

HOSPITAL PEDIATRICO "WILLIAM SOLER".

INSTITUTO DE CIENCIAS BASICAS Y PRECLINICAS "VICTORIA DE GIRON".

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS MEDICAS DE LA HABANA

Determinación de la capacidad pulmonar total por el método radiológico

Por los Dres.:

ROBERTO HERNANDEZ NAJARRO* y ANTONIO BARBER GUTIERREZ**

Hernández Najarro, R.; A. Barber Gutiérrez. *Determinación de la capacidad pulmonar total por el método radiológico*. Rev Cub Ped 56: 6, 1984.

Los volúmenes pulmonares que no pueden ser medidos por desplazamiento en un equipo espirométrico, tienen la dificultad de requerir técnicas de dilución de gases, lo cual en ocasiones no puede realizarse en algunos servicios hospitalarios o en niños. Un método que determina al menos, la capacidad pulmonar total (TLC) se ha venido desarrollando desde hace años y últimamente se ha reconsiderado por su fácil aplicabilidad. Se trata del método radiológico de medición de la TLC. Este trabajo tiene como objetivos: exponer en detalle dicho método y aplicarlo en niños con enfermedad obstructiva crónica, para correlacionar sus valores con los hallados en los propios niños por el método de dilución con helio, con el propósito de conocer si la exactitud del método es suficiente para su empleo en la clínica pediátrica con este tipo de paciente, pues la prueba ha resultado confiable en personas de edad y adultos jóvenes sanos, y dio una correlación altamente positiva. El análisis de covarianza de los resultados no da significación entre los valores de la TLC ni la capacidad residual funcional hallados por radiología y dilución, si bien ambas pruebas detectan gran variabilidad del volumen residual (RV), propio de estos pacientes. El trabajo considera validada la prueba y propone su uso.

INTRODUCCION

Estimar la TLC exige precisar el volumen pulmonar absoluto, lo cual puede hacerse midiendo por técnicas de dilución de gases o por pletis-

* Jefe del laboratorio de fisiología respiratoria del hospital infantil docente "William Soler". Profesor auxiliar de fisiología.

** Profesor titular de fisiología del Instituto Superior de Ciencias Básicas y Preclínicas "Victoria de Girón". Candidato a Doctor en Ciencias Biológicas.

mografía corporal, el RV. Estos métodos no son fáciles de realizar en la mayor parte de los servicios hospitalarios, por requerir gases especiales para la dilución (helio o nitrógeno entre otros) y los equipos analizadores correspondientes.

Además, estos procedimientos de dilución, a veces no son bien tolerados por los niños, pues implica hacer respirar al pequeño por una boquilla del espirómetro, con la boca bien cerrada, y con una pinza de caucho blando que ocluye su nariz. El método pletismográfico a veces tampoco puede emplearse en niños, incapaces de comprender o colaborar con la necesidad de encerrarlos en una cámara plástica. Por otro lado, el dato de la TLC es clínicamente útil, pues las enfermedades obstructivas de las vías respiratorias pueden producir aumento de estos valores, por cierre de las vías respiratorias y atrapamiento de gas, de tal modo, que el RV y la TLC pueden ser las únicas estimaciones convencionales de función pulmonar anormal.¹

Un método para la determinación de la TLC que no requiere especial entrenamiento y utiliza el equipamiento radiológico de cualquier hospital, pudiera ser de utilidad clínica, si se parte de que dicho método sea suficientemente exacto. *Barnhård*² da una alta correlación ($r = 0,88$) en sujetos sanos jóvenes y viejos, entre las mediciones espirométricas y radiológicas, pero no en enfisematosos. Semejantes resultados encuentra *Bedell*³ entre los métodos de dilución y el radiológico (RCV) y con la pletismografía.

Cobb,⁴ por su parte, encuentra una correlación de 0,906 entre la TLC espirométrica y RCV en pacientes adultos con enfisema y resección pulmonar. No todos los métodos RCV son iguales, por lo que preferimos por su exactitud el método de la "elipse", desarrollado por *Barnhård*.²

Este trabajo tiene dos propósitos:

1. Exponer en detalle el método radiológico de medición de la TLC desarrollado por *Barnhård* y colaboradores.
2. Aplicar dicho método en niños con enfermedad obstructiva crónica, correlacionar sus valores con los hallados en los propios niños por el método de dilución de helio y llegar a la conclusión si la exactitud del RCV es satisfactoria para uso clínico en niños con este tipo de enfermedad pulmonar.

MATERIAL Y METODO

Se estudiaron 12 niños con enfermedad obstructiva crónica, en el período de intercrisis, con un rango de edad entre 7 y 11 años. Fueron excluidos del estudio niños, en cuyas placas aparecieron otras afecciones pulmonares.

