

PRESION DE OCLUSION. FORMAS DE MEDICION

J.M. MONTSERRAT, C. PICADO, J. CANET, P. CASAN y J. SANCHIS

Hospital Clínic. Hospital de la Sta. Creu y S. Pau. Barcelona.

Se analiza las diferentes formas de medir la presión de oclusión (po) (P0.1, P0.15, P0.20, P50-100 y Dp/Dt) tanto en reposo como durante el ejercicio en un grupo de ocho sujetos sanos a fin de valorar que índice es el más reproducible. La P0.1, P0.15 y P0.20 son las que presentan unos coeficientes de variación (CV) más bajos y en consecuencia son los más recomendables a utilizar. De estos tres parámetros, los CV intraindividuales (aprox. 20 %) son inferiores a los interindividuales (aprox. 33 %). Durante el ejercicio los CV intraindividuales disminuyen (aprox. 15 %), en cambio se incrementan los interindividuales (aprox. 50 %). Dada la magnitud de la variabilidad mostrada por el grupo frente a la aceptable variabilidad intraindividual, es aconsejable limitar la medición de la presión de oclusión a los parámetros antes reseñados y a estudios seriados en el mismo individuo, pues las comparaciones de datos entre grupos diferentes, especialmente en aquellos con un reducido número de casos tiene el inconveniente de la amplia variabilidad de la po.

Arch Bronconeumol 1987; 23:285-288

Introducción

La presión de oclusión (po) refleja la transformación mecánica del impulso procedente de los centros respiratorios y es, en la actualidad, la técnica más conocida y empleada para valorar la actividad central¹⁻³. Se ha propuesto medir la po en intervalos diferentes: durante los primeros 100 msg, 150 msg, 200 msg y también entre los 50-100 msg de iniciada la inspiración⁴⁻⁶. Algunos autores han empleado como expresión de la po el incremento de la presión con relación al tiempo (Dp/Dt en el inicio de la inspiración)⁷.

El propósito del presente trabajo es analizar las diferentes formas de medición de la po, tanto en reposo como durante el ejercicio con el fin de va-

Occlusion pressure. Measurements and variability

In order to assess which was the most reproducible index, we compare several ways of measuring the occlusion pressure (p.o.) (P0.1, P0.15, P0.15, P0.20, P 50-100 and Dp/Dt) both at rest and during exercise in a group of 8 healthy volunteers. P0.1, P0.15 and P0.20 showed the lower variation coefficients (CV) and their use is therefore recommended. The intraindividual CVs of these three parameters were lower (approx. 20 %) than the interindividual CVs (approx. 33 %). Intraindividual CV values decreased (approx. 15 %) while on the contrary interindividual values increased (approx. 50 %) during exercise. Considering the degree of variability shown by this group in comparison to the acceptable intraindividual variability values, we believe that it is advisable to restrict the measurement of occlusion pressure to the above mentioned parameters. We also recommend to use a series of measurements in the same subjects since data comparison between different groups, specially when dealing with low numbers of subjects, has the drawback of the wide variability of occlusion pressure.

lorar que índice es el más reproducible y útil en el laboratorio.

Material y método

Grupo de estudio

Se estudió un grupo de ocho varones sanos no fumadores cuya edad media era de 30 años (25-34). En todos ellos se constató ausencia de signos o síntomas de enfermedad, presentaban una exploración física normal y una espirometría forzada dentro de los valores de referencia.

Técnicas

Presión de oclusión: mientras el sujeto respiraba a través de una válvula bidireccional (Rudolph 1400) portando unas pinzas nasales se ocluía mediante un sistema neumático la rama inspiratoria de la válvula durante la parte final de la espiración, de modo que en la siguiente inspiración el individuo generaba una presión negativa en oclusión que era medida lo más cerca posible de la boca con un transductor de presión (Hewlett-Packard 8805 C). La presión negativa generada se inscribía en un registrador

Recibido el 14-1-1987.

