

# ESTENOSIS EXPERIMENTALES DE VIA AEREA SUPERIOR. INFLUENCIA DE LA MORFOLOGIA. ESTUDIO EXPERIMENTAL

N. GONZALEZ MANGADO, J. VALLEJO GALBETE  
y F. LAHOZ NAVARRO

Sección de Fisiopatología Respiratoria.  
Servicio de Neumología.  
Fundación Jiménez Díaz.  
Madrid.

## Introducción

Miller y Hyatt en 1969<sup>1</sup> utilizaron orificios de distinto diámetro, como estudio comparativo de obstrucciones de vía aérea superior. Autores posteriores han utilizado metodología similar, no habiendo considerado la influencia de la morfología de la transición entre el tubo de mayor diámetro y la estenosis. Nuestro grupo de trabajo publicó recientemente<sup>2</sup> un estudio teórico sobre los factores que determinan la caída de presión en las estenosis, mostrando la importancia de la morfología.

Nuestra intención en este trabajo ha sido comprobar experimentalmente nuestra teoría.

## Material y métodos

Se han realizado curvas de flujo-volumen en cinco sujetos sanos personal de la clínica con un Morgan Transfer C conectado a un Bryans XY. La ampliación utilizada ha sido en el eje X, 1 cm = 1 litro y en el eje Y, 1 cm = 2,5 litros/segundo.

En estos sujetos se han realizado nuevas curvas con tubos estenóticos precalibrados de 11; 8,2; 6,5 y 5 mm fabricados en cristal, de acuerdo a las tres morfologías teóricas (fig. 1) con una longitud total de 20 cm y un diámetro interior del tubo ancho de 21 mm.

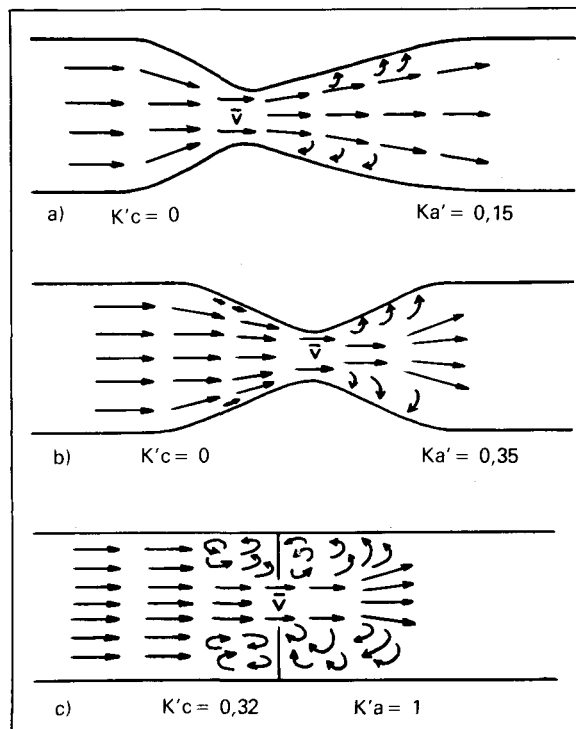


Fig. 1. Diagrama de los tres tipos de morfologías de transición, utilizados según las constantes de contracción ( $K'c$ ) y de agrandamiento ( $K'a$ ).

Recibido el día 3 de mayo de 1982.

TABLA I

Resultados de los flujos en % del basal con tubos de distinta morfología y diámetro de la estenosis de 11 mm

