

## ASMA DE ESFUERZO

J. Castillo Gómez y T. Montemayor Rubio

### Introducción

Por asma de esfuerzo o broncoconstricción inducida por el ejercicio (EIA), entendemos a la broncoconstricción producida por este ejercicio, en un enfermo previamente diagnosticado de asma bronquial. Esta respuesta broncoconstrictora al ejercicio, fue puesta ya de manifiesto, bajo el punto de vista clínico, por Arateus y por John Floyer (1928) <sup>1</sup>, siendo este último el que describió por primera vez, las relaciones entre los distintos tipos de ejercicio y la mayor o menor facilidad de éstos, para producir broncoconstricción tras el ejercicio. Harxheimer <sup>2</sup> en 1946, fue en nuestra época uno de los pioneros en observar este problema.

Tras un olvido largo de este problema, a partir de 1960 se publican numerosos trabajos sobre la EIA, que tocan fundamentalmente los siguientes puntos:

1) La frecuencia de la broncoconstricción inducida por el esfuerzo en enfermos asmáticos, tanto niños como adultos, pero predominando las investigaciones sobre los niños.

2) El tipo de ejercicio que más broncoconstricción produce y que, por tanto, debe ser realizado.

3) Qué parámetros deben ser utilizados para objetivar la broncoconstricción.

4) Las causas etiológicas responsables de la EIA.

5) La importancia del EIA en la terapéutica.

### *Frecuencia de la broncoconstricción inducida por el esfuerzo en enfermos asmáticos*

Silverman y Anderson <sup>3</sup>, en 1972 estudian 97 niños diagnosticados de asma bronquial, a los que someten a un test de esfuerzo y encuentran que la broncoconstricción se produce en el 70 % de los casos, si se toma como índice de obstrucción el Peak-flow en su porcentaje normal de descenso. El 67 % de los casos, si se toma el índice de labilidad y el 86 %, si se emplea el índice de labilidad de Jones <sup>4</sup>.

El propio Jones <sup>4</sup> halla un 91 % de positivities (EIA positivo), tras someter a un ejercicio a niños asmáticos.

Davies <sup>5</sup> consigue el 100 % de broncoconstricciones tras el ejercicio, en enfermos asmáticos. Raimondi <sup>6</sup> el 56 %. Marcelle <sup>7</sup> el 33 % y Peñafiel <sup>8</sup> en nuestro grupo en 1976, el 45 % y en 1979 el 93,3 % <sup>9</sup>. Hay que señalar que Peñafiel empleó dos tipos de ejercicios diferentes en 1976 y 1979.

Las diferencias entre estos autores vienen condicionadas por la elección de los enfermos, el tipo de ejercicio, por los parámetros elegidos para estudiar la broncoconstricción, por las cifras de normalidad empleadas para ver estos cambios y por el porcentaje exigido, para considerar una respuesta normal o patológica.

### *¿Qué tipo de ejercicio debe ser realizado?*

La respuesta del enfermo asmático varía con el tipo, severidad y duración

del test de esfuerzo. Dadas las discordancias existentes entre diferentes autores, Silverman y Anderson <sup>3</sup> estudian la respuesta realizando el esfuerzo con recorrido libre, tapiz rodante, bicicleta ergométrica y natación, concluyendo que el recorrido libre es el que más broncoconstricción produce, seguido del tapiz rodante, la bicicleta ergométrica y, por último, la natación, y que el esfuerzo a que debe ser sometido el enfermo, debe ser de una duración de 6 a 8 minutos, con una velocidad de 5 ó 6 Km/h. y una pendiente de 10 a 15 %. Dado que con el recorrido libre no es posible controlar las alteraciones metabólicas, se inclina por el tapiz rodante como método de elección. Fisher <sup>10</sup> coincide con los autores antes señalados y lo mismo sucede con Fitch y Morton <sup>11</sup>.

### *¿Qué parámetros serán los mejores para detectar la obstrucción bronquial tras el ejercicio?*

Los parámetros más empleados han sido el flujo máximo, utilizado por Jones <sup>4</sup>, Godfrey <sup>12</sup> y Silverman y Anderson <sup>3</sup>. La resistencia de la vía aérea (Raw) ha sido utilizada por Vassallo <sup>13</sup>, Peñafiel <sup>8,9</sup>, Haynes <sup>14</sup>, Zeballo <sup>15</sup>, Shturman <sup>16</sup>, MacNally <sup>17</sup>. El FEV<sub>1</sub> ha sido empleado por prácticamente todos los autores señalados, así como el MMEF. El estudio de los flujos al 25-50-75 % ha sido utilizado por Shturman <sup>16</sup>, McNally <sup>17</sup>, Tinkelman <sup>18</sup>. Dentro de estos parámetros, es el flujo máximo el más utilizado y defendido

por Godfrey<sup>12</sup> y Jones<sup>4</sup>, por su facilidad, economía y reproductibilidad, además de poderlo realizar fácilmente durante el ejercicio. Sin embargo, el hecho de emplear uno u otro parámetro va a estar relacionado con las técnicas utilizadas en cada Laboratorio y la experiencia de cada equipo. Peñafiel<sup>8,9</sup> y Haynes<sup>14</sup>, emplean la resistencia de la vía aérea con buenos resultados. Nosotros<sup>19</sup> pensamos que, tanto la resistencia como el flujo entre el 25 y el 75 % de la VC (MMEF), son unos magníficos parámetros para objetivar la obstrucción bronquial. El problema se plantea con los valores normales empleados en cada Laboratorio y realizados por determinados equipos, o la elección de las tablas teóricas elegidas. Es deseable que los valores normales sean realizados en cada Laboratorio y, a pesar de ello, puedan ser diferentes y, por tanto, los cambios producidos por una broncoconstricción pueden ser considerados normales por un equipo y patológicos por otro.

En nuestra experiencia<sup>19</sup> el FEV<sub>1</sub> es el parámetro más reproducible y el MMEF, la Raw, así como la conductancia son los más precoces en su alteración. Haynes<sup>14</sup> indica que no debe ser un sólo parámetro el utilizado para investigar el asma de esfuerzo, sino que se deben utilizar la mayoría de los parámetros posibles de la mecánica respiratoria y, parece lógico, que los resultados sean mejores aunque la técnica se complique bastante más.

#### *¿Qué causas etiológicas son las responsables de la broncoconstricción inducida por el ejercicio?*

En el momento actual, parece que hay acuerdos en considerar que durante el ejercicio en enfermos asmáticos, se produce una liberación de sustancias broncoconstrictoras o de enzimas precursoras: Sly<sup>1</sup>, Welch<sup>20</sup>, Sandra Anderson<sup>21</sup>, Edmunds<sup>22</sup>. Ahora bien, la causa de esta liberación de sustancias broncoconstrictoras ha sido, y es, muy discutida. Posiblemente sea el estudio de Edmunds<sup>22</sup> el que mejor ponga de manifiesto la posibilidad de liberación de sustancias broncoconstrictoras, durante el ejercicio y el agotamiento de los reservorios de estas sustancias. Demuestra que, si un ejercicio produce una broncoconstricción y este mismo ejercicio se repite a los 30 minutos del primero, la respuesta broncoconstrictora es mucho menos importante.

McNally<sup>17</sup> demuestra que anestesiando la orofaringe, disminuye o desaparece la broncoconstricción tras el

ejercicio, concluyendo que son los receptores orofaríngeos los que juegan un papel importante en el asma de esfuerzo y que la estimulación de estos receptores, puede ser debida al aire frío o a la hiperventilación. Apoyando esta hipótesis se encuentra el trabajo de Strauss<sup>23</sup>, que consigue producir broncoconstricción al aplicar hielo en la mucosa bucal y previniendo esta respuesta anestesiando previamente.

Shturman<sup>16</sup> encuentra que la respiración nasal decrece la broncoconstricción tras el ejercicio y la respiración boca la aumenta y señala que la temperatura del aire inspirado y la humedad de éste, son hechos importantes en el desencadenamiento del asma de esfuerzo. La respiración nasal atenuaría las condiciones del aire inspirado durante el ejercicio y ésta sería la causa de producir menos broncoconstricción.

Zeballos<sup>15</sup> señala el papel de la hiperventilación en la producción del broncospasma tras el esfuerzo y coincide con Shturman<sup>16</sup> que la respiración nasal, minimiza la respuesta broncoconstrictora. Godfrey<sup>24</sup> y Buckley<sup>25</sup> encuentran que la hiperventilación pueda causar broncoconstricción, incluso en personas normales.