El mismo día del espirograma, se les realizaron las placas radiográficas en posición posteroanterior y lateral izquierda, bien penetradas y en inspiración forzada, con el niño de pie. La TLC se midió además en estos pacientes por técnicas de dilución (con helio), en un equipo FRC computer de la Godart. Se obtuvieron valores de RV a partir de las mediciones radiográficas, se le restó al valor de la TLC radiológica, la capacidad vital

espirométrica (VC); del RCV, también se calculó la capacidad residual funcional (FRC) y se le restó la capacidad inspiratoria (IC) por espirometría. Iguales volúmenes y capacidades se hallaron de las mediciones espirométricas únicamente, los que fueron corregidos a BTPS.

Fundamento del método radiológico

Un examen de la sección transversal anatómica del tórax, revela que cada pulmón es de forma elíptica, excepto en la región del corazón (figura 1). La mayor dimensión de estas elipses es anteroposterior, mientras que su dimensión más corta es transversal.

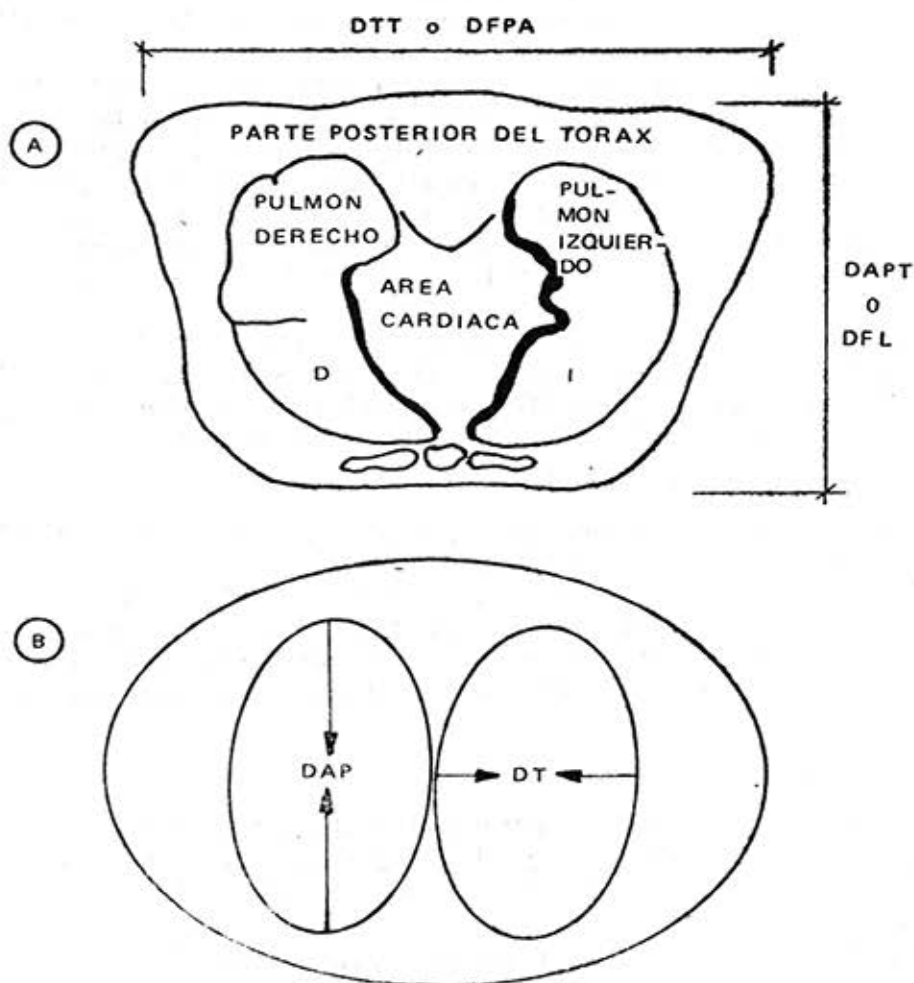


Figura 1

- A. Representación esquemática de un corte transversal del tórax.
 B. Semejanza del corte transversal del tórax con una elipse grande (el tórax) que contiene a dos elipses pequeñas (los pulmones).

Si la placa de tórax fuera dividida en infinito número de finas secciones transversales elípticas el volumen pudiera ser obtenido por integración; sin embargo, existen limitaciones prácticas que restringen el número de secciones que pueden ser usadas, por lo que únicamente se miden segmentos relativamente grandes, de donde se obtienen diámetros promedios y se realizan los cálculos sobre la base de que cada segmento es un cilindroide elíptico (figura 2).