|             | MORFOLOGIAS TIPO |         |             | ESTUDIO ESTADISTICO COMPARATIVO |         |
|-------------|------------------|---------|-------------|---------------------------------|---------|
|             | «c»              | «a»     | «a» invert. | Entre:                          | P       |
| PEF         |                  |         |             | Basal-«c»                       | < 0,01  |
| S1          | 84,3 %           | 98,6 %  | 94,3 %      | Basal-«a»                       | N.S.    |
| S2          | 86,3 %           | 93,7 %  | 90,4 %      | Basal-«a» invert.               | N.S.    |
| S3          | 94,6 %           | 100 %   | 100 %       | «c»-«a»                         | < 0,05  |
| S4          | 78,8 %           | 87,3 %  | 81,7 %      | «c»-«a» invert.                 | < 0,05  |
| S5          | 78,8 %           | 100 %   | 97,6 %      | «a»-«a» invert.                 | < 0,05  |
| $\bar{X}$ = | 84,6 %           | 95,9 %  | 92,8 %      |                                 |         |
| DS =        | 6,52 %           | 5,5 %   | 7,2 %       |                                 |         |
| ṂEM 50 %    |                  |         |             |                                 |         |
| S1          | 96,8 %           | 113 %   | 100 %       | Basal-«c»                       | N.S.    |
| S2          | 100 %            | 100 %   | 95,8 %      | Basal-«a»                       | N.S.    |
| S3          | 100 %            | 100 %   | 100 %       | Basal-«a» invert.               | N.S.    |
| S4          | 108 %            | 96,3 %  | 100 %       | «c»-«a»                         | N.S.    |
| S5          | 104 %            | 100 %   | 100 %       | «c»-«a» invert.                 | N.S.    |
| $\bar{X}$ = | 101,7 %          | 101,8 % | 99,2 %      | «a»-«a» invert.                 | N.S.    |
| DS =        | 4,2 %            | 6,4 %   | 4,9 %       |                                 |         |
| ṂIM 50 %    |                  |         |             |                                 |         |
| S1          | 75 %             | 90,9 %  | 93,9 %      | Basal-«c»                       | < 0,01  |
| S2          | 90,5 %           | 100 %   | 100 %       | Basal-«a»                       | N.S.    |
| S3          | 90 %             | 100 %   | 100 %       | Basal-«a» invert.               | N.S.    |
| S4          | 78,1 %           | 85,9 %  | 89,1 %      | «c»-«a»                         | < 0,005 |
| S5          | 73,2 %           | 85,7 %  | 96,4 %      | «c»-«a» invert.                 | < 0,01  |
| $\bar{X}$ = | 81,4 %           | 92,5 %  | 95,9 %      | «a»-«a» invert.                 | N.S.    |
| DS =        | 8,3 %            | 7,1 %   | 4,6 %       |                                 |         |

PEF: flujo espiratorio punta; VEM: flujo espiratorio máximo; VIM: flujo inspiratorio máximo.

TABLA II

Resultados de los flujos en % del basal con tubos de distinta morfología y diámetro de la estenosis de 8,2 mm

|             | MORFOLOGIAS TIPO |         |         |             | ESTUDIO ESTADISTICO   |
|-------------|------------------|---------|---------|-------------|---|
|             | «a»              | «b»     | «a»     | «a» invert. |   |
| PEF         |                  |         |         |             | Diferencia estadística-mente significativa entre todos los grupos.  |
| S1          | 74 %             | 78,6 %  | 85,7 %  | 84,3 %      |   |
| S2          | 65,7 %           | 84,9 %  | 91,8 %  | 90,4 %      |   |
| S3          | 87,5 %           | 100 %   | 100 %   | 100 %       |   |
| S4          | 65,7 %           | 75,7 %  | 85,7 %  | 81,4 %      |   |
| S5          | 61,7 %           | 79 %    | 96,3 %  | 91,3 %      |   |
| $\bar{X}$ = | 70,9 %           | 83,6 %  | 91,9 %  | 89,5 %      |   |
| DS =        | 10,3 %           | 9,7 %   | 6,3 %   | 7,2 %       |   |
| ṂEM 50 %    |                  |         |         |             | No existe diferencia estadística entre ningún grupo.  |
| S1          | 130 %            | 105,2 % | 100 %   | 115,8 %     |   |
| S2          | 79,2 %           | 104,2 % | 100 %   | 104,2 %     |   |
| S3          | 133,3 %          | 100 %   | 100 %   | 100 %       |   |
| S4          | 96 %             | 96 %    | 104 %   | 108 %       |   |
| S5          | 104,2 %          | 110,4 % | 100 %   | 95,8 %      |   |
| $\bar{X}$ = | 108,5 %          | 103,1 % | 100,8 % | 104,7 %     |   |
| DS =        | 23 %             | 5,4 %   | 1,8 %   | 7,7 %       |   |
| ṂIM 50 %    |                  |         |         |             | Diferencia estadística significativa en todos los grupos excepto: Basal-«a» Basal-«a» invert. «a»-«a» invert. |
| S1          | 56 %             | 69,7 %  | 80,3 %  | 89 %        |   |
| S2          | 66,7 %           | 85,7 %  | 104,7 % | 104,7 %     |   |
| S3          | 80 %             | 95,2 %  | 100 %   | 97,6 %      |   |
| S4          | 58,6 %           | 82,7 %  | 89,6 %  | 96,6 %      |   |
| S5          | 67,3 %           | 84,6 %  | 92,3 %  | 98 %        |   |
| $\bar{X}$ = | 65,7 %           | 83,6 %  | 93,4 %  | 97,2 %      |   |
| DS =        | 9,4 %            | 9,2 %   | 9,5 %   | 5,4 %       |   |