Vassallo<sup>13</sup> señala que la hipocapnia tras la hiperventilación, eleva la Raw pero no cambia el valor del FEV<sub>1</sub>. Sin embargo, realizando un test de esfuerzo a enfermos asmáticos, se desarrolla un descenso del FEV<sub>1</sub> que no se anulaba añadiendo CO<sub>2</sub> al aire inspirado, concluyendo que no era la hipocapnia la causa de la broncoconstricción en el EIA.

Deal<sup>26</sup> demuestra que es el intercambio de calor del árbol traqueobronquial durante el ejercicio, el que determina la respuesta broncoconstrictora y que la temperatura y la humedad del aire inspirado, son fundamentales en esta respuesta. En su experiencia, haciendo inspirar aire a 37° C y 80 % de saturación de vapor de agua durante el ejercicio, se inhibe o disminuye de manera significativa el broncospasma.

Chen<sup>27</sup> coincide con estos resultados y Deal<sup>28</sup> señala la mayor facilidad del asmático, para responder a las alteraciones de la composición del aire inspirado.

Gayrard<sup>29</sup> pone de manifiesto que inspiraciones profundas producen broncoconstricción y lo achaca a un reflejo broncoconstrictor vagal, que puede ser inhibido por la atropina. Horton<sup>30</sup> apoya esta hipótesis.

Tinkelman<sup>18</sup> coincide con Gayrard en el sentido que el sulfato de atropina es capaz de inhibir el broncospasma producido por el ejercicio y, por tanto,

da una importancia al sistema parasimpático. No ha dejado de señalar el factor central provocando la broncoconstricción<sup>30</sup>.

El aspecto terapéutico sobre las drogas que inhiben la broncoconstricción tras el esfuerzo en enfermos asmáticos, ha sido estudiada por Peñafiel<sup>9</sup>, Haynes<sup>14</sup> y Sandra Anderson<sup>21</sup> entre otros, demostrando que el cromoglicato disódico y los beta-estimulantes, anulan esta respuesta. Este aspecto ha sido estudiado también por Eggleston<sup>31</sup>.

En esta pequeña revisión bibliográfica hemos podido observar que hay pocos puntos de acuerdo y que el asma de esfuerzo es un hecho real, pero cuya causa etiológica no es conocida en el momento actual.

Nuestro trabajo no ha sido hecho para realizar una investigación sobre algunos aspectos concretos de la producción del asma de esfuerzo, sino más bien para exponer nuestra experiencia y la utilidad que pueda resultarnos el realizar un ejercicio en enfermos asmáticos. Por esto motivo nuestro estudio va orientado a los siguientes puntos:

1) Comprobar las broncoconstricciones conseguidas en enfermos asmáticos, tras ser sometidos al ejercicio preconizado por Anderson (es decir, 5 Km/h., 10-15 % de pendiente y 8' de duración), y compararlas con las positividads encontradas realizando un ejercicio triangular a la potencia máxima tolerada (PMT) con objeto de observar si el asma de esfuerzo puede ser un test de estudio fácil reproducible y útil y, por tanto, ser realizado de rutina en cualquier Laboratorio.

2) La posible relación de la hiperventilación, sea por boca o nasal, en la broncoconstricción inducida por el ejercicio.

3) Los cambios del nivel respiratorio producidos en los enfermos asmáticos, tras ser sometidos a un esfuerzo físico.

4) Qué parámetros son, en nuestro Laboratorio, los de mayor rentabilidad en la objetivación de la broncoconstricción.

5) La importancia de una obstrucción previa en el desarrollo de la broncoconstricción, tras el ejercicio.

#### **Material y métodos**

Hemos estudiado 36 enfermos diagnosticados de asma bronquial. El diagnóstico se ha realizado por la historia clínica, crisis de disnea paroxística con sibilancias reversibles, bien espontáneamente o tras broncodilatadores; en todos ellos se ha objetivado la reversibilidad mediante exploración funcional. Todos los enfermos eran revisados habitualmente en el Servicio.

El test de esfuerzo a que han sido sometidos, fue de dos tipos:

TABLA I

Grupo I

NOMBRE	EDAD	SEXO	VC	FEV1	FEV1 %	MMEF	FRC	RAW	cmHg/l/seg.
1. MMP	13	V	91	90	88	—	115	2	
2. FJMG	10	V	92	92	90	106	110	2,1	
3. FHC	11	V	80	86	95	127	100	2,3	
4. PMU	9	V	104	86	75	60	—	—	
5. SGV	11	V	105	86	74	66	125	2,2	
6. LPS	11	V	92	88	85	86	123	2,6	
7. JRG	10	V	102	99	98	88	100	1,6	
8. FRA	13	V	107	102	87	124	128	1,7	
9. DCC	9	V	106	101	82	83	136	2,8	
10. ACM	10	V	109	92	75	62	129	2,1	
11. ACG	13	V	98	91	84	86	166	0,7	
12. MBT	11	H	86	76	83	75	117	3,2	
13. MME	9	H	78	60	71	34	134	2,2	
14. RCG	12	V	91	99	96	114	131	1,8	
15. ECG	11	H	—	—	—	—	110	2,5	
16. CAM	12	V	93	82	79	61	138	2,2	
17. RCL	9	V	80	57	60	31	130	2,2	
18. MFA	9	V	89	95	97	103	127	1,4	
19. RLF	10	V	77	67	77	49	117	2,5	
20. FJC	8	V	98	83	74	57	102	4,6	
21. JDR	12	V	95	85	81	72	125	2,4	
Media	10,62		93,65	85,85	82,55	78,11	123,15	2,26	

VC, FEV1, FEV1 %, MMEF y FRC: % valores teóricos.  
Raw: Valores absolutos.

TABLA II

Grupo II

NOMBRE	EDAD	SEXO	VC	FEV1	FEV1 %	MMEF	FRC	RAW	cmHg/l/seg.
22. APR	21	H	—	—	—	—	100	1,7	
23. MME	20	H	104	102	85	106	118	0,7	
24. MCP	15	H	62	57	87	29	169	6,5	
25. JRG	15	V	—	—	71	—	112	2,3	
26. IMS	17	V	126	123	87	114	145	1,4	
27. FCR	14	V	89	74	78	55	162	1,9	
Media	17		95,25	89	81,60	76	134,33	2,1	

VC, FEV1, FEV1 %, MMEF y FRC: Valores teóricos.  
Raw: Valores absolutos.

TABLA III

Grupo III

NOMBRE	EDAD	SEXO	VC	FEV1	FEV1 %	MMEF	FRC	RAW	cmH <sub>2</sub> O/l/seg.
28. MVA	30	H	105	115	94	217	105	1,7	
29. CSJ	33	V	90	82	75	65	87	—	
30. MSR	31	V	96	83	72	54	76	2,3	
31. ACL	32	V	95	86	75	62	102	1,7	
32. JCG	30	V	92	89	81	66	110	—	
33. IRS	40	H	89	95	87	95	99	1,4	
34. MCR	24	V	104	104	85	103	93	1,1	
35. MES	27	H	107	92	74	63	121	1,7	
36. EAM	33	V	100	93	78	77	105	0,5	
Media	32,1		97,56	93,22	80,11	89,11	99,78	1,49	

VC, FEV1, FEV1 %, MMEF y FRC: Valores teóricos.  
Raw: Valores absolutos.

*Esfuerzo estándar:* tapiz rodante, 8' de duración, 5 Km/h. y 12 % de pendiente.

*Ejercicio triangular a la potencia máxima tolerada (PMT):* tapiz rodante a una velocidad constante de 5 Km/h. y elevando la pendiente cada 3', hasta el esfuerzo máximo tolerado por el enfermo.

El estudio ha sido realizado por la mañana, en todos los enfermos.

Ningún enfermo ha tomado medicación 12 horas antes del estudio.

En primer lugar, se realizaba una exploración funcional previa (VC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub> %, MMEF, Raw y FRC).

La *espirografía* se realizó en un volumograph Mijanhardt, realizando como mínimo tres capacidades vitales y exigiendo que éstas fuesen similares y obteniendo los datos de la mejor de ellas.

La determinación de la *Raw* se realizó mediante un pletismógrafo de volumen constante Jaeger.

El VGI o FRC, se obtuvo mediante el método de interrupción.

En un grupo de enfermos, a los 10' de la exploración funcional previa, se le hacía respirar a 45 respiraciones/minutos por vía bucal e, inmediatamente después, se determinaba la resistencia de la vía aérea y la FRC. A la media hora se le hacía

respirar de la misma manera, pero por nariz, y se volvían a determinar los mismos parámetros.

A los 30', bien de la exploración funcional previa o bien tras la hiperventilación nasal o de boca, se comenzaba el esfuerzo.