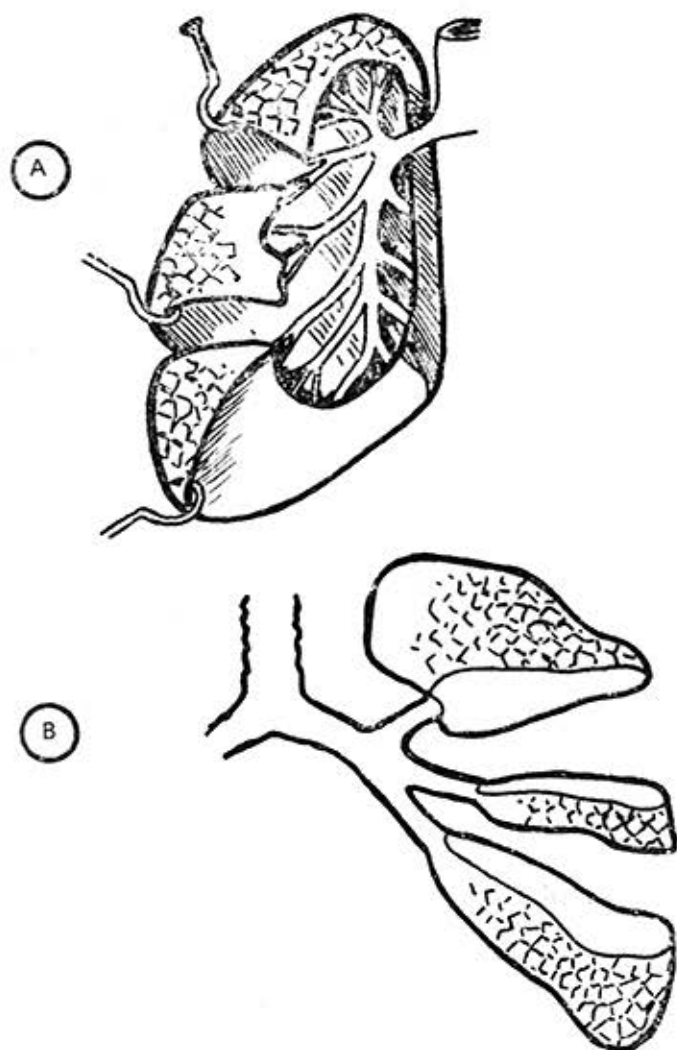


Figura 2

A y B. Pulmones en posición cortados en tres secciones. Observe la forma elíptica con diámetro mayor anteroposterior de sus secciones transversales. El volumen de estas secciones se asemeja al de un cilindroide elíptico.

El área de una elipse es:

$$\frac{1}{4} \pi D_{ap} \times D_t$$

D_{ap} es el diámetro anteroposterior de la elipse o diámetro del film lateral (Dfl) y D_t es el diámetro transversal de la elipse. Si los pulmones derecho e izquierdo son designados con las letras d e i, respectivamente, las áreas de ambos pulmones en cada sección transversal del tórax es la suma del área de cada elipse, o sea:

$$\left(\frac{1}{4} \pi D_{apd} \times D_{td} \right) + \left(\frac{1}{4} \pi D_{api} \times D_{ti} \right)$$

Puesto que $D_{apd} = D_{api} = D_{apT}$ (o diámetro anteroposterior del tórax) = Dfl, la suma de las dos áreas pulmonares elípticas al mismo nivel se simplifican más aún, puesto que $D_{td} = D_{ti} = \frac{1}{2} D_{tT}$ (o diámetro transversal del tórax) = Dfpa (diámetro del film posteroanterior) y la ecuación se transforma en:

$$\frac{1}{4} \pi D_{apT} \times D_{tT} \quad (1)$$

o también:

$$\frac{1}{4} \pi D_{fl} \times D_{fpa} \quad (2)$$

Las expresiones 1 y 2 son idénticas, lo único que en la 1 se han usado los diámetros del tórax y en la 2 los diámetros respectivos de la placa. El volumen de un cilindroide elíptico es el área de la elipse multiplicada por la altura del cilindroide. Matemáticamente entonces, uno puede tratar dos figuras elípticas como si fuera una, lo que reduce al mínimo la medición y los cálculos. Una vez que el volumen de las secciones se determina, es necesario restar el volumen del corazón, el diafragma y el volumen de sangre y parénquima pulmonar. El volumen del corazón puede ser calculado como el volumen de una elipsoide:

$$\frac{4}{3} \pi r_1 r_2 r_3 \quad (3)$$

Al ser la medida de los diámetros del corazón más convenientes para nuestros propósitos, d_1 , d_2 y d_3 (figura 3) debemos convertirlos en radios para usar la fórmula 3, o sea:

$$\frac{4}{3} \pi d_1/2 d_2/2 d_3/2$$

$$\frac{1}{6} \pi d_1 d_2 d_3$$

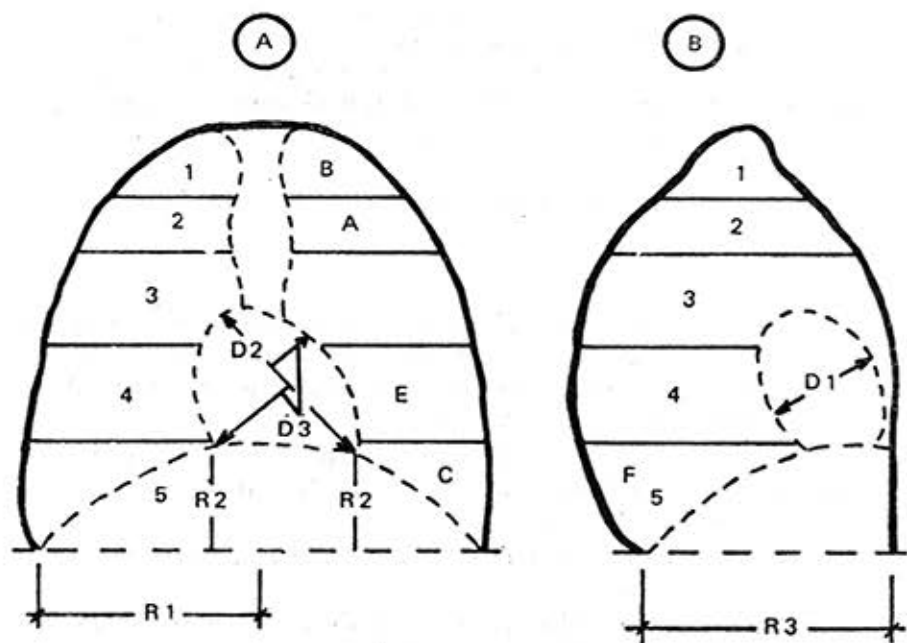


Figura 3
Diámetros de la placa posteroanterior (A) y lateral (B).

El diafragma presenta un problema más complejo ya que no tiene una forma geométrica simple. Un octavo de una elipsoide ofrece una adecuada aproximación para cada hemidiafragma (figura 4). La superficie curva representa la cúpula del diafragma, y las tres superficies planas son las proyecciones anterior, inferior y media. Si se divide la fórmula de la elipsoide entre 8 queda:

$$1/6 \pi r_1 r_2 r_3$$

El volumen total de sangre ha sido relacionado con la talla física por Gibson y Evans⁵ y con la superficie corporal por Yu⁶ Evert y colaboradores⁷ hallaron que el volumen de sangre intratorácica es el 19,5% del volumen de sangre total. Barnhård,² ha señalado que las 3/4 partes del volumen de sangre intratorácica es extracardiaca, luego, el volumen que ocupa en el tórax la sangre de los grandes vasos y pulmones y que debe ser sustraído, es aproximadamente el 15% del volumen de sangre total, valor que no fue estadísticamente diferente a los de Yu.⁶ Nosotros hallamos, de los trabajos de Gibson y Evans⁵ en adultos, que la relación entre talla física y volumen de sangre es lineal, y obtuvimos una ecuación que nos permitió encontrar el volumen de sangre que se va a descontar en niños (cuadro I). El volumen del parénquima pulmonar debe también ser restado, pues queremos hallar el volumen de aire. El método más exacto y reciente es el propuesto por Sackner y colaboradores⁸ que consideran 5,95 ml de volumen

de tejido por kg de peso del pulmón, lo que da para adultos un volumen de 132 ml. *Barnhård*² resta en todos los casos 130 ml. Arbitrariamente, nosotros restamos en niños 100 ml, y pensamos que a partir de los seis años de edad, el tejido pulmonar está completamente formado y el grado de hidratación que caracteriza a los niños pequeños, ha pasado.

Mediciones en las placas radiográficas

Vista posteroanterior:

1. Trazar con un lápiz cristalográfico el borde más externo de los campos pulmonares y seguir los bordes internos de las costillas (figura 3); el límite inferior debe ser cerrado con una línea horizontal de uno a otro ángulo costo-diafragmático (línea de base).
2. Partiendo del límite superior del tórax, trazar una línea a 5,5 cm del mismo (a) y dividir el espacio a la mitad (2,75 cm, línea b), así se construyen los segmentos 1 y 2.
3. Trazar una horizontal por la parte más alta de la cúpula diafragmática (c).
4. Dividir el área grande en dos partes iguales con una nueva línea horizontal (e), así se forman los segmentos 3, 4 y 5.

Vista lateral:

1. Dibujar los límites del pulmón siguiendo las mismas recomendaciones anteriores, en el límite inferior trace una línea horizontal al nivel del surco posterior (línea de base) hasta encontrar perpendicularmente a la línea del límite anterior.
2. Trazar una línea horizontal al nivel de la cúpula del diafragma (f), si en la vista aparecen dos niveles de la cúpula, tomar la más alta (una prueba que mide la exactitud con que se han trazado los límites de los campos pulmonares, es medir en el film lateral, la distancia desde la línea f al vértice, la cual debe ser igual a la del film posteroanterior, desde c al vértice, de no ser así, se deben rectificar los límites).
3. Formar los mismos 5 segmentos de la placa posteroanterior y asegurar que el segmento 5 tenga la misma altura.