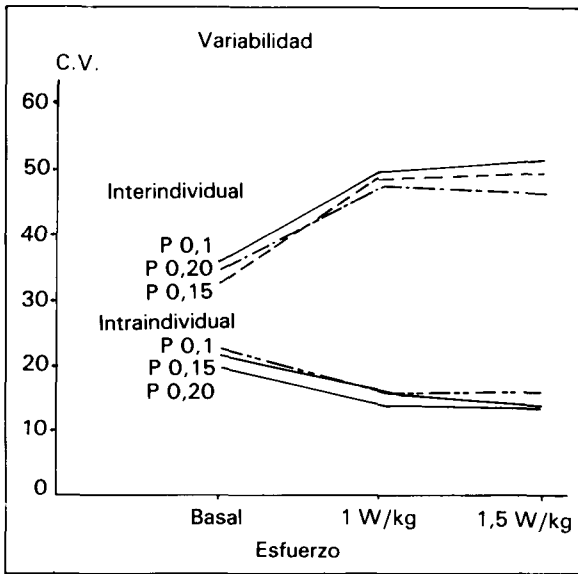
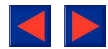


Figura 1

gráfico X-Y (Hewlett-Packard 7041) a una velocidad de 80 mm/sg. Las oclusiones eran insonoras y se realizaban sin que el individuo lo advirtiera, con una cadencia irregular hasta conseguir al menos 10 curvas con buena configuración. De la curva de presión se median los puntos correspondientes a los 100, 150 y 200 msg de iniciada la inspiración. Se analizó también la presión generada entre los 50-100 msg de la inspiración así como el incremento de la presión respecto al tiempo (Dp/Dt) en fracciones

de 0,05 s, a partir del inicio de la inspiración hasta los 200 ms de oclusión. Todas las mediciones fueron realizadas por un mismo técnico.

Prueba de esfuerzo: Se practicaron dos test de esfuerzo mediante una bicicleta ergométrica (ELEMA 380) con una carga de 1 y de 1,5 watts por kg de peso respectivamente. Cada carga se mantenía durante 15 minutos y las mediciones de la po se tomaban durante los últimos 8 minutos una vez alcanzado el estado estable (frecuencia cardiaca constante). Durante el esfuerzo se procuraba que el individuo mantuviera un número constante de revoluciones del cicloergómetro (60 por minuto).

Procedimiento

Los voluntarios sanos acudieron al laboratorio por la tarde en las siguientes condiciones: no haber comido en las últimas 3 horas, no haber ingerido fármacos ni bebidas estimulantes en las últimas 24 horas y haber descansado al menos 30 minutos antes del inicio de la prueba. El individuo se sentaba en la bicicleta ergométrica y respiraba aire ambiente a través de una válvula bidireccional. Al cabo de 3-4 minutos de respiración basal sin esfuerzo alguno y sin pedaleo se tomaban 10 registros de la presión de oclusión que mostraran una buena morfología. Tras 5 minutos de descanso se repetía el proceso de nuevo en condiciones basales.

A continuación se iniciaba el ejercicio con una carga de 1 watt por kg de peso; tras 7-8 minutos de ejercicio y cuando alcanzaba el estado estable se procedía a la toma de 10 registros de la po. A continuación se incrementaba la carga a 1,5 watts por kg de peso y de nuevo se tomaban 10 registros de la po. Todo este proceso se repetía tras 30 minutos de descanso. Como valores se tomaban la media de cada serie de 10 mediciones válidas.

La variabilidad de las diferentes formas de medir la po y el Dp/Dt se valoró analizando los CV intra e interindividuales, así como mediante el análisis de la variancia (ANOVA) de dos vías, tomando la F de filas como la variación interindividual y la F de columnas como la intraindividual.

TABLA I
Presiones de oclusión y Dp/Dt. Valores medios en reposo y ejercicio (cm de H₂O).