La frecuencia realizada para observar las consecuencias de la respiración nasal o bucal, fue elegida por aproximarse al nivel medio de frecuencia respiratoria encontrado en las personas normales, tras ser sometidos a un esfuerzo a PMT.

Una vez realizado el esfuerzo, se determinaba la resistencia de la vía aérea y/o la curva flujo-volumen, inmediatamente después del esfuerzo a los 10' y a los 20' de éste.

Las *curvas flujo-volumen* se realizaron haciendo respirar al paciente a través de un neumotacógrafo tipo Fleish, acoplado a un traductor Jaeger, amplificado a un voltaje adecuado y, de aquí, a un sistema inscriptor X-Y. Los pacientes eran instruidos para respirar a volumen circulante y seguidamente inspirar a capacidad pulmonar total. A continuación, practicaban una espiración forzada hasta volumen residual.

Las maniobras se realizaron siempre en posición sentada, al igual que en el resto de las exploraciones.

El consumo de O<sub>2</sub> y la producción de CO<sub>2</sub> fueron analizados mediante la utilización de un analizador de O<sub>2</sub> paramagnético y de un analizador de CO<sub>2</sub> (infrarrojos). Volumen circulante y volumen minuto, mediante neumotacógrafo y traductor de presión (Jaeger). El aire espirado se coleccionaba en una bolsa de fugas y, de ahí, a los analizadores de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>.

Resultados

En las características y la exploración funcional previas de los enfermos estudiados, vienen representadas en las tablas I a III, correspondientes a los tres grupos seleccionados por la edad.

En la tabla I, podemos observar que la edad media es de 10,62 años, con una oscilación entre 8 y 13 años. La capacidad vital (VC) es normal en todos los casos, excepto en los números 13 y 19, en los que está muy discretamente disminuida. El valor medio es el 93,65 % del valor teórico. El volumen espirado forzado en un segundo (FEV<sub>1</sub>), es asimismo normal en todos los casos, excepto en los números 12, 13, 17 y 19. La relación FEV<sub>1</sub>/VC (FEV<sub>1</sub> %), es asimismo normal, excepto en los números 13 y 17. El comportamiento del flujo espiratorio medio entre el 25 y el 75 % de la VC (MMEF), presenta muchas más alteraciones, ya que los enfermos 4, 5, 10, 13, 16, 17, 19 y 20, tienen sus flujos basales descendidos con respecto a los valores teóricos. La capacidad residual funcional (FRC) es normal en todos los casos, excepto en los números 9, 11, 13 y 16, aunque, si bien las cifras parecen elevadas, los valores teóricos en estas edades no son totalmente exactos. La resistencia de vía aérea (Raw) es normal en todos los casos.

En el grupo II (tabla II), podemos observar el descenso de la VC en el enfermo 24, el descenso del MMEF en los enfermos 24 y 27, estando alterada la Raw solamente en el 24.

En el grupo III (tabla III), la VC es normal en todos los casos, así como el FEV<sub>1</sub> y el FEV<sub>1</sub> %. El MMEF está descendido en los casos números 29, 30, 31, 32 y 35. No se alteran los valores de FRC, excepto en el 30, que están ligeramente descendidos y se conservan normales los valores de la Raw.

En la tabla IV se exponen la variación de la Raw en el esfuerzo y a los 10 y 20' tras él, así como la variación de la FRC y de la Raws, resumiéndose en la tabla V el tipo de ejercicio, el número de enfermos que lo han desarrollado y el % de broncoconstricción inducida por el esfuerzo, que hemos obtenido en el grupo I.

En la tabla VI, al igual que en las anteriores, se expresan los resultados y las variaciones obtenidas, tras el test de esfuerzo, con un único tipo de ejercicio y el % de AIE positivas en el grupo II.

La tabla VII pone de manifiesto los resultados obtenidos en el grupo III, con el % total de positividad. El ejercicio empleado en el grupo III ha sido un esfuerzo triangular a potencia tolerada (PMT).

En la tabla VIII están representados los datos individuales, así como la media, desviación estándar, de la resistencia de la vía aérea conseguida con hiperventilación boca, hiperventilación nasal y tras el ejercicio.

Los resultados separados de la hiperventilación boca y de la hiperventilación nasal, con los encontrados tras el esfuerzo, están expresados en las tablas IX y X.

El cambio del nivel respiratorio tras el ejercicio, viene expresado en la tabla XI y refiriéndose al grupo I, acompañado de la positividad o no de la broncoconstricción.

En las tablas XII y XIII se expresan los mismos resultados del grupo II y III respectivamente.

En la tabla XIV se reflejan los resultados del estudio comparativo entre la Raw y la Raws, con los de los flujos expresados en la curva flujo-volumen y puede observarse que, en el caso 30, la positividad de la Raw es muy clara y, sin embargo, bajo el punto de vista de los flujos, la broncoconstricción inducida por el ejercicio, sería negativa. En el caso 31, la respuesta de la Raw y de los flujos, van de acuerdo, pero hay que señalar la magnificación de la respuesta de la Raw en comparación con la de los flujos. Los casos 36 y 5, son uniformes en sus respuestas y el caso 16 es muy claro observando la Raw y muy dudoso observando los flujos.

**TABLA IV**  
**Resultados obtenidos en condiciones basales y tras el esfuerzo en el grupo I**

	BASAL	ESFUERZO	10'	20'	
<b>Caso n.º 1:</b>					
Raw	2	4	3,6	2,5	
FRC	1.650	1.800	1.400	1.800	
Raws *	3,3	7,2	5,04	4,5	
La Raw se eleva un 100 % tras el esfuerzo.					
	BASAL	ESFUERZO	10'		
<b>Caso n.º 2:</b>					
Raw	2,1	1	1,7		
FRC	1.600	1.220	1.500		
Raws	3,36	1,12	2,55		
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.					
	BASAL	ESFUERZO	10'		
<b>Caso n.º 3:</b>					
Raw	2,3	2,2	2,2		
FRC	1.150	1.150	1.150		
Raws	2,75	2,53	2,53		
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.					
	BASAL	ESFUERZO	2'	4'	6'
<b>Caso n.º 4:</b>					
Peak-flow	4	3,6	4	4	3,9 l/sg.
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.					
	BASAL	ESFUERZO	10'		
<b>Caso n.º 5:</b>					
Raw	2,2	2,5	2		
FRC	2.380	2.350	2.300		
Raws	5,24	5,88	4,60		
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.					
	BASAL	ESFUERZO	10'	20'	
<b>Caso n.º 6:</b>					
Raw	2,6	3,8	3,8	3,7	
FRC	1.980	1.720	1.950	2.150	
Raws	5,15	6,54	7,41	7,96	
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.					
	BASAL	ESFUERZO	15'	20'	
<b>Caso n.º 7:</b>					
Raw	1,6	2,5	1,8	2,1	
FRC	1.430	1.580	1.430	1.810	
Raws	2,29	3,95	2,52	3,78	
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.					
	BASAL	ESFUERZO	10'	20'	
<b>Caso n.º 8:</b>					
Raw	1,7	2,2	2	1,9	
FRC	2.690	2.890	3.000	2.740	
Raws	4,57	6,36	6	5,21	
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.					
	BASAL	ESFUERZO	15'		
<b>Caso n.º 9:</b>					
Raw	2,8	4	2,3		
FRC	1.900	1.630	1.750		
Raws	5,32	6,40	4,03		
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.					
	BASAL	ESFUERZO	10'	20'	30'
<b>Caso n.º 10:</b>					
Raw	2,1	4,4	3	2	2,4
FRC	2.200	3.100	2.800	3.600	2.700
Raws	4,62	13,64	8,4	7,2	6,48
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.					
	BASAL	ESFUERZO			
<b>Caso n.º 11:</b>					
FRC	2.800	2.200			
Raws	1,97	3,08			
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.					