Medición del corazón

Vista posteroanterior:

1. Trazar una línea sobre el área cardiaca que representa el diámetro mayor del corazón (d_2), para ello dibuje una línea lo más larga posible, desde la unión de la cava al atrio derecho, hasta el borde izquierdo del corazón, generalmente cuando éste se une al diafragma.
2. Desde el diámetro d_2 , trazar perpendiculares a las partes más lejanas de los bordes izquierdo y derecho del corazón; la suma de estas dos perpendiculares es usada como el diámetro d_3 .

Vista lateral:

1. Trazar sobre el área cardiaca una línea, lo más larga posible, rigurosamente perpendicular al diámetro del corazón (d_1).

Medición del diafragma

Vista posteroanterior:

Cada hemidiafragma es calculado separadamente. La línea de base es dividida en dos partes iguales, cada mitad es r_1 (gráfico); la distancia desde esta línea de base a la parte más alta de cada cúpula diafragmática es r_2 .

Vista lateral:

La longitud de la línea de base es r_3 .

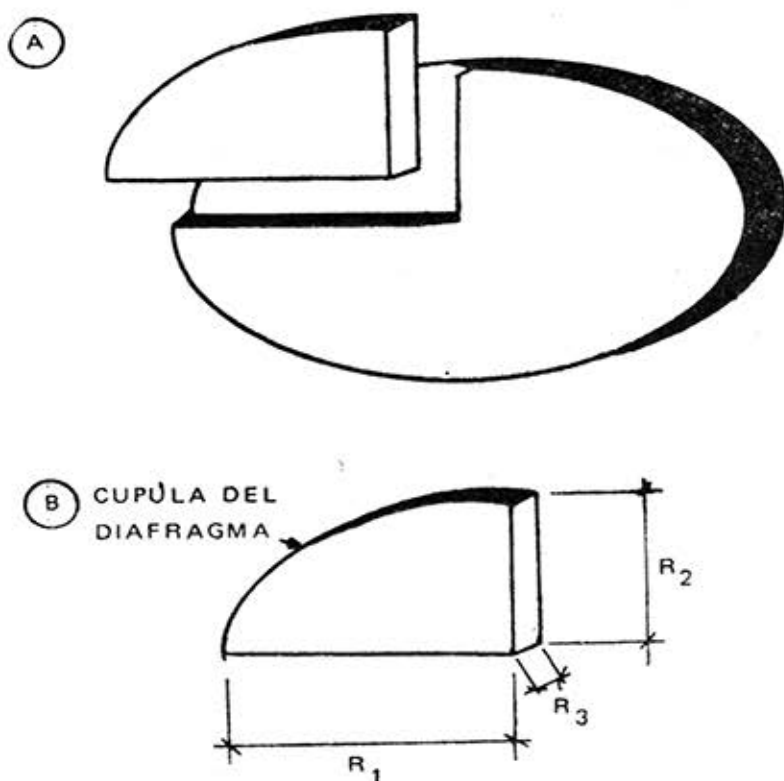


Figura 4
Semejanza de cada hemidiafragma con un octavo de elipsoide.

Cálculos

1. Sustraer el 10% a cada medición por efecto de la divergencia del rayo.
2. Determinar el volumen de cada cilindroide elíptico del pulmón mediante la fórmula:

$$V = \frac{1}{4} \pi \times D_{fpa} \times D_{fl} \times h$$

donde h es la altura de cada segmento.

3. Sumar los volúmenes de los 5 segmentos.
4. A este volumen restar el volumen del corazón ($V = 1/6 \pi d_1 d_2 d_3$), el diafragma ($V = 1/6 \pi r_1 r_2 r_3$), el volumen de sangre extracardiaco según la talla física del niño (cuadro I) y el volumen del parénquima pulmonar, 100 ml.

CUADRO I

VOLUMEN DE SANGRE (EN ML) DEL PULMON
SEGUN LA TALLA FISICA (EN CM)*

♂ (VARONES)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
90	275	282	288	295	302	302	315	321	328	334
100	341	348	354	360	368	374	381	387	394	401
110	407	414	421	427	434	440	447	454	460	467
120	473	480	486	493	500	506	513	520	526	533
130	540	546	553	559	566	573	579	586	592	599
140	605	612	619	625	632	639	645	652	658	665
150	672	678	685	692	698	705	711	718	725	831

♀ (HEMBRAS)

90	281	284	289	293	297	301	305	309	313	318
100	322	326	330	334	339	343	347	351	355	359
110	364	368	372	376	380	384	388	393	397	401
120	405	409	413	417	422	426	430	434	438	442
130	446	451	455	459	463	467	471	476	480	484
140	488	492	466	500	505	509	513	517	521	525

* La talla se indica en la columna de la izquierda y la fila superior.