	Basal	1 W/Kg	1,5 W/Kg
PO,1	3,19 ± 1,14	15,39 ± 7,69	28,4 ± 14,76
PO,15	5,17 ± 1,8	20,12 ± 9,6	38,4 ± 18
PO,20	6,77 ± 2,23	25,99 ± 12,73	46,4 ± 23,2
P50-100	1,76 ± 0,73	7,36 ± 3,9	13,2 ± 6,6
Dp/Dt 0-0,05	30,63 ± 10,90	159,00 ± 62	304,3 ± 164
Dp/Dt 0,05-0,1	35,26 ± 15,46	147,37 ± 60,4	267,0 ± 134
Dp/Dt 0,1-0,15	37,38 ± 14,9	110,95 ± 46,6	200,6 ± 98,29
Dp/Dt 0,15-0,20	31,46 ± 12,22	101,11 ± 65,7	160,1 ± 120

TABLA II
Coefficientes de variación en % de las presiones de oclusión y Dp/Dt. En condiciones basales y durante el esfuerzo

	Inter-individual			Intra-individual		
	Basal	1 W/Kg	1,5 W/Kg	Basal	1 W/Kg	1,5 W/Kg
PO,1	36	50	52	23	16	16
PO,15	35	48	47	22	16	14
PO,20	33	49	50	20	14	13,7
P50-100	42	53	50	28	18	18
Dp/Dt 0-0,05	36	39	54	27	22,7	27,12
Dp/Dt 0,05-0,1	41	41	51	27	22,3	21
Dp/Dt 0,1-0,15	40	42	49	26,8	25,7	29,3
Dp/Dt 0,15-0,20	39	65	75	29,3	42,2	45,6



Resultados

La tabla I muestra los datos medios de las diferentes mediciones de la presión de oclusión y Dp/Dt.

La tabla II muestra los CV intra e interindividuales para las diferentes formas de medición de la po y Dp/Dt. La figura 1 expresa gráficamente los CV intra e interindividual para la po en relación con el pedaleo a las diferentes cargas.

Los CV de la po y el Dp/Dt son mucho menores cuando se valoran intraindividualmente. Con el esfuerzo la po muestra, en general, menor variabilidad intraindividual y mayor interindividual. La $P_{0,2}$ es la que presenta un menor CV aunque por escaso margen.

Con respecto al Dp/Dt (tabla II); el CV intraindividual en el intervalo 0,05-0,1 disminuye con el esfuerzo, en el intervalo 0,15-0,20 aumenta y no varían en el resto. Interindividualmente, al igual que para las po, hay un gran incremento de los CV con el esfuerzo.

La variabilidad de la po se comparó además mediante un ANOVA de 2 vías entre las dos diferentes variabilidades; en condiciones basales, 1 watt/kg de peso y 1,5 watt/kg de peso. La F de filas (interindividual) muestra una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). La F entre columnas (intraindividual) no es significativa. De ello se deduce que para cada una de las tres situaciones (reposo, 1 watt y 1,5 watt) no existen diferencias estadísticamente significativas entre la variabilidad de las distintas mediciones tomadas a cada sujeto en las diferentes situaciones (variabilidad intraindividual). En cambio, las diferencias intergrupos sí fueron significativas.

Discusión

La forma más frecuentemente utilizada para valorar la po ha sido su medición durante los primeros 100 msg ($P_{0,1}$)². Algunos autores, sin embargo, sugieren que la po durante los primeros 200 msg o la medida entre los 50-100 msg de iniciada la inspiración sería un parámetro más exacto para la evaluación del impulso central^{6,8}. La razón se fundamenta en que al inicio de la oclusión la presión se tornaría negativa de un modo gradual y no inmediata, debido a la compliancia de la vía aérea superior⁹⁻¹¹. Este fenómeno ha motivado incluso que algunos autores midan la $P_{0,1}$ a partir de los primeros 0,1 KPa de presión negativa¹², despreciando los cambios iniciales por considerarlos muy variables y muy influidos por la compliancia de la vía aérea.