TABLA IV (continuación)

	BASAL	ESFUERZO	10'	20'	
Caso n.º 12:					
Raw	3,2	2,5	3,3	2,6	
FRC	1.820	2.150	2.000	2.000	
Raws	5,82	5,38	6,6	5,2	
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.					
	BASAL	ESFUERZO	10'	20'	
Caso n.º 13:					
Raw	2,2	2,5	2,6	2,7	
FRC	1.480	1.600	1.750	1.450	
Raws	3,26	4	4,55	3,92	
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.					
	BASAL	ESFUERZO	10'	20'	
Caso n.º 14:					
Raw	1,8	1,5	1,7	1,7	
FRC	2.500	3.000	2.600	2.220	
Raws	4,5	4,5	4,42	3,77	
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.					
	BASAL	ESFUERZO	10'	20'	30'
Caso n.º 15:					
Raw	2,5	3	2,6	2,8	2,4
FRC	1.290	1.510	1.510	1.670	1.360
Raws	3,23	4,53	3,93	4,68	3,26
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.					
	BASAL	ESFUERZO	10'	20'	30'
Caso n.º 16:					
Raw	2,2	5	3	2,7	2,3
FRC	2.490	2.000	2.050	2.150	2.020
Raws	5,48	10	6,15	5,81	4,65
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.					
	BASAL	ESFUERZO	15'	25'	40'
Caso n.º 17:					
Raw	2,2	3,7	2,4	2,7	2,3
FRC	2.090	2.000	2.150	2.150	2.250
Raws	4,6	7,4	5,16	5,81	5,18
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.					
	BASAL	ESFUERZO	10'	20'	30'
Caso n.º 18:					
Raw	1,4	1,7	2,1	1,9	1,8
FRC	1.590	1.590	1.520	1.750	1.820
Raws	2,23	2,7	3,19	3,33	3,28
	BASAL	ESFUERZO			
Caso n.º 19:					
Raw	2,5	2,2			
FRC	1.870	2.300			
Raws	4,68	5,06			
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.					
	BASAL	ESFUERZO	10'		
Caso n.º 20:					
Raw	4,6	3,4	2,8		
FRC	1.230	1.740	2.080		
Raws	5,66	5,92	5,82		
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.					
	BASAL	ESFUERZO	10'		
Caso n.º 21:					
FRC	1.900	2.150	1.980		
Raws	4,56	6,45	5,15		
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.					

\* Resistencias aéreas de vías superiores.

En el grupo I, encontramos once sujetos con broncospasmos inducido por el esfuerzo de los que solamente cuatro tienen obstrucción bronquial basal

(MMEF anormal). Por otro lado de los 8 sujetos con test al esfuerzo negativo, 4 tienen test basales anormales.

En el grupo II, dos sujetos con res-

puesta broncoconstrictora al esfuerzo tienen test basales normales.

En el grupo III, de 6 sujetos con respuesta negativa al esfuerzo, cuatro presentaban espirometría normal y dos sujetos de tres con test positivo tenían obstrucción basal.

La tabla XV refleja las características y la calidad del esfuerzo realizado en los enfermos, a los que se les ha sometido a un esfuerzo triangular a la PMT.

Por último, la tabla XVI muestra los resultados obtenidos en un caso, realizando el mismo esfuerzo respirando por la boca y respirando por la nariz, y podemos observar que la broncoconstricción inducida por el ejercicio, es positiva en ambas y su cuantía es prácticamente idéntica e, incluso, superior cuando el esfuerzo se ha realizado mediante respiración nasal.

### Discusión

El interés de la broncoconstricción inducida por el ejercicio viene motivado por la vertiente diagnóstica<sup>4</sup>, pronóstica<sup>12</sup> y terapéutica (Jones, Godfrey, Peñafiel, Anderson y Haynes)<sup>4,9,12,14,21</sup>. En el sentido diagnóstico, Godfrey llega a afirmar que, un niño sospechoso de padecer un asma bronquial, que no desarrolla una broncoconstricción tras un ejercicio correctamente realizado y repetido en días diferentes, tiene grandes posibilidades de no ser un asmático. Indudablemente, y obteniendo estos resultados, la broncoconstricción inducida por el ejercicio, tendría que ser una prueba obligada en el asma bronquial. Sin embargo, el que uno o varios autores consigan unos resultados excelentes, no quiere decir de forma obligada, que este tipo de estudio sea aplicable con la misma rentabilidad, al resto de los grupos que trabajan sobre este tema, ya que los resultados dependen de multitud de causas entre las que los valores teóricos y la reproducibilidad del método, tienen una gran predominancia. En este caso, los diferentes autores que han trabajado sobre este tema, no son concordantes en sus resultados; por ejemplo, Silverman y Anderson<sup>3</sup>, Jones<sup>4</sup> y Godfrey<sup>12</sup>, obtienen una broncoconstricción tras el ejercicio en el 91 % de los casos y Davies<sup>5</sup>, el 100 %. Estas positividadades las consiguen con un esfuerzo estándar de 6 a 8' de duración, 5 Km/h. y 10 a 15 % de pendiente, que ha sido aceptado como el mejor test de ejercicio, para poner de manifiesto una broncoconstricción en enfermos asmáticos, tras los trabajos de Silverman y Anderson<sup>3</sup>. Sin

embargo, otros autores como Marcelle, Raimondi y Peñafiel, no obtienen estos resultados tan brillantes y sus tests de esfuerzo positivos, son mucho más modestos. Las causas de estas discordancias pueden ser múltiples; en primer lugar, el parámetro de obstrucción bronquial empleado y el porcentaje de variabilidad que presenta; en segundo lugar, la elección de enfermos: obtendremos mayores positivities con niños que con adultos y, asimismo, los resultados serán mejores si en la historia clínica previa, se detecta la broncoconstricción tras un ejercicio. No menos importante es haber realizado un ejercicio correcto y submáximo, como señala Jones<sup>4</sup>, para conseguir un 7-80 % de la VO<sub>2</sub> máxima y este punto es esencial, según este autor, puesto que el ejercicio no suficiente sería incapaz de producir una broncoconstricción y el ejercicio suficiente, es decir, alcanzando el 80 % de la VO<sub>2</sub> máxima, sería el único recomendable en este test. Sobre este punto, Peñafiel<sup>9</sup>, en nuestro grupo, estudia dos grupos de enfermos asmáticos niños, realizando en el primer grupo el ejercicio de forma triangular a la potencia máxima tolerada, encontrando un 45 % de positivities. La explicación sobre la falta de broncoconstricción tras un ejercicio máximo, parece que puede estar relacionada con la metabolización en el tiempo, de las sustancias broncoconstrictoras que se liberan tras el ejercicio. Por este motivo, un ejercicio de corta duración, como el propuesto por Silverman<sup>3</sup>, parece que obvia este problema y no se produce la metabolización de las sustancias broncoconstrictoras. En el segundo grupo de los niños asmáticos estudiados, Peñafiel consigue que el ejercicio sea suficiente, es decir, el niño realice el 80 % de la VO<sub>2</sub> máxima, repitiendo el test de ejercicio, si en el primer intento, no hubiese sido correcto y consiguiendo el 93,3 % de positivities.

Nosotros nos hemos planteado, como primer punto de estudio, si el test de esfuerzo en asmáticos sería en nuestro Laboratorio, una prueba sencilla y útil en el estudio de estos enfermos. Para esto, hemos elegido un grupo de niños y adultos al azar, sin tener en cuenta antecedentes clínicos de broncoconstricción inducida por el ejercicio y estandarizando el test de esfuerzo en tapiz rodante, a 5 Km/h., 10 % de pendientes y 8' de duración, y otro grupo de niños realizando un esfuerzo triangular a la potencia máxima tolerada. No hemos repetido ningún test de esfuerzo de forma consciente, porque nuestro objetivo era ver si un

TABLA V

Resumen de los resultados obtenidos y del tipo de ejercicios efectuados en los 21 sujetos del grupo I

Tipo de ejercicio: sobre tapiz rodante a 6 kms/h., con una pendiente de un 10 % y durante 8'.  
 Enfermos números 1, 3, 4, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20 y 21.  
 Broncoconstricción inducida por el ejercicio positiva, casos 1-6-7-8-17 y 21 (40 %).  
 Los casos 2, 5, 9, 10, 11 y 16, realizaron un ejercicio regular a la potencia máxima tolerada (PMT).  
 Broncoconstricción inducida por el esfuerzo positiva, 10, 11 y 16 (50 %).

TABLA VI

Resultados del grupo II

	BASAL	ESFUERZO	10'	20'
Caso n.º 22:				
Raw	1,7	1,8	1,4	
FRC	2.570	2.800	2.800	
Raws	4,37	5,04	3,92	
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.				
	BASAL	ESFUERZO	10'	20'
Caso n.º 23:				
Raw	0,78	1,9	2,1	1,5
FRC	2.890	2.980	3.100	2.980
Raws	2,02	5,66	6,51	4,47
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.				
	BASAL	ESFUERZO		
Caso n.º 24:				
Raw	6,5	1,4		
FRC	3.550	3.420		
Raws	23,08	47,88		
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.				
	BASAL	ESFUERZO	10'	
Caso n.º 25:				
Raw	2,3	1,8	1,7	
FRC	3.875	4.660	4.440	
Raws	8,91	8,39	7,48	
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.				
	BASAL	ESFUERZO	15'	
Caso n.º 26:				
Raw	1,4	2,4	2,5	
FRC	3.180	5.000	4.500	
Raws	4,45	12	11,25	
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.				
	BASAL	ESFUERZO	20'	30'
Caso n.º 27:				
Raw	1,9	3,1	2,1	1,3
FRC	3.800	4.700	4.050	3.800
Raws	7,22	14,57	8,51	4,94
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.				
Todos los enfermos del Grupo II han realizado el ejercicio en tapiz rodante, a 6 kms/h., 10 % de pendiente y durante 8'.				
El porcentaje de positivities es del 67 %.				

