



Ciudad Sanitaria Virgen del Rocío. Sevilla
Departamento de Medicina Interna.
Servicio de Aparato Respiratorio.

COMPARACION ENTRE LOS METODOS PLETISMOGRAFICO Y ESPIROGRAFICO PARA LA DETERMINACION DE LA CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL Y EL VOLUMEN RESIDUAL

J. Castillo Gómez, M. Díaz Fernández, J. Rey Pérez y J. López Mejías.

Introducción

La capacidad residual funcional (C.R.F.) y el volumen residual (V.R.), pueden ser medidos por tres métodos principalmente:

1. Dilución con Helio (He) en circuito cerrado.
2. Radiológico.
3. Pletismográfico.

En este trabajo nos hemos ocupado del primero y del último.

Los valores obtenidos en el estudio comparativo de ambos métodos podrían ser iguales o diferentes, según que las determinaciones fueran realizadas en personas sanas, en neumopatías restrictivas o en bronconeumopatías crónicas obstructivas. La mayoría de los autores¹⁻⁶ están de acuerdo en que los valores, por uno y otro métodos, no difieren en las personas sanas ni tampoco en las bronconeumopatías restrictivas. Otros^{7, 8} consideran que en estos dos grupos, los valores pletismográficos son más elevados que los espirográficos.

Estas discordancias aumentan cuando las determinaciones se realizan en las bronconeumopatías obstructivas crónicas y parece lógico aceptar que el método de dilución por

He debe dar valores más bajos que los pletismográficos por las razones ya conocidas de zonas aéreas aisladas, que no participan en los intercambios gaseosos y que no son detectadas por el método espirográfico y sí por el pletismográfico. También, dependiendo de la técnica que se realice, las zonas con dificultad para su ventila-

ción pueden ser causa de error o de discordancia en el sentido negativo, para los valores obtenidos mediante el método de dilución por He. Es por esta causa por la que, casi todos los autores¹⁻⁸ encuentran que en las bronconeumopatías obstructivas crónicas, los valores espirográficos son menores que los pletismográficos. Sin em-

TABLA I
Normales

C.R.F. He	V.R. He	C.R.F. PI	V.R. PI	C.R.F. PI-C.R.F. He	V.R. PI-V.R. He
2.398	1.355	2.100	1.080	- 298	- 6
2.725	938	2.950	1.350	225	412
2.561	525	2.250	1.000	- 311	475
3.379	2.251	3.300	1.400	- 79	- 851
3.052	1.500	3.550	1.650	498	150
4.033	1.944	4.150	1.550	117	- 394
2.725	870	3.250	1.700	525	830
1.744	1.266	2.000	1.450	256	184
2.943	2.222	2.500	-	- 443	-
3.597	1.306	3.850	1.650	253	344
2.915 ± 615	1.417 ± 546	2.990 ± 715	1.283 ± 320		



TABLA II
Neumopatías Restrictivas

C.R.F. He	V.R. He	C.R.F. Pl	V.R. Pl	C.R.F. Pl-C.R.F. He	V.R. Pl-V.R. He
1.744	1.144	1.690	-	- 54	-
4.360	2.370	4.500	2.550	140	180
3.161	2.090	2.500	1.000	- 661	- 1.090
2.943	2.105	2.900	1.950	- 43	- 55
2.725	1.625	3.000	2.450	275	825
1.199	830	1.760	1.470	561	640
2.688 ± 1.016	1.694 ± 553	2.725 ± 940	1.884 ± 586		

TABLA III
Afección de vías aéreas pequeñas

C.R.F. He	V.R. He	C.R.F. Pl	V.R. Pl	C.R.F. Pl-C.R.F. He	V.R. Pl-V.R. He
5.450	3.666	5.400	4.250	- 50	584
3.379	2.007	3.700	2.850	321	843
2.834	1.611	3.200	1.850	366	239
2.943	1.340	3.200	2.170	257	830
5.232	3.070	4.950	1.600	282	- 1.470
3.815	2.202	4.700	3.250	885	1.048
2.398	1.170	3.300	2.300	902	1.130
3.488	2.800	3.000	1.650	- 448	- 1.150
2.452	1.265	2.850	2.200	398	935
3.554 ± 1.051	2.125 ± 835	3.811 ± 895	2.457 ± 811		

TABLA IV
Asma bronquial

C.R.F. He	V.R. He	C.R.F. Pl	V.R. Pl	C.R.F. Pl-C.R.F. He	V.R. Pl-V.R. He
2.616	1.260	3.490	2.090	874	830
2.725	789	3.900	2.050	1.175	1.261
4.469	3.244	4.450	3.500	- 19	256
3.052	2.405	3.160	2.510	108	105
6.213	5.316	7.200	6.850	987	1.534
4.360	2.450	4.300	1.500	- 60	- 950
4.033	1.688	5.050	2.850	1.017	1.162
4.033	2.342	4.100	700	67	- 1.642
4.469	3.680	4.150	3.000	- 319	- 680
3.052	1.0508	3.900	1.650	848	142
2.997	2.376	3.325	2.875	328	499
3.819 ± 1.020	2.514 ± 1.169	4.275 ± 1.056	2.547 ± 1.527		

bargo Reichel, manteniendo al enfermo en el circuito cerrado el tiempo necesario hasta la estabilización de la concentración de He y haciendo varias capacidades vitales durante este tiempo, observa en 115 enfermos que

los resultados obtenidos son prácticamente iguales a los pletismográficos. Nuestro objetivo ha sido comparar los valores obtenidos por ambos métodos en personas normales y en distintos enfermos neumológicos.