En nuestro trabajo se observa como los CV intraindividuales son similares para la $P_{0,1}$, $P_{0,15}$ y $P_{0,2}$, y en cambio son más elevados para la P50-100. Durante el ejercicio los CV intraindividuales disminuyen en una magnitud similar. De todos los

parámetros estudiados, el que tiene un menor CV intraindividual es la $P_{0,2}$. Los CV interindividuales son más elevados que los intraindividuales y son similares para la $P_{0,1}$, $P_{0,15}$ y $P_{0,2}$. El CV P50-100 es también el más elevado de todos los interindividuales. Durante el ejercicio todos los CV interindividuales se incrementan. También en este caso la $P_{0,2}$ y la $P_{0,15}$ son los que presentan unos menores CV.

Como consecuencia de los resultados anteriores puede adivinarse que la P50-100 no es recomendable dada su amplia variabilidad. Del resto de las variables, la $P_{0,2}$ es la que presenta menor variabilidad aunque las diferencias con la $P_{0,1}$ y las $P_{0,15}$ son muy escasas.

El diseño del presente estudio tiene, sin embargo, una serie de limitaciones a la hora de sustentar la afirmación anterior. Dado el elevado valor numérico de la po debido seguramente a un incremento del espacio muerto del sistema y a la posición sentado sobre una bicicleta en actitud de pedalear, los datos deben de analizarse con precaución. Las magnitudes elevadas de la po podrían dar lugar a una desaparición de la lentificación inicial de la curva de presión y, en consecuencia, ser preferible, como algunos autores propugnan, la medición de la po despreciando los primeros 0,1 KPa de presión negativa, o estimada por el procedimiento de extrapolación retrógrada.

Los CV del Dp/Dt son globalmente más elevados que los CV de la po. Intraindividualmente, todos los CV presentan valores similares aunque durante el ejercicio el que más disminuye es el del Dp/Dt 0,05-0,1. Interindividualmente, el que presenta un menor coeficiente de variación es el Dp/Dt 0-0,05, aunque por escaso margen. Durante el ejercicio, al igual que para las po los CV, se incrementan.

En el presente estudio, los Dp/Dt máximos en condiciones basales corresponden a los Dp/Dt 0,10-0,15 y 0,05-0,10. Ambos muestran unos CV similares. En cambio, durante el ejercicio el Dp/Dt máximo es el inicial, o sea el Dp/Dt 0-0,05, siendo también menores sus CV. Todo ello sugiere, de acuerdo con Matthews y Howell⁷, que cuando se emplea el Dp/Dt como expresión del impulso central la mejor variable a utilizar es el Dp/Dt máximo.

Como consecuencia de los anteriores resultados puede concluirse que la medición de la po es más recomendable que la del Dp/Dt a la hora de valorar el impulso central dada, su menor variabilidad y, por ende, su mayor reproducibilidad.

La diferencia entre los CV de la po y los Dp/Dt podría explicarse del modo siguiente: la oclusión de la vía aérea da lugar a una rápida adaptación que progresivamente disminuye con el tiempo. Esto explicaría al menos en parte los elevados CV en los Dp/Dt finales. Por otra parte, la variación de la po al principio estaría estrechamente relacio-



nada con los cambios rápidos de la presión negativa que más tarde se estabilizaría, por lo cual la P0.2 tendría menor variación.

Durante el ejercicio, al igual que durante otras sobrecargas, los CV intraindividuales disminuyen pero, en cambio, los interindividuales aumentan, dado lo variable de la respuesta individual al esfuerzo.