\* Resistencias vías aéreas superiores.

ejercicio estándar de uno u otro tipo, podría ser rentable en la exploración funcional de rutina de los enfermos asmáticos y esta rentabilidad viene dada, en parte, por la fiabilidad, facilidad y tiempo empleado en la prueba. Nuestros resultados están expuestos en la tabla IV, tanto con el esfuerzo estándar como a PMT, las EIA positivas son del 40 % y 50 % respectivamente y podemos observar que nuestras positivities son pequeñas y no alcanzan las de otros autores que ya hemos señalado anteriormente y que los resultados de ambos ejercicios, son bastante parecidos, aunque existe una diferencia

numérica que hay que valorar (ver tabla V).

En el grupo II (tabla VI), el esfuerzo se ha realizado también en tapiz rodante, a 5 Km/h., 10 % de pendiente y 8' de duración en todos los enfermos. El 67 % de positivities, a pesar de tener mayor edad y es mayor en comparación con el grupo I. Estos hallazgos inciden en el hecho comentado anteriormente, que el esfuerzo tiene que ser suficiente. No podemos negar que, con una mayor carga, las positivities serían mayores, esto no lo dudamos y lo hemos demostrado<sup>8</sup>, pero insistimos en que el primer interrogante planteado

**TABLA VII**  
**Resultados obtenidos en los test de esfuerzo del grupo III**

	BASAL	ESFUERZO							
<b>Caso n.º 28:</b>									
Raw	1,7	1,1							
FRC	1.350	2.400							
Raws	2,3	2,64							
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.									
	BASAL	ESFUERZO	2'	4'	6'	8'	10'	12'	
<b>Caso n.º 29:</b>									
Peak-flow	11,4	11,4	11,2	10,6	12,2	12,2	11,8	11,6	
V25	9,8	11,2	10,4	9,8	11,6	8,6	10,2	10	
V50	3,6	4,2	4	4,2	4	3,6	3,8	3,2	
V75	1,6	1,8	1,4	1,2	1,2	1,2	1	1,2	
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.									
	BASAL	ESFUERZO	2'	4'	6'	8'			
<b>Caso n.º 30:</b>									
Peak-flow	7,4	7,2	7,2	6,8	7,2	7,6			
V25	4,8	4,6	4,8	5					
V50	2,6	3	2,8	2,8	2,6	2,8			
V75	0,8	1	1	1					
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo positiva, observando la Raw.									
	BASAL	ESFUERZO	5'	30'					
<b>Caso n.º 31:</b>									
Raw	2,3	3,3	2,2	1,9					
FRC	2.450	3.10	3.100	2.800					
Raws	5,64	9,93	6,82	5,38					
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo positiva, observando la Raw.									
	BASAL	ESFUERZO	10'	20'	40'				
<b>Caso n.º 31:</b>									
Raw	1,7	6,9	4	3,8	2,2				
FRC	3.900	5.400	5.600	4.650	3.600				
Raws	6,63	34,26	22,4	17,67	7,92				
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.									
	BASAL	ESFUERZO	2'	4'	6'	8'	10'	12'	14'
<b>Caso n.º 32:</b>									
Peak-flow	8,8	10,6	10	10,6	9,6	10,4	10,2	10,2	9,4
V25	7,2	8	9,2	8	8	8,6	8	8,4	8,2
V50	3,4	4,8	5,2	4	5	5	5,4	3,6	4,6
V75	1,8	2	2,2	2,2	2,4	2,4	2,4	2	2
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.									
	BASAL	ESFUERZO							
<b>Caso n.º 33:</b>									
Raw	1,4	1,1							
FRC	2.650	2.910							
Raws	3,71	3,20							
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.									
	BASAL	ESFUERZO	10'						
<b>Caso n.º 34:</b>									
Raw	1,1	1	1,1						
FRC	3.350	4.300	4.100						
Raws	3,69	4,3	4,5						
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.									
	BASAL	ESFUERZO	10'						
<b>Caso n.º 35:</b>									
Raws	1,7	1,9	2,1						
FRC	3.300	3.400	3.300						
Raws	5,61	6,46	6,93						
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, negativa.									
	BASAL	ESFUERZO	10'	20'					
<b>Caso n.º 36:</b>									
Raw	0,5	1,3	1,4	1,4					
FRC	4.200	4.850	4.350	3.900					
Raws	2,1	6,31	6,09	5,46					
Broncoconstricción inducida por el esfuerzo, positiva.									
El porcentaje de asma de esfuerzo positivo, es de 33 %.									
El test de esfuerzo ha sido realizado en todos los enfermos del grupo III, a PMT.									

es el EIA, como prueba estándar y con poca pérdida de tiempo.

En el grupo III, en el que se ha realizado el esfuerzo a PMT, el porcenta-

je de positividad es mucho menor (tablas VII y VIII) y está de acuerdo con los trabajos ya mencionados y con la hipótesis que fuese la metabolización

de las sustancias broncoconstrictoras, cuando el ejercicio dura mucho tiempo y este hecho es el causante de que Jones<sup>4</sup> insista en el esfuerzo corto e intenso.

Estos resultados nos indican que no puede ser el test de esfuerzo de los asmáticos, una prueba rápida y sencilla, sino más bien, un estudio detenido que posiblemente requerirá varios días y que anula o contesta negativamente al primer objetivo que nos planteamos en este trabajo. No negamos que un estudio más detenido, buscando la positividad al esfuerzo, sería más rentable, pero entonces planteamos la interrogante de si merece la pena realizarlo y si otras pruebas de más fácil realización y menor pérdida de tiempo, no nos darían los mismos resultados.

Otro punto muy debatido en el EIA, es el problema de la hiperventilación como causante de una respuesta broncodilatadora<sup>15</sup>. Parece ser que la hiperventilación puede causar broncoconstricción, tanto en las personas normales como en los enfermos asmáticos<sup>24,25</sup> y las causas investigadas están relacionadas fundamentalmente con la hipocapnia<sup>15</sup>, la pérdida de calor<sup>28</sup> o los receptores orofaríngeos activados<sup>17</sup>. El hecho de que añadiendo CO<sub>2</sub> al aire inspirado durante el ejercicio anula la EIA, confirma esta hipótesis en principio y los trabajos<sup>16</sup> anestesiando la orofaringe y disminuyendo la EIA, parecen apoyar este pensamiento. Nosotros hemos realizado, tanto la hiperventilación boca como la hiperventilación nasal, a una frecuencia de 45 respiraciones/minuto, controlada mediante metrónomo, y los resultados pueden verse en las tablas VIII a X, poniendo de manifiesto una elevación clara de la resistencia, tras hiperventilación boca y tras hiperventilación nasal con respecto a las encontradas tras el esfuerzo. Es posible que el volumen minuto conseguido a esta frecuencia respiratoria, sea superior al conseguido tras esfuerzo y si los mecanismos citados anteriormente, fuesen ciertos, sería la pérdida de calor o el frío, además de la hipocapnia, los responsables de la broncoconstricción tras la hiperventilación, pero teniendo en cuenta que con la respiración nasal, que debe anular las alteraciones de humedad y temperatura, sería la hipocapnia la posible causa de esta alteración. Nosotros no podemos afirmar cuál sería el mecanismo etiológico responsable de la broncoconstricción tras hiperventilación y, únicamente señalamos, el hecho real que esta broncoconstricción se produce y el hecho de respirar por la nariz, poniendo el aire

**TABLA VIII**  
Resultados individuales de las resistencias a las vías aéreas

	HIPER-VENT. BOCA	HIPER-VENT. NASAL	ESFUERZO
	3,5	—	4
	2	1,7	2,2
	3,4	—	2,5
	3,7	—	2,5
	3,3	3,1	2,5
	2,5	3,3	1,7
	4,8	—	3,7
	4,7	6,3	4
	2,6	—	1
	2,7	—	2,2
	3,1	2,9	3
	5,5	3,8	3,4
	2,2	2,4	2,2
	7	—	4,4
	3,5	—	3
	2,2	—	1,5
	2,5	—	1,8
	2,1	—	3,1
	1,6	1,4	2,4
	2,5	3,1	1,9
	1,7	1,9	1,8
	1,2	—	1,3
	1,7	—	1,9
Media	3,04	2,66	2,52
Desviación estándar	1,39	1,08	0,92