PEF: flujo espiratorio punta; VEM: flujo espiratorio máximo; VIM: flujo inspiratorio máximo.

TABLA III

Estudio estadístico comparativo entre los tubos de 11 mm y 8,2 mm

|   |  |
|---|--|
| PEF   |  |
| Entre los flujos del tubo tipo «b» de 8,2 mm y los del tipo «c» de 11 mm no existen diferencias estadísticas.   |  |
| Entre los flujos del tubo tipo «a» de 8,2 mm y los del tipo «c» de 11 mm existen diferencias estadísticamente significativas, siendo los valores más altos para la estenosis de 8,2 mm. |  |
| VIM 50 %  |  |
| Entre los flujos del tubo tipo «b» de 8,2 mm y los del tipo «c» de 11 mm no existen diferencias significativas.   |  |
| Entre los flujos del tubo «a» de 8,2 mm y los del tipo «c» de 11 mm existen diferencias estadísticamente significativas, siendo los valores más altos para el tubo «a» de 8,2 mm.       |  |

TABLA IV

Estenosis de 6,5 mm. Flujos en % del basal

|                   | MORFOLOGIAS TIPO |        |
|-------------------|------------------|--------|
|                   | «c»              | «b»    |
| PEF               |                  |        |
| $\bar{X}$ =       | 47,7 %           | 67,7 % |
| DS =              | 10 %             | 11,7 % |
| $\dot{V}$ EM 50 % |                  |        |
| $\bar{X}$ =       | 92 %             | 106 %  |
| DS =              | 38 %             | 45,5 % |
| $\dot{V}$ IM 50 % |                  |        |
| $\bar{X}$ =       | 33,2 %           | 58,2 % |
| DS =              | 15 %             | 13,8 % |

DS: desviación estándar.

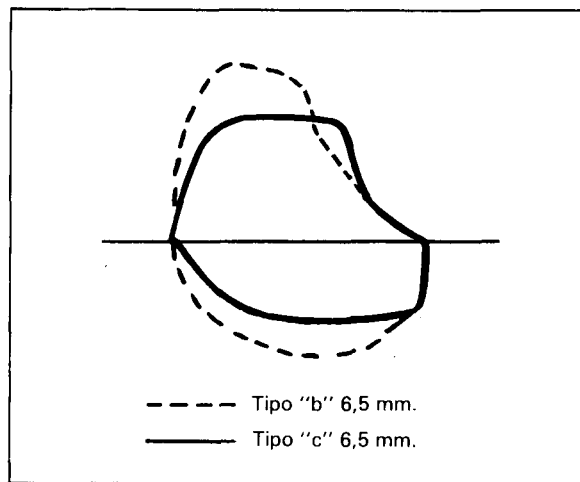


Fig. 2. Variación en los flujos y en la morfología de las curvas de flujo-volumen en un mismo sujeto, utilizando dos tubos con estenosis de 6,5 mm una de morfología tipo «c» y la otra del tipo «b».