Material y métodos

En el método de dilución por He hemos utilizado el Volumograph Minhard con el analizador UG-45. En el pletismográfico, el pletismógrafo Jaeger de volumen constante y la determinación de la C.R.F. se ha realizado, por el método de interrupción. El tiempo mínimo del sujeto en el circuito cerrado espirográfico ha sido de 20 minutos y este tiempo se ha superado en muchos casos hasta lograr la estabilización total de los valores. Se han realizado un mínimo de cuatro capacidades vitales en este tiempo. Todas las determinaciones han sido hechas en la misma mañana, comenzando con el método de dilución y, a continuación, el pletismográfico. Todo los volúmenes espirográficos han sido corregidos a BTPS. Los grupos estudiados y los criterios diagnósticos para cada uno de ellos, han sido los siguientes:

1. Personas sanas: Hemos exigido falta de antecedentes personales y no presentar sintomatología alguna con radiografías y espirografía normales (10 casos).
2. Afección de vías aéreas pequeñas: se trata de enfermos con sintomatología variada, pero con F.E.V₁ % normal, M.M.E.F. bajo y resistencias de vías aéreas normales. (9 casos).
3. Neumopatías restrictivas: Son fibrosis pulmonares diagnosticadas mediante radiología y exploración funcional y, en dos de ellas, anatomía patológica. (6 casos).
4. Asma bronquial fuera de crisis: El diagnóstico ha sido hecho por criterios clínicos, alergológicos y funcionales. (11 casos).
5. Bronconeumopatías obstructivas crónicas: Tres enfisemas, cuatro bronquitis crónicas y cuatro pertenecientes al Grupo X, según los criterios clásicos de Nash, Briscoe y Courmand.

Comentarios

Los valores obtenidos pueden observarse en las Tablas I-V.

En la Tabla I se puede ver los resultados obtenidos de C.R.F. y V.R., en personas normales así como de la diferencia entre ambas. En la columna inferior se puede observar la media aritmética con la desviación standard. En cuatro casos la C.R.F. por He ha sido mayor que la pletismográfica, aunque los límites de variación no han superado nunca los 500 c.c. de diferencia, tanto por uno u otro método. Sin embargo, en el volumen residual, los casos 4 y 8 muestran una diferencia de 830 y 851 c.c. que es debida a la no igualdad del volumen de reserva espiratorio, factor éste que hace que existan más causas de error en la determinación del V.R. que en la de la C.R.F.

En la Tabla II pueden observarse los resultados obtenidos de las neumopatías restrictivas, Los resultados son prácticamente superponibles y hay que hacer notar de nuevo que las discordancias entre V.R. y C.R.F. son más notables con respecto al primero, debidas al error introducido por el volumen de reserva espiratoria.

En la afección de vías aéreas pe-

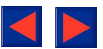


TABLA V
Bronconeumopatías crónicas obstructivas

C.R.F. He	V.R. He	C.R.F. Pl	V.R. Pl	C.R.F. Pl-C.R.F. He	V.R. Pl-V.R. He
6.322	5.070	6.900	5.800	578	730
3.488	2.710	4.050	3.250	562	540
6.104	5.006	7.500	6.850	1.396	1.844
3.597	2.448	4.250	3.700	653	1.252
6.104	4.406	5.150	4.650	— 954	244
6.540	4.697	10.515	8.965		
7.739	6.307	9.900	8.600	2.161	1.993
8.066	2.000	9.400	7.550	1.334	5.550
5.886	4.889	6.500	5.150	614	261
5.559	4.225	6.075	5.225	516	1.000
5.123	3.851	5.400	4.500	277	649
2.943	2.475	3.025	2.775	82	300
5.341	3.284	5.350	3.950	9	666
5.600 ± 1.480	3.951 ± 1.236	6.462 ± 2.234	5.458 ± 1.916		

queñas los resultados son prácticamente idénticos, sucediendo exactamente igual con el V.R. (tabla III).

En la Tabla IV hemos estudiado 11 enfermos diagnosticados de asma bronquial y fuera de crisis de disnea paroxística en los que se podría pensar en diferencias importantes entre uno y otro método. Sin embargo, sólo existe una diferencia de 400 c.c. aproximadamente en el valor medio de C.R.F. y de 33 c.c. en el de V.R.

Prácticamente lo mismo, aunque con una diferencia algo mayor, sucede en las bronconeumopatías obstructivas crónicas (Tabla V), con respecto a C.R.F., aunque el V.R. varía de una forma muy llamativa.