Hiperventilación boca - esfuerzo R = 0,79

**TABLA IX**  
Resistencias aéreas en el grupo I

	RAW HIPERVENTILACION BOCA	RAW TRAS ESFUERZO
	3,5	4
	2	2,2
	3,4	2,5
	3,7	2,5
	3,3	2,5
	2,5	1,7
	4,8	3,7
	4,7	4
	2,6	1
	2,7	2,2
	3,1	3
	5,5	3,4
	2,2	2,2
	7	4,4
	3,5	3
	2,2	1,5
Media	3,53	2,75
Desviación estándar	1,41	1

R = 0,81

La hiperventilación se ha realizado a 45 respiraciones/minuto, controladas por metrónomo.

que penetra en las vías aéreas en las mejores condiciones, no anula esta broncoconstricción, lo que iría en contra de los trabajos<sup>15</sup> que afirman la minimización del EIA, realizando el ejercicio respiración nasal. Sin que pueda servir como normativa y únicamente como un ligero apoyo, realizamos el mismo ejercicio en el enfermo ACL (tabla XVI), con respiración

boca y con respiración nasal, realizando exactamente los mismos watos y, como puede observarse, el EIA siguió siendo positivo y la broncoconstricción no mejoró tras la respiración nasal.

La literatura<sup>14,30</sup> nos habla de la elevación caso constante del nivel respiratorio, cuando se produce una EIA positiva. Nuestros resultados (tablas XI a XIII), si bien estadísticamente están de acuerdo con este hecho, individualmente esto no es así, ya que podemos observar EIA positiva sin cambiar el nivel respiratorio o, incluso, descendiendo este nivel, y EIA negativa aumentando claramente el nivel respiratorio. En la crisis de asma, parece claro el aumento del nivel respiratorio, como también parece claro la afectación de vías respiratorias gruesas y el desplazamiento del punto de presión equilibrado (Pride y Permut). Sin embargo, los enfermos estudiados no estaban en crisis y el comportamiento del nivel respiratorio, podría estar condicionado por el lugar de la obstrucción, aunque esto es una hipótesis que, con los datos que tenemos, no podemos demostrar.

En cuanto a la elección de los parámetros (tabla XIV) en nuestra experiencia el Peak-flow no mejora en su resultado a los obtenidos utilizando la resistencia de la vía aérea o la resistencia específica.

En la tabla XIV, y aunque solamente son 5 casos, podemos observar una mayor amplitud de variación de la Raw y de la Raws, en comparación con el porcentaje de caída de los flujos estudiados en la curva/flujo-volumen. Señalamos con 0 %, cuando el porcentaje de descenso es menor de un 4 %. En esta tabla podemos observar que los resultados obtenidos con la Raws, son los mejores; por otra parte, la determinación de la Raw, se realiza a volumen circulante y anula todos los errores derivados de una capacidad vital forzada. Indudablemente, mientras más parámetros utilizemos para objetivar la broncoconstricción, mejores resultados obtendremos. El hecho de emplear un sólo parámetro, el peak-flow como preconizan Godfrey y Jones, o emplear todos los parámetros de la mecánica respiratoria como preconiza Haynes, nos va a aportar por un lado la facilidad y la comodidad y, por otro, posiblemente unos resultados mejores y más seguros. En la tabla 23 se expresan los resultados obtenidos en los enfermos que han realizado el ejercicio a PMT. En ella, ni el volumen espirado, ni el volumen circulante, ni la VO2 máxima, ni siquiera la frecuencia y los

**TABLA X**  
Comparación de resistencias de vías aéreas en el grupo I

	RA HIPERVENTILACION NASAL	RAW TRAS ESFUERZO
	1,7	2,2
	3,1	2,5
	3,3	1,7
	6,3	4
	2,9	3
	3,8	3,4
	2,4	2,2
Media	3,36	2,71
Desviación estándar	1,46	0,8

R = 0,78

La hiperventilación ha sido realizada a 45 respiraciones/minuto, controladas por metrónomo.

**TABLA XI**  
Cambio de nivel respiratorio en el grupo I

	BASAL	FRC TRAS ESFUERZO	ASMA DE ESFUERZO
	1.900	2.150	—
	1.230	1.740	—
	1.870	2.300	—
	1.590	1.590	—
	2.090	2.000	+
	1.450	1.600	—
	1.820	2.150	—
	2.820	2.200	+
	1.900	1.630	—
	2.690	2.890	+
	1.430	1.580	+
	1.980	1.950	+
	2.380	2.350	—
	1.150	1.150	—
	1.650	1.800	+
	1.600	1.220	—
	2.200	3.100	+
	1.290	1.510	—
	2.490	2.000	+
	2.500	3.000	—
Media	1.901	1.995	
Desviación estándar	492	543	

R = 0,76

**TABLA XII**  
Cambios de nivel respiratorio en el grupo II

	BASAL	FRC TRAS ESFUERZO	ASMA DE ESFUERZO
	3.800	4.700	+
	3.180	5.000	+
	3.875	4.660	—
	3.550	3.420	+
	2.890	2.980	+
	2.570	2.800	—
Media	3.310	3.926	
Desviación estándar	521	970	

R = 0,70

**TABLA XIII**  
Cambios de nivel respiratorio en el grupo III

	BASAL	FRC TRAS ESFUERZO	ASMA DE ESFUERZO
	4.200	4.850	+
	3.330	3.400	-
	3.350	4.300	-
	2.650	2.910	-
	3.900	5.400	+
	2.450	3.010	+
	1.350	2.400	-
Media	3.028	3.752	
Desviación estándar	966	1.113	

R = 0,90

watios, nos separan o nos indican cuando un esfuerzo va a dar lugar a una broncoconstricción. Posiblemente, como señala Haynes, será el estudio comparativo del comportamiento de sujetos normales con sujetos asmáticos, lo que nos puede establecer esta diferencia.

La importancia de la existencia de una obstrucción previa, en el desencadenamiento de la broncoconstricción tras el ejercicio, ha sido discutida, bien afirmativamente<sup>14</sup> o negativamente<sup>8</sup>. Nuestros resultados demuestran la ausencia de relación entre obstrucción previa y test de esfuerzo positivo, en los enfermos asmáticos y este hecho parece indicar que los mecanismos etiológicos que producen el asma de esfuerzo, no están influidos por el diámetro previo de la vía aérea.

El empleo o la utilización de cualquier técnica, tiene como fin ser de utilidad en el diagnóstico, pronóstico o terapéutica de nuestros enfermos y, el emplearlo o no, viene condicionado por la no existencia de otras técnicas más fáciles, menos cruentes o más económicas. Con respecto a la utilización de un ejercicio en el estudio de asma bronquial, su utilidad en el diagnóstico no pensamos que sea imprescindible, al menos en un muy alto porcentaje de casos. La historia clínica y el estudio de la labilidad bronquial, estudiado por las técnicas habituales, es, en nuestra experiencia, mejor que el test de esfuerzo y, por tanto, éste no nos aporta nada. En casos aislados, fundamentalmente en niños, en los que el diagnóstico es difícil, podría ser útil el test de esfuerzo, aunque no tenemos experiencia para inclinarnos entre el test de esfuerzo y los tests de broncoconstricción inespecíficos. De todas formas, la indicación del test de esfuerzo es conseguir un estudio de la labilidad bronquial de forma fisiológica, sin introducir sustancias extrañas en el

**TABLA XIV**  
Comparación de los resultados obtenidos utilizando como parámetro la Raw y la Raws con los flujos, en las curvas flujo/volumen

	ASMA DE ESFUERZO	CURVA FLUJO/VOLUMEN	RAW o RAWs
30	+	% variación peak-flow 8 % % variación flujo al 25 4 % % variación flujo al 50 0 % % variación flujo al 75 0 %	% variación Raw 43 % % variación Raws 76 %
31	+	% variación peak-flow 28 %  % variación flujo al 25 58 % % variación flujo al 50 50 % % variación flujo al 75 50 %	% variación Raws 406 %
36	-	% variación peak-flow 0 % % variación flujo al 25 0 % % variación flujo al 50 0 % % variación flujo al 75 0 %	% variación Raw 12 % % variación Raws 15 %
5	-	% variación peak-flow 12 % % variación flujo al 25 18 % % variación flujo al 50 0 % % variación flujo al 75 0 %	% variación Raw 14 % % variación Raws 12 %
16	+	% variación peak-flow 16 % % variación flujo al 25 23 % % variación flujo al 50 41 % % variación flujo al 75 36 %	% variación Raw 127 % % variación Raws 82 %