Nuestros datos coinciden con los de otros autores. Burki et al¹³ comparan los CV de los Dp/Dt máximos con los de la po y observan unos CV sensiblemente inferiores para la po. Yoshida et al⁸ estudian también los CV de la po y Dp/Dt en condiciones basales y durante un estímulo con CO₂. Encuentran que los CV disminuyen con el tiempo siendo más bajos para la P0.2. En cambio para los Dp/Dt los CV más bajos corresponden al Dp/Dt 0,075. Durante la ventilación estimulada con CO₂, los CV también disminuyen.

De este trabajo se deduce que para la medición de la po es recomendable utilizar cualquiera de las tres siguientes: P0.1, P0.15, P0.2. Además del análisis de los CV intra e interindividual así como de la observación del ANOVA de 2 vías se puede deducir que existe una aceptable variabilidad intraindividual, pero en cambio existe una elevada variabilidad interindividual. La magnitud de la variabilidad mostrada por el grupo frente a la aceptable variabilidad intraindividual hace aconsejable limitar la aplicación de la po a estudios seriados en el mismo individuo y evitar las comparaciones de datos entre grupos diferentes especialmente en aquellos casos con un número reducido de sujetos.

BIBLIOGRAFIA

1. Whitelaw WA, Derenne JPh, Milic-Emili J. Occlusion pressure as a measure of respiratory center output in conscious man. *Respir Physiol* 1975; 23:181-189.
2. Milic-Emili J, Whitelaw WA, Grassino AE. Measurement and testing of respiratory drive. In *Regulation of breathing*. T.F. Hornbein Ed. New-York, Basel. Marcel Dekker Inc. 1981; 675-743.
3. Kryger MH, Yacob O, Anthonisen NR. Effect of inspiratory resistance on occlusion pressure in hypoxia and hypercapnia. *Respir Physiol* 1975; 36:249-260.
4. Lopata M, Fanta J, Evanich MJ, Lourenço RV. Effect of flow resistive loading on mouth occlusion pressure during CO₂ rebreathing. *Am Rev Respir Dis* 1977; 115:73-81.
5. Lopata M, Evanich MJ, Lourenço RV. Relationship between mouth occlusion pressure and the electrical activity of the diaphragm: effect of flow resistive loading. *Am Rev Respir Dis* 1977; 116:449-455.
6. Kryger M, McCullaugh E, Weils A. Aspects of technique which affect precision in mouth occlusion pressure measurement. *Am Rev Respir Dis* 1976; 113:246-247.
7. Matthews AW, Howell JBL. Assessment of responsiveness to CO₂ in patients with chronic airway obstruction by rate of isometric inspiratory pressure development. *Clin Sci Mol Med* 1976; 50:199-205.
8. Yoshida A, Hayashi F, Sasaki K, Masuda Y, Honda Y. Analysis of pressure profile in the occluded airway obtained at the beginning of inspiration in steady-state hypercapnia. *Am Rev Respir Dis* 1981; 124:252-256.
9. Drummond GB, Scott DHT. Thacheal intubation alters the shape of the occlusion pressure wave. *Br J Anaesth* 1980; 52:232-233.
10. Marazzini L, Cavestri R, Gori D, Longhini E. Difference between mouth and esophageal occlusion pressure during CO₂ rebreathing in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1978; 118:1.027-1.058.
11. Murciano D, Aubier M, Bussi S, Derenne J Ph, Pariente R, Milic-Emili J. Comparison of esophageal, tracheal and mouth occlusion pressure in patients with chronic obstructive pulmonary disease during acute respiratory failure. *Am Rev Respir Dis* 1982; 126:837-841.
12. Drummond GB, Fisher J, Zidulka A, Milic-Emili J. Pattern of reduction of ventilatory and occlusion pressure response to CO₂ by pentazocine in man. *Br J Anaesth* 1982; 54:87-96.
13. Burki NK, Michael LK, Chandley BA, Zechman FW. Measurement of mouth occlusion pressure as an index of respiratory center output in man. *J Clin Invest* 1977; 53:117-123.