El estudio estadístico realizado mediante el test de Grosse-Student (Tabla VI) nos muestra que la C.R.F. por ambos métodos y en todos los grupos estudiados, no tiene ninguna significación entre uno y otro métodos. Es decir, pertenecen al mismo grupo y nuestros resultados, por tanto, están de acuerdo con los obtenidos por Reichel⁹. Las variaciones del V.R. y la

clara significación en las bronconeumopatías obstructivas crónicas, pensamos que son producidas por la determinación del volumen de reserva espiratorio que, para nosotros, es una causa importante de error.

Conclusiones

La determinación de la C.R.F. por el método espirográfico; sin límite de tiempo y haciendo varias capacidades vitales hace que, salvo casos aislados, no existen diferencias significativas entre las determinaciones espirográficas y pletismográficas.

El volumen de reserva espiratorio es una gran fuente de error en la determinación del V.R., sobre todo en las bronconeumopatías obstructivas crónicas.

Resumen

Se comparan los valores de Capacidad Residual Funcional y Volumen Residual en 10 personas sanas y 37 enfermas, obtenidas mediante el mé-

TABLA VI
Test de Grosse-Student

Normales: CRFPI - CRFHe P > 0,40 VRPI - VRHe P > 0,45	Vías aéreas pequeñas: CRFPI - CRFHe P > 0,30 VRPI - VRHe P > 0,20
Neumopatías restrictivas: CRFPI - CRFHe P > 0,30 P > 0,47	Bronconeumopatías obstructivas crónicas: CRFPI - CRFHe P > 0,15 VRPI - VRHe P < 0,005
	Asma bronquial CRFPI - CRFHe P > 0,20 VRPI - VRHe P < 0,01

todo pletismográfico y de dilución por He en circuito cerrado. No existen diferencias significativas en cuanto se refiere a la C.R.F. en ninguno de los grupos estudiados.

Las diferencias observadas en el V.R. por ambos métodos son debidas al error producido por el volumen de reserva espiratorio.

Summary

COMPARISON BETWEEN THE PLETHYSMOGRAPHIC AND SPIROGRAPHIC METHODS FOR THE DETERMINATION OF THE FUNCTIONAL RESIDUAL CAPACITY AND THE RESIDUAL VOLUME

The authors compare the values of the functional residual capacity and the residual volume in 10 healthy persons and in 37 patients, obtained by the pletismographic method (dilution by He in closed circuit). The authors observed that there were no significant differences with respect to the F.R.C. in any of the groups studied.

The differences observed in the R.V. by both methods were due to an error produced by the expiratory reserve volume.

BIBLIOGRAFIA

- AUREIN, R.; KELLER, R.; HOES, H. y HERZOG, H.: Valeurs theoriques nouvelles de l'exploration de la fonction ventilatoire du poulmon. *Bull. Phys-Path. Resp.*, 6: 317, 1970.
- BEDELL, GN., MARSHALL, R., DU-1 OIS, AB. y COMROE, JH.: Pletismographic determination of the volume of gas trapped in the lung. *J. Clin. Invest.*, 35: 664, 1956.
- HERZOG, H., KELLER, E., AMREIN, R., MATHIS, H. y JOOS, J.: Patterns of correlation of pulmonary function values determined by spirometry and body pletismography. *Progr. Resp. Res.*, vol 4, pag. 205. Karger. Basilea, Nueva York, 1969.
- FRIEMEL, F., ZELLER, N., ATLAN, G., JORDE, Am., CLAUZEL, AM., LAURENT,

- D. y CHRETIEN, J.: Mesure des volumes pulmonaires par dilution, pletismographie et evaluation radiologique. Etude comparative. *J. Franc. Med. Chir. Thor.*, 23: 43, 1972.
- GERMOUTY, J., CHARRUYER-LATRILLE, G., BOYER, M., CHARLES, A., JAUBERT, A., CHATELUT, J., CHANTEGREIL, D. y GERMOUTY, C.: La mesure de la capacite résiduelle fonctionnelle. Comparison de trois methodes: spirometrique, radiologique et pletismographique chez 100 adultes normaux. *Poumon et Coeur*, 26: 589, 1970.
- WEITZENBLUM, E., GOETTELMMANN, M. P., ROESLIN, N., ROEGEL, E. y OUDET, P.: Mesure des volumes pulmonaires statiques par les methodes spirometrique, pletismographique et radiologique: confrontation des resultats chez des sujets sains et des sujets atteints

- de bronchopneumopathie chronique obstructive. *Poumon et Coeur*, 30: 339, 1974.
- CORBEEL, L.J.: Comparison between measurements of functional residual capacity and thoracic gas volume in chronic obstructive pulmonary disease. *Progr. Resp. Res.*, vol 4, pag. 194. Karger. Basilea, Nueva York, 1969.
- GIELEN, M.J. y BENEKEN-KDNER, H.: A comparative study of measurements in a constant volume and constant pressure body pletismograph. *Bull. Phys-Path. Resp.*, 7: 93, 1971.
- REICHEL, G.: Differences between intrathoracic gas measured by the body pletismograph and functional residual capacity determined by gas dilution methods. *Progr. Resp. Res.*, vol. 4, pag. 188. Karger. Basilea, Nueva York, 1969.