**TABLA XV**  
Esfuerzo triangular realizado a potencia máxima tolerada

NOMBRE	EDAD	EIA	VE	VT (%VC)	VO2	FREC.	Wa.
MVA	30	-	48	1.200 (37 % VC)	1,52	40	102
MSR	31	-	56	1.076 (25 % VC)	2,2	52	155
CSJ	33	-	149	2.500 (52 % VC)	3,7	59	305
ACL	32	+	105	2.500 (53 % VC)	4	42	300
JCG	30	-	66	2.750 (52 % VC)	3,06	24	220
IRS	40	-	48	1.351 (52 % VC)	1,75	34	115
MCR	24	-	97	1.750 (30,6 % VC)	3,7	56	275
MES	27	-	52	1.500 (40 % VC)	1,98	35	140
EAM	33	+	101	3.000 (53 % VC)	3,5	34	260
DGP	15	+	54	1.333 (58 % VC)	1,7	40	110
SGV	11	-	57,5	750 (22 % VC)	2,09	77	145
CAM	12	+	52	1.000 (35 % VC)	2,02	52	2220
FMG	10	-	32	750 (31 % VC)	1,4	43	70
DCC	9	-	36	750 (30 % VC)	1,55		97
ACM	10	+	52	802 (25 % VC)	1,8	64	120
ACG	13	+	49	1.000 (33 % VC)	1,94	49	135

**TABLA XVI**

	BASAL	ESFUERZO WA. RESPIRACION BOCA	10'	20'	40'		
Raw	0,17	0,69	0,40	0,38	0,22		
FRC	3.900	5.400	5.600	4.650	3.600		
Raws	6,63	37,26	22,4	17,48	7,92		
	BASAL	ESFUERZO WA. RESPIRACION NASAL	7'	17'	27'	42'	72'
Raw	0,17	0,75	0,55	0,42	0,39	0,30	0,24
FRC	2.950	4.700	5.000	4.425	3.652	4.050	3.650
Raws	5,01	35,25	27,5	18,56	14,4	12,15	8,76

organismo, como sucede con los test broncoconstrictores habitualmente empleados. Es indudable que es más fisiológico que estos últimos y, aunque plantea una problemática de estudio larga y detenida, es posible que el test de esfuerzo en los casos en que esté indicada la prueba broncoconstrictora, pueda sustituir a los test inespecíficos.

En los casos en que el diagnóstico de asma bronquial no plantea dificultades, no creemos debe ser empleado el test de esfuerzo.

En cuanto a la terapéutica, es útil comprobar la anulación de la broncoconstricción tras la administración de ciertas drogas, pero pensamos que, salvo casos aislados, la eficacia de la

terapéutica puede ser puesta de manifiesto con la exploración funcional habitual.

### Conclusiones

- 1) El test de esfuerzo sólo en casos aislados debe ser utilizado, en el diagnóstico del asma bronquial.
- 2) La obstrucción previa no tiene relación con la respuesta broncoconstrictora, tras el ejercicio.
- 3) Existe una relación entre hiperventilación y test de esfuerzo.
- 4) El esfuerzo realizado a PMT, es el que menos broncoconstricción produce.
- 5) El estudio de la labilidad bronquial mediante el ejercicio, es complicado, requiere mucho tiempo y no debe ser utilizado de rutina.

### Discusión

#### *Dr. González de la Reguera*

Yo quisiera preguntar si, en los diferentes grupos de positivos y negativos, habéis tenido en cuenta el diagnóstico etiológico, es decir, si se trataba de un asma extrínseco con alérgeno demostrado o un asma intrínseco sin alérgeno demostrado. Pregunto esto, porque en nuestra experiencia, quizá sean un poco más elevados los tests de esfuerzo positivos en el asma intrínseco.

#### *Dr. Castillo*

El grupo presentado es de 21 casos de niños de 10 años, con pruebas alérgicas positivas, y, además, son polínicos; ahora, ¿asma intrínseco que dé más tests de esfuerzo positivos que el asma extrínseco? Yo pienso que no. La labilidad bronquial del asma extrínseco va a ser muy superior normalmente a la labilidad del asma intrínseco, por lo que el Dr. Montemayor ha dicho antes. El asma intrínseco normalmente se da en poblaciones de mucha más edad, que fuman más, que han tenido infecciones intercurrentes y posiblemente orgánicas, a nivel de vías finas. Entonces esa labilidad bronquial es menor.

#### *Dr. Alcázar*

Quería preguntar, con respecto a los casos en que hay un aumento de la FRC, sin haber broncoconstricción, ¿no nos estaremos olvidando acaso en el asma de esfuerzo, de la fisiopatología del diafragma?, es decir, que sea por un fracaso diafragmático lo que haga el aumento de la FRC, sin tener por qué haber broncoconstricción.

#### *Dr. Castillo*

Indudablemente, puede jugar toda la patología, tanto torácica como diafragmática en el asma de esfuerzo;

ahora, que haya una alteración diafragmática tras haber sido sometido a un ejercicio, a veces sumáximo a veces máximo, es posible; pero yo, desde luego, no lo sé.

#### *Dr. Peñafiel*

Yo quisiera preguntar, al estudiar la repercusión de la hiperventilación, 1.º) ¿al cuánto tiempo medías la repercusión en cuanto a obstrucción? Me parece que era por resistencias de la vía aérea, y ¿cuánto tiempo le duraba esa alteración de las resistencias de la vía aérea?, porque una de las características del asma inducido por el ejercicio, es que a los 10-15 minutos, se mantiene ese aumento de las resistencias y en el momento en que tú estás determinado esas resistencias a los 10-15 minutos, ya no hay hiperventilación. Y otra pregunta en cuanto a la utilidad de la determinación del asma de esfuerzo, yo creo que tienen una gran utilidad, desde el punto de vista terapéutico, porque me parece que la mayoría de los niños con problemas asmáticos llevan su certificado para que no hagan ejercicio y yo no sé, si porque el tiempo que tenías era corto, no has tocado el tema de que el asma bronquial se puede yugular muy fácilmente, con una serie de productos como los betaestimulantes, cromoglicato disódico, etc., y quería hacer hincapié en esto, que con un adecuado tratamiento, el asmático puede hacer ejercicio, incluso en algún trabajo ha visto que han participado hasta en Olimpiadas.

#### *Dr. Castillo*

A la primera pregunta, que es el tiempo de respuesta tras el ejercicio, se estudiaba a los 10-20 y 30 minutos. Ahora bien, que una posible causa etiológica, como la hiperventilación, pueda desencadenar una broncoconstricción, la relación entre causa y efecto, no tienen por qué ser simultáneas. Es decir, si la hiperventilación como factor etiológico puede provocar el desencadenamiento y la puesta en marcha de otros mecanismos que llevan a la broncoconstricción, no tiene por qué ser obligado la vuelta a la normalidad del diámetro bronquial con el cese de la hiperventilación.

En cuanto a la segunda pregunta, es cierto que la utilidad terapéutica está demostrada y es muy importante. Ahora bien, las drogas que anulan la broncoconstricción inducida por el ejercicio, son las que habitualmente empleamos en el tratamiento de los enfermos asmáticos. Quizá el problema pueda residir en el tiempo de actuación de estas drogas, según el tipo de ejerci-

cio y la respuesta individual. En este sentido, es posible que sea necesario profundizar más.

#### *Dr. Guerra*

Quisiera referirme a la prueba de esfuerzo y quiero preguntar si en edades avanzadas, está indicada la realización de este test. Otra pregunta es si utilizáis el parámetro frecuencia cardiaca-tensión arterial, para detener el ejercicio en un momento dado.

#### *Dr. Castillo*

Indudablemente, el test de esfuerzo en el asma bronquial, tiene las mismas limitaciones que un test de esfuerzo en cualquier otra enfermedad. La edad es importante y condiciona la indicación del test de esfuerzo. En cuanto al parámetro frecuencia cardiaca/presión arterial, no tengo experiencia.

#### *Dr. Montemayor*

Cuando tras un test de esfuerzo se eleva la resistencia de la vía aérea y no existen cambios en la capacidad residual funcional, ¿se pensaría que la obstrucción estuviese localizada en vías respiratorias altas exclusivamente?

#### *Dr. Castillo*

Es una posibilidad y es difícil interpretar los datos obtenidos por otro camino. Aunque pienso que es una hipótesis a estudiar y que no tenemos datos suficientes para poder dar una respuesta válida.