RESULTADOS

El cuadro I muestra el volumen de sangre hallado por nosotros para niños y niñas según sus tallas físicas, valores que fueron usados en el cálculo de la TLC por RCV, los que se extrapolaron de los hallados por Gibson y Evans⁵ para adultos; la ecuación que resultó en los varones fue $V = 0,661T - 0,3197$, y en las hembras $V = 0,4148T - 0,0927$, al ser T la talla física en metros y V el volumen de sangre en litros.

Los resultados del estudio de la función pulmonar en los 12 niños obstructivos crónicos se presentan en el cuadro II. El promedio de la TLC fue ligeramente mayor por el método radiográfico que por el método de dilución con hielo en siete casos; sin embargo, la comparación entre los valores de estos dos métodos no fue significativa ($t_{0,05} = -0,86$). El volumen residual hallado por los dos métodos se comportó de una forma irregular, al ser menor el RV radiológico que el RV por dilución en siete casos. Por lo general, donde la TLC fue menor, el RV también fue menor, excepto en dos casos (JM e IM), donde la TLC radiológica fue mayor y el RV por el mismo método fue menor. No hubo significación entre los dos

CUADRO II
TLC, RV y FRC POR RAYOS X Y DILUCION

Niños	Vol. por dilución (1)				Vol. por rayos X (1)			
	TLC	RV	FRC	RV/TLC	TLC	RV	FRC	RV/TLC
CH	3,16	1,35	1,99	0,42	2,93	0,73	1,33	0,25
JA	3,69	0,95	1,66	0,25	2,90	0,60	1,31	0,20
OV	1,93	0,38	0,96	0,19	2,51	0,55	1,13	0,22
MS	2,10	0,49	1,44	0,23	2,77	0,64	1,59	0,23
RR	3,41	0,69	1,35	0,20	2,98	0,40	1,06	0,13
IP	1,51	0,33	1,11	0,21	2,17	0,92	1,71	0,42
EH	3,61	1,76	1,96	0,48	4,93	0,26	2,82	0,53
JM	1,71	0,75	1,26	0,43	2,14	0,44	0,95	0,20
IM	2,64	0,34	1,36	0,12	2,87	0,31	1,43	0,10
RP	1,74	0,95	1,20	0,30	1,68	0,52	0,77	0,31
HE	3,36	1,76	2,22	0,52	3,58	1,88	1,34	0,52
LH	3,33	0,98	1,86	0,29	3,20	0,93	1,81	0,29
\bar{x}	2,68	0,89	1,53	0,30	2,87	0,88	1,44	0,28
S	0,79	0,48	0,38	0,12	0,79	0,53	0,50	0,13
CV	0,29	0,54	0,24	0,41	0,27	0,61	0,35	0,47

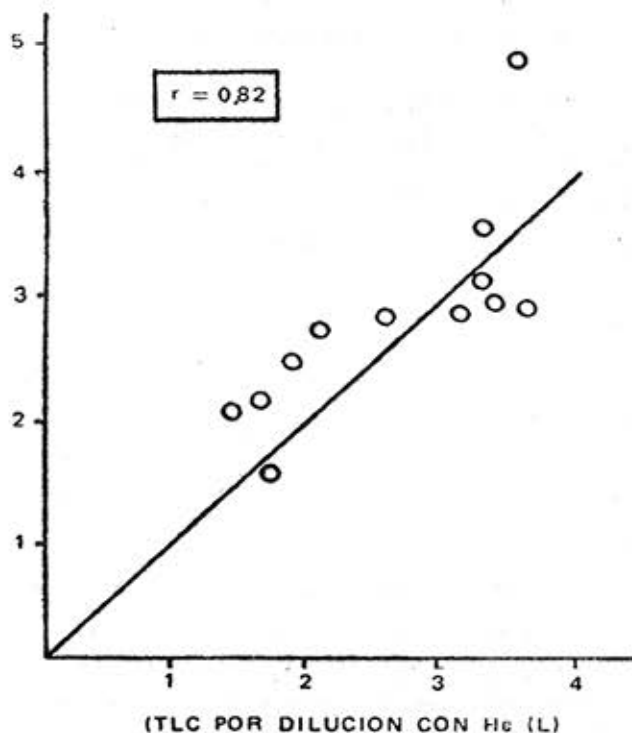
grupos de valores del RV al compararlos ($t_{.05} = 0,06$). La capacidad residual funcional tampoco resultó significativamente distinto ($t_{.05} = 0,54$), ni el índice RV/TLC ($t_{.05} = 0,53$). En la TLC y la FRC, las desviaciones estándares estuvieron dentro del rango aceptado habitualmente en niños (20 a 30%),¹ según se desprende de los coeficientes de variación que aparecen en el cuadro. El RV por su parte, tiene coeficientes de variación muy altos por ambos métodos, al igual que el índice RV/TLC.