TABLA V

Estenosis de 5 mm. Flujos en % del basal

|                   | MORFOLOGIAS TIPO |        |        |               |
|-------------------|------------------|--------|--------|---------------|
|                   | «c»              | «b»    | «a»    | «a» invertido |
| PEF               |                  |        |        |               |
| $\bar{X}$ =       | 27,9 %           | 37,9 % | 47,5 % | 36,2 %        |
| DS =              | 5,2 %            | 7,2 %  | 2,2 %  | 2,5 %         |
| $\dot{V}$ EM 50 % |                  |        |        |               |
| $\bar{X}$ =       | 53,2 %           | 77,6 % | 96 %   | 71,8 %        |
| DS =              | 16,6 %           | 31,6 % | 23,8 % | 15,4 %        |
| $\dot{V}$ IM 50 % |                  |        |        |               |
| $\bar{X}$ =       | 27,7 %           | 32,4 % | 32,6 % | 43,5 %        |
| DS =              | 5,9 %            | 8,7 %  | 6,1 %  | 9,2 %         |

DS: desviación estándar.

Se efectuaron las exploraciones en días distintos para evitar la fatiga y con basales previos a cada exploración. Los resultados se dan como porcentaje de los basales.

El tubo de morfología «a» está diseñado para favorecer el flujo en una dirección, por lo que se utilizó también invertido, con el fin de observar si existían esas diferencias teóricas a nivel de flujos inspiratorios y espiratorios.

## Resultados

Como se deduce de los resultados mostrados en las tablas I, II, III, IV y V, se demuestra experimentalmente la influencia de las morfologías en los flujos, siendo importante el hecho de que, estenosis más severas con un tipo de morfología pueden dar flujos más altos que estenosis diafragmáticas de mayor diámetro.

La inversión del tubo «a» mejora los flujos inspiratorios como era de esperar, aunque no alcanza significación estadística en los tubos de 11 y 8,2 mm, pero sí en el de 5 mm. También hubo cambios en la morfología de las curvas (fig. 2).

## Discusión

Estos estudios dan una explicación, al menos en parte, a las discrepancias observadas a veces en la clínica habitual entre una obstrucción y su influencia en los flujos, en comparación a los estudios experimentales con estenosis diafragmáticas.

También es importante considerar que la morfología típica de la «meseta» puede desaparecer al sustituir la estenosis diafragmática por otra de igual diámetro pero aerodinámica, lo que puede hacer indetectable con los parámetros habituales estenosis severas, como hemos tenido ocasión de comprobar.

## Conclusiones

Es absolutamente necesario tener en cuenta la morfología de las obstrucciones, tanto para com-

parar los estudios experimentales con la práctica diaria, como para comparar los estudios de diversos autores.

### Resumen

Se realiza un estudio experimental sobre la influencia en las curvas de flujo-volumen de distintas morfologías de transición (distinta penetración aerodinámica) para un mismo diámetro de estenosis. Se demuestra como, de acuerdo con el estudio teórico previo, esas morfologías son de gran importancia no sólo a nivel de los flujos aislados sino también influyendo sobre la morfología de las curvas. Se comenta que ésta puede ser una explicación parcial a las discrepancias entre los estudios teóricos y los datos observados en algunos pacientes.

### Summary

EXPERIMENTALLY INDICED STENOSIS OF THE UPPER AIRWAYS. THE INFLUENCE OF THE MORPHOLOGY. EXPERIMENTAL STUDY.

The flow-volume curves for different transient processes (different aero-dynamic penetration) were studied experimentally with the same stenosis diameter. The authors demonstrate that—in agre-

ement with the results of a previous theoretical study—the morphology of each process is important, not only in relation to the flow volume alone, but also with the flow curve morphology. This finding might explain the discrepancy found between theoretical study results and the findings in certain patients.

### Agradecimiento

Los autores agradecen la colaboración técnica de Isabel Pérez García y M.<sup>a</sup> Jesús Becedas García en la realización de las exploraciones y la de los artesanos del vidrio, Sres. Antonio Elvira Catalán y Luis Meco Jimeno en la fabricación de los tubos estenóticos según diseño.

### BIBLIOGRAFIA

1. Miller RD, Hyatt RE: Obstructing lesions of the larynx and trachea; clinical and physiologic characteristics. *Mayo Clin Proc* 1969; 44: 145-148.
2. González Mangado N, Lahoz Navarro F: Estenosis experimentales de vía aérea superior. Factores que determinan la caída de presión. Influencia de la morfología. *Teoría. Rev Clin Españ* 1981; 161: 243-246.