#### *Dr. Montemayor*

¿En qué casos concretos se realizaría el test de esfuerzo y qué sitio ocupa en el estudio de la labilidad bronquial?

#### *Dr. Castillo*

Pienso que el test de esfuerzo en niños ocupa un lugar primordial en el estudio de la labilidad bronquial, aunque, como he repetido anteriormente, tiene que ser bien realizado y cumpliendo todos los requisitos de los que hemos hablado. No debe ser un test de rutina, sino tras una indicación precisa y tras haber agotado, sin resultado, los estudios que habitualmente realizamos, para poner de manifiesto una labilidad bronquial acentuada.

No tengo experiencia suficiente para comparar el test de esfuerzo con los tests de provocación inespecífica. En la Literatura, los resultados son muy parecidos y, lo que es indudable, es que el test de esfuerzo es mucho más fisiológico, que el test de provocación.

### Resumen

Los autores estudian 36 enfermos diagnosticados de asma bronquial, por criterios clínicos y funcionales. No se

valora clínica de broncoconstricción inducida por el ejercicio. Se forman tres grupos, según la edad, y se realizan dos tipos de ejercicio: el llamado estándar (5 Km/h., 10 % de pendiente y 8' de duración) y el ejercicio triangular, a la potencia máxima tolerada (PMT). Se comparan los resultados obtenidos.

Por otra parte, se estudia el comportamiento al ejercicio, de los enfermos con obstrucción previa y sin obstrucción.

El aumento de la obstrucción, tras hiperventilación nasal o boca, se estu-

dia en un grupo de ellos y se compara con los resultados obtenidos tras el ejercicio.

### Summary

#### ASTHMA OF EFFORT

The authors study the cases of 36 patients diagnosed as suffering from bronchial asthma by clinical and functional criteria. The clinical picture of bronchoconstriction induced by exercise is not evaluated. Three groups

were formed according to age, and two types of exercises were carried out: standard exercise (5 kms/h, 10 % of slope and 8 long) and the triangular exercise, at the maximum tolerated power (MTP). The results obtained were compared.

The authors also study the behaviour to exercise for patients with previous obstruction and without obstruction.

The increase of obstruction, after nasal or bucal hyperventilation, was studied in a group of patients and the results were compared to those obtained after exercise.

### BIBLIOGRAFIA

1. SLY, M.: Bronchial asthma. *Br. Med. J.*, 1: 537, 1976.
2. HERXHEIMER, H.: Hyperventilation asthma. *Lancet*, 1: 83, 1946.
3. SILVERMAN, S. y ANDERSON, S.: Standardization of exercise tests in asthmatic children. *Arch. of Dis. in Child.*, 47: 882, 1972.
4. JONES, R. S.: Asthma in children. 81-96, 1976.
5. DAVIES, S. E.: Effect of disodium cromoglycate on exercise-induced asthma. *Br. Med. J.*, 3: 593, 1968.
6. RAIMONDI, A. C., RONCORONI, A. J., MARTELLI, N. A. y MARCHISIO, D. M.: Broncoconstricción inducida por el ejercicio. *Rev. Clin. Esp.*, 133: 141, 1974.
7. MARCELLE, R., JUCHNES, J., BOTTIN, R. y LAURENT, B.: Mecanisme de la bronchoconstriction induite par l'exercice musculaire. *Rev. Franc. Allerg.*, 12: 369, 1972.
8. PEÑAFIEL COLAS, M., CASTILLO GOMEZ, J., DIAZ FERNANDEZ, M., SANCHEZ RIERA, M. y LOPEZ MEJIAS, J.: Asma producida por el esfuerzo. *Arch. Bronconeumol.*, 12: 175, 1976.
9. PEÑAFIEL COLAS, M., CASTILLO GOMEZ, J., DIAZ FERNANDEZ, M., SANCHEZ RIERA, M., ALBERICH SOTOMAYOR, P. y LOPEZ MEJIAS, J.: Asma inducido por el ejercicio. *Arch. Bronconeumol.*, 15: 11, 1979.
10. FISHER, H.K., HOLTON, P., BUXTON, R. ST. J. y NADEL, S. A.: Mechanism of exercise-induced bronchoconstriction in asthma. *Clin. Resp.*, 16: 162, 1968.
11. FITCH, K. D y MORTON, A. R.: Specificity of exercise in exercise-induced asthma. *Brit. Med. J.*, 4: 577, 1971.
12. GODFREY, S.: Exercise testing in children. *pág. 102, 124, 1974.*
13. VASSALLO, CH. L., GEE, J. B. L. y DOMM, B. M.: Exercise-induced asthma. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 105: 42, 1972.
14. HAYNES, R. L., INGRAM, R. H. Jr. y MCFADDEN, E. R. Jr.: An assessment of the pulmonary response to exercise in asthma and an analysis of the factors influencing it. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 114: 739, 1976.
15. ZEBALLOS, R. J., SHTURMAN-ELLSTEIN, R., MACNALLY, J. F. Jr., HIRSCH, J. E. y SOUHRADA, J. F.: The role of hyperventilation in exercise-induced bronchoconstriction. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 118: 877, 1978.
16. SHTURMAN-ELLSTEIN, R., ZEBALLOS, R. J., BUCKLEY, J. M. y SOUHRADA, J. F.: The beneficial effect of nasal breathing on exercise-induced bronchoconstriction. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 118: 65, 1978.
17. MCNALLY, J. F. Jr., ENRIGHT, P., HIRSCH, J. E. y SOUHRADA, J. F.: The attenuation of exercise-induced bronchoconstriction by cropharyngeal anesthesia. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 119: 247, 1979.
18. TINKELMAN, D. G., CAVANAUGH, M. J. y COOPER, D. M.: Inhibition of exercise-induced bronchospasm by atropine. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 114: 87, 1976.
19. CASTILLO GOMEZ, J., DIAZ FERNANDEZ, M., MONTEMAYOR RUBIO, T., RAMIS BISELLACH, P., PEÑAFIEL COLAS, M. y LOPEZ MEJIAS, J.: Indices de obstrucción bronquial. *Arch. Bronconeumol.*, 12: 159, 1976.
20. WELCH, M.: Pulmonary Medicine. 60-615, 1976.
21. ANDERSON, S. D., SEAL, J. P., ROZEA, P., BANDLER, L., THEOBALD, G. y LINDSAY, D. A.: Inhaled and oral salbutamol in exercise-induced asthma. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 114: 739, 1976.
22. EDMUNDS, A. T., TOOLEY, M. y GODFREY, S.: The refractory period after exercise-induced asthma: its duration and relation to the severity of exercise. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 117: 247, 1978.
23. STRAUSS, R. H., MCFADDEN, E. R. Jr., INGRAM, R. H. Jr. y JAEGER, J. J.: Enhancement of exercise-induced asthma by cold air. *N. Engl. J. Med.*, 297: 743, 1977.
24. GODFREY, S. L., SILVERMAN, M. y ANDERSON, S. A.: Problems of interpreting exercise-induced asthma. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 52: 199, 1973.
25. BUCKLEY, J. M., SOUHRADA, J. F. y KOPETZKY, M. T.: Detection of airway obstruction in exercise-induced asthma. *Chest.*, 66: 244, 1974.
26. DEAL MCFADDEN, E. R. Jr., INGRAM, R. H. Jr., STRAUSS, R. A. y JAEGER, J.: Role of respiratory heat exchange in production of exercise-induced asthma. *J. Appl. Physiol.*, 46: 467, 1979.
27. CHEN, W. Y., CHAI, H. y WEISER, P. C.: Airway cooling stimulus for exercise-induced asthma. *Scand. J. Dis. Chest.*, 65: 192, 1979.
28. DEAL, S., MCFADDEN, E. R. Jr., INGRAM, R. H. Jr. y JAEGER, J.: Esophageal temperature during exercise in asthmatic and nonasthmatic subjects. *J. Appl. Physiol.*, 46: 484, 1979.
29. GAYRARD, P., OREHEK, M., GRIMAUD, P. y CHARPIN: Bronchoconstrictor effects of a deep inspiration in patients with asthma. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 111: 433, 1975.
30. HORTON, D. J., SUDA, W. L., KINSMAN, R. A., SOUHRADA, J. y SPECTOR, S. L.: Bronchoconstrictive suggestion in exercise in asthma: A role for airways hyperreactivity and emotions. *Am. Rev. Resp. Dis.*, 117: 1 029, 1978.
31. EGGLESTON, P. A., BIERMAN, C. W., PIERSON, W. E., STAMM, S. J. y VANARSDDEL, P. P. Jr.: Pharmacologic modulation of exercise asthma: the role cromolyn sodium. *J. Allergy*, 47: 96, 1971.