El estudio de la correlación entre los dos métodos utilizados (gráfico) se muestra relativamente alta, pues los 12 casos se reagrupan muy próximos a la recta $x = y$, al ser la ecuación hallada por estos grupos $Y = 1,37x - 0,046$ y $r = 0,82$.

Gráfico

COMPARACION DE LOS VALORES DE LA TLC POR LOS METODOS RADIOLOGICOS Y DE DILUCION CON HELIO, EN LITROS (L), EN NIÑOS OBSTRUCTIVOS CRONICOS

TLC POR RAYOS X (L)



DISCUSION

De los tres métodos radiológicos usados en la determinación de la TLC estudiados por nosotros (el que utiliza la planimetría, el que compara al pulmón con un paraboloides de revolución y el de la elipse) este último es el que más se acerca a la forma de los pulmones y el que con mayor detalle mide el volumen pulmonar, pero a pesar de ser sus cálculos los más simples, en la actualidad éstos se hacen por métodos radiológicos computarizados.^{9,10}

El volumen de sangre sustraído durante la medición del RCV puede ser una fuente de error importante, así como el volumen de tejido pulmonar;⁹ no obstante, los trabajos que han hallado los valores de estos volúmenes en adultos por distintos métodos no muestran significación entre ellos, aun en pacientes enfisematosos. La tendencia actual es tomar volúmenes de sangre menores a la vez que volúmenes de tejido mayores, de modo que entre ambos se cancelen posibles errores.

El promedio de los valores de la TLC fue unos 200 ml mayor por el método radiológico que por el método de dilución con helio. Estos datos están de acuerdo con los hallados por *Bedel y colaboradores*³ y *Barnhård y colaboradores*,² quienes informan diferencias de 1,091 y 0,81, respectivamente, en adultos enfisematosos. Esta discrepancia entre los dos métodos de medida tiene como causa principal la variabilidad del volumen residual, ya que, o bien el helio no se diluye suficientemente en el volumen residual, o bien este volumen varía de un momento a otro del día, pues ya se sabe que la cantidad de gas atrapado en el pulmón de estos pacientes no permanece constante cuando se mide aun varias veces en un mismo día.

En el presente grupo de niños obstructivos crónicos se halló que el coeficiente de variación del RV fue del 61% en el método de dilución, lo cual demuestra que al usar un gas de baja densidad como el helio, capaz de difundir hacia unidades respiratorias parcialmente obstruidas, esta medición directa detecta volúmenes residuales aumentados y muy variables entre los niños estudiados. En igual sentido se comportó el RV por radiología, lo que también se reflejó en el índice RV/TLC. La medición de la FRC y la TLC estuvo dentro del rango de variabilidad aceptado, lo cual puede explicarse por el hecho de que la capacidad vital (VC) es menor cuando el RV es mayor y viceversa, y el volumen de reserva espiratoria hace el mismo ajuste al medir la FRC. Los valores de la FRC y la TLC, muy semejantes por ambos métodos usados, contribuyen a validar el método radiológico de la elipse en niños con enfermedad obstructiva crónica.

CONCLUSIONES

La medición de la TLC tuvo valor promedio y variabilidad semejante cuando se utilizó el método de dilución con helio y la radiología, sin significación en el análisis de la covarianza. Es recomendable, por tanto, el uso del método radiológico que aquí se describe para la estimación de un

volumen que, como la TLC, no puede hacerse por espirometría. En niños obstructivos crónicos, la estimación de la capacidad vital por cualesquiera de los métodos simples y rápidos que existen, que requieren únicamente un solo y fuerte "soplido" del niño examinado, permite conocer su volumen residual ($TLC - VC = RV$). Según se analiza en el trabajo, este valor del RV no es significativo con el hallado por dilución y constituye un signo de atrapamiento de aire, patognomónico de la enfermedad obstructiva crónica, al alcance de la mayor parte de los servicios hospitalarios.

Agradecimiento

Agradecemos la colaboración brindada por el Instituto de Medicina del Trabajo para la utilización del FRC computer, así como la ayuda del doctor *Jesús Rodríguez* y del técnico *Juan Valdivieso*. Igualmente queremos reconocer el trabajo de los estudiantes de quinto año de medicina *Isis Cancio*, *Alejandro Gómez* y *Pedro González* en esta investigación.

SUMMARY

Hernández Najarro, R.; A. Barber Gutiérrez. *Roentgenographic determination of total lung capacity*. Rev Cub Ped 56: 6, 1984.

