan un porcentaje de obesidad menor y mayor que los referidos en este trabajo. Ello nos permitirá dilucidar, en primer lugar, a que porcentaje de obesidad comienza a presentarse la alteración en el incremento del volumen de cierre, y en segundo lugar, si esta alteración se estabiliza o progresa, a medida que aumenta el porcentaje de obesidad; dato que no pudimos obtener por el reducido número de casos estudiados.

Es de hacer notar, que la frecuencia cada vez mayor del número de personas obesas, así como los riesgos cardiopulmonares que éstos presentan, hace necesario utilizar el método sencillo de la medición del volumen de cierre (4), para evaluar la función de las vías aéreas pequeñas en estos sujetos.

Agradecimientos

A la Srta. Anabell Castillo por su magnífico trabajo en la transcripción mecanográfica.

ABSTRACT

Closing volume in obese non-smokers. *Bracho-Villalobos C., Rincón-Berroterán E., Medina C. (Cátedra de Fisiología, Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. Apartado 526. Maracaibo, Venezuela). Invest. Clín. 20(1): 24-32, 1979.*— The closing volumen was measured in seven obese non-smoker persons being using helium as indicator gas. A significant increase of the closing volumen ($p < 0.01$) was observed as compared with the prediction values obtained using the Buist and Ross equation in normal non-smoker subjects of the same age and sex. The increase of the closing volume is explained by the high fat content in chest's wall and intrabdominal cavity, which determines and overload to respiratory muscles. Thus the increase in abdominal pressure with volume restriction tendency mainly in functional residual capacity as a consequence of diminished expiratory reserve volume, and the premature closing of small airways in lung-depending areas may contribute to explain the mechanism of these findings. Also, it was found that the increase in closing volume is significantly correlated with the increase of percentage of obesity of the subjects ($p < 0.01$). These findings suggest an important role to the measurement of closing volume in obese non-smoker subjects, because it allows the detection in early stages of any disfunction of the small airways.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- BUIST AS, ROSS BB: Predicted values for closing volumes using a modified single breath nitrogen test. *Amer Rev Resp Dis* 107: 744-752, 1973.
- 2- COLLINS JV: Closing volume. A test of small airway function? *Brit J Dis Chest* 67: 1-17, 1973.
- 3- DOUGLAS FG, CHONG PY: Influence of obesity on peripheral airways potency. *J Appl Physiol* 33: 559-563, 1972.
- 4- GREEN M, TRAVIS DM: A simplified closing-volume method suitable for field use. *Lancet* 2: 905-906, 1972.
- 5- HOLLEY HS, MILIC-EMILI J, BECKLAKE MR, BATES DV: Regional distribution of pulmonary ventilation and perfusion in obesity. *J Clin Invest* 46: 475-481, 1967.
- 6- HYATT RE, RODARTE JR: Closing volume, one man's noise other men's experiment. *Modern Med Physiol* 50: 17-27, 1975.
- 7- LINN WS, HACKNEY JD: Nitrogen and helium "closing volume": simultaneous measurement and reproducibility. *J Appl Physiol* 34: 396-399, 1973.
- 8- LOURENCO RV. Diaphragm activity in obesity. *J Clin Invest* 48: 1609-1613, 1969.
- 9- MACKLEM PT: Diagnóstico temprano de la obstrucción de las vías aéreas. *Bol Unión Internacional contra Tuberculosis* 52: 23-25, 1977.
- 10- RINCON E, SALCEDO H, MEDINA C, FORD J: Medición del volumen de cierre en sujetos fumadores. *Invest Clín* 19(2): 67-74, 1978.
- 11- Tablas Científicas. 7a. ed., Ciba-Geigy, Basilea, 1975. p 717.