Pulmonary volume that can not be measured by displacement in a spirometric equipment face the difficulty of requiring gas dilution techniques, which sometimes can not be performed in some hospital services or in children. A method to determine, at least, total capacity (TLC) has been developed since several years ago and recently, has been reconsidered because its easy application. It is the roentgenographic method for TLC measurement. The object of this paper is to expose such method in detail and to apply it to children undergoing chronic obstructive disease to correlate their values with those found in the same children when applying helium dilution method in order to know if accuracy of the method is good enough to use in the pediatric clinic with this type of patient, since it has been trusty in healthy elder and young adults showing a highly positive correlation. Covariance analysis of results showed non-significant values among TLC values, either for those functional residual capacity, although both tests showed a great variability for residual volume (RV), typical of these patients. The paper considers the test is validated and its use is proposed.

RÉSUMÉ

Hernández Najarro, R.; A. Barber Gutiérrez. *Détermination de la capacité pulmonaire totale par la méthode radiologique*. Rev Cub Ped 56: 6, 1984.

Les volumes pulmonaires qui ne peuvent pas être mesurés par déplacement dans un appareil spirométrique, ont la difficulté d'imposer l'emploi de techniques de dilution des gaz, ce qui parfois ne peut pas se réaliser dans certains services hospitaliers ou chez des enfants. Depuis plusieurs années on a développé une méthode qui détermine au moins la capacité pulmonaire totale (CPT), et dernièrement on a réconsidéré cette méthode étant donné sa facilité d'application. Il s'agit de la méthode radiologique pour mesurer la CPT. Le but de ce travail est d'exposer en détail cette méthode et de l'appliquer chez des enfants atteints d'une maladie obstructive chronique, en vue d'établir une corrélation entre ses valeurs et les valeurs obtenues chez les mêmes enfants mais par la méthode de dilution avec de l'hélium, afin de connaître si l'exactitude de la méthode est suffisante pour son emploi en clinique pédiatrique avec ce type de patient, puisque l'épreuve s'est avérée fiable chez les personnes âgées et chez les jeunes adultes sains; la corrélation

obtenue a été hautement positive. L'analyse de covariance des résultats ne montre pas de signification entre les valeurs de la CPT ni la capacité résiduelle fonctionnelle obtenues par radiologie et par dilution, quoique les deux épreuves montrent une grande variabilité du volume résiduel (VR), caractéristique de ces patients. Les auteurs considèrent l'épreuve valable et ils proposent son emploi.

BIBLIOGRAFIA

1. *McBride, J. T.; M. E. B. and Wohl*: Pruebas de función pulmonar. Clin Med Pediatr 3: 1979.
2. *Barnhård, H. J.; J. A. Pierce; J. W. Joyce; J. H. Bates*: Roentgenographic determination of total lung capacity. Am J Med January, 1960.
3. *Bedell, C. N.; R. Marshall; A. B. DuBois; J. H. Jr. Comroe*: Plethysmographic determination of the volume of gas trapped in the lungs. J Clin Invest 35: 1956.
4. *Cobb, S.; D. J. Blodgett; K. B. Olson; A. Stranahan*: Determination of total lung capacity in disease from routine chest roentgenograms. Am J Med January, 1954.
5. *Gibson, J. G.; W. A. Jr. Evans*: Clinical studies of the blood volume. The relation of plasma and total blood volume to venous pressure, blood velocity rate, physical measurements, age and sex in ninety normal humans. Citado por Barnhård, referencia 2.
6. *Yu, P. N.*: Pulmonary blood volume in health and disease. Philadelphia, Lea and Febiger, 1969. P. 86. Citado por: *Barret, A. W.; P. D. Clayton; C. R. Lambson; A. H. Morris*: Computerized roentgenographic determination of total lung capacity. Am Rev Respir Dis 113: 1976.
7. *Ebert, R. V.; C. W. Borden; H. S. Wells; R. H. Wilson*: Studies of the pulmonary circulation. I. The circulation time from the pulmonary artery to the femoral artery and the quantity of blood in the lungs in normal individuals. J Clin Invest 28: 1949.
8. *Sackner, M. A.; K. A. Feisal; A. B. DuBois*: Determination of tissue volume and CO₂ dissociation slope of the lungs of man. J Appl Physiol 19: 1964.
9. *Barret, W. A.; D. D. Clayton; C. R. Lambson; A. H. Morris*: Computerized roentgenographic determination of total lung capacity. Am Rev Respir Dis 113: 1976.
10. *Bencowitz, H. Z. J. W. Shigeoka*: Radiographic total lung capacity determination aided by a programmable calculator. Am Rev Respir Dis 122: 1980.

Recibido: 22 de enero de 1984.

Aprobado: 20 de febrero de 1984.

Dr. Roberto Hernández Najarro
Hospital "William Soler"
San Francisco 10112
La Habana 8.