

Difusión pulmonar de monóxido de carbono en individuos sanos no fumadores en Santafé de Bogotá

(2.640 m de altura sobre el nivel del mar)

Jaime Szeinuk

Con el propósito de comparar las ecuaciones de predicción para la prueba de la difusión pulmonar con monóxido de carbono en individuos sanos de Santafé de Bogotá, con las publicadas previamente en la literatura médica y las correcciones propuestas para altura sobre el nivel del mar, se presenta una serie de 40 mediciones realizadas en población sana no fumadora, habituada a la altura de esta ciudad. Se encontraron valores de difusión pulmonar de monóxido de carbono mucho mayores que los esperados a nivel del mar, incluso aplicando las ecuaciones de corrección publicadas. Esta es la primera serie que se publica sobre mediciones realizadas a niveles tan altos sobre el mar. En vista de los hallazgos, se propone la realización de un estudio cooperativo con el fin de reunir una muestra más representativa y establecer la que sería la ecuación patrón de comparación de la capacidad de difusión de monóxido de carbono a nivel de Santafé de Bogotá.

INTRODUCCION

La prueba de la medición del factor de transferencia de monóxido de carbono (DLco o TLco) es un importante examen paraclínico que evalúa la

transferencia de gases por el pulmón, aunque informaciones recientes sugieren que sus resultados pueden tener explicaciones diferentes y complementarias (1). Esta prueba tiene importantes aplicaciones tanto en la cuantificación clínica de la función pulmonar como en medicina ocupacional (2).

La capacidad de difusión pulmonar puede alterarse por factores de membrana que incluyen: 1) disminución de la superficie de intercambio, 2) aumento del espesor de la vía de la difusión y 3) alteraciones en la composición de la membrana. También puede variar por factores que alteran el volumen sanguíneo capilar pulmonar y la forma en que la hemoglobina capta el monóxido de carbono inhalado, en situaciones tales como cambio en la concentración de la hemoglobina (anemia o policitemia), cambios de la presión parcial de oxígeno en la sangre (P_{O_2}), de la presión parcial de dióxido de carbono (P_{CO_2}), del pH arterial, de la temperatura y la presión de base del monóxido de carbono en la sangre.

De las técnicas para la medición de la capacidad de difusión, la más utilizada es la de respiración única-respiración sostenida. Existen varios factores que inciden sobre la estabilidad de los resultados cuando se emplea esta técnica en el laboratorio de función pulmonar: la edad y la estatura corporal, el volumen pulmonar, la concentración de hemoglobina, la concentración de oxígeno alveolar y la altura sobre el nivel del mar, la posición corporal, el hábito de fumar e incluso variaciones circadianas (1). Asimismo existen

Dr. Jaime Szeinuk Ghitis: Médico Internista y Neumólogo, Servicio de Neumología, Clínica-Hospital Fray Bartolomé de las Casas, Caja de Previsión Social de Santafé de Bogotá, D. C. Trabajo presentado como estudio preliminar, en el VIII Congreso Bolivariano de Neumología, Santafé de Bogotá, 1991.

Solicitud de separatas al Dr. Szeinuk

importantes variaciones de uno a otro laboratorio de función pulmonar, que dificultan el establecimiento de patrones normales de comparación. (1-3).

Los estudios sobre la influencia de la altura sobre el nivel del mar en la prueba de la medición de la difusión de monóxido de carbono se hicieron tanto a nivel del mar, utilizando diferentes fracciones inspiratorias de oxígeno, como en la ciudad de Salt Lake City, a 1520 m de altura (3). En este último trabajo se estudiaron siete individuos sanos, a cada uno de los cuales se le practicó un promedio de 20 mediciones en diferentes condiciones. Con la consecución de estas tecnologías en nuestro medio y a la altura de la ciudad de Santafé de Bogotá, nos pareció importante comparar los resultados de estas determinaciones con valores obtenidos en nuestra ciudad.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en 40 hombres voluntarios sanos, ambulatorios, no fumadores, trabajadores de la Clínica Fray Bartolomé de las Casas de la ciudad de Santafé de Bogotá, integrantes tanto del cuerpo médico como del administrativo o usuarios de la Institución. En todos se realizó una historia clínica completa descartando sintomatología pulmonar y antecedentes del hábito de fumar. Todos eran residentes en la ciudad de Santafé de Bogotá al menos desde cinco años antes. En algunos se realizó además radiografía de tórax como parte del estudio.

En todos los sujetos se practicó curva flujo volumen previa a la medición de la capacidad de difusión para monóxido de carbono, la cual debía ser completamente normal para poder ser incluidos en el estudio. Posteriormente y en el mismo procedimiento, se realizó la medición de la capacidad de difusión, obteniendo una única medición por el método de la respiración única-respiración sostenida. Las mediciones se hicieron en equipo Jaeger Master Lab, de calibración automática, ajustando las condiciones ambientales a las de la ciudad de Santafé de Bogotá y utilizando factores de corrección a condiciones BTPS, acordes a la misma. La mezcla de gases inspirada contenía 0.28% de

monóxido de carbono, 9.5% de helio, 21% de oxígeno y el resto, hasta 100% de nitrógeno, de acuerdo con las recomendaciones de la Asociación Americana del Tórax (4).

Los resultados se correlacionaron con la estatura y la edad de los pacientes, obteniendo ecuaciones de correlación múltiple y se compararon con algunos de los estudios existentes informados en la literatura.

RESULTADOS

Se incluyeron en total 40 individuos, con edad promedio de 36.58 años (SD 13.29), estatura promedio de 170.55 m (SD 6.28), peso promedio de 69.55 kg (SD 8.03), todos de sexo masculino. La distribución de los pacientes por grupos de edad se ilustra en la Tabla 1.

Tanto la morfología de la curva de flujo volumen como los valores de capacidad vital forzada y volumen en el primer segundo de la espiración forzada eran normales de acuerdo con las tablas del ECCS. Los valores promedio de capacidad vital forzada fueron de 4.79 L (SD 0.72), y el volumen en el primer segundo de la espiración forzada de 3.99 L (SD 0.74).

Los valores promedio de capacidad de difusión encontrados para la ciudad de Santafé de Bogotá en la población estudiada son de 17.09 mmol/min/Kpa, con una desviación estándar de 3.07. Para convertirlos a mL/min/mmHg, debe multiplicarse por 2.979. Estos valores, como era de esperarse, son mucho mayores que los promedios obtenidos a nivel del mar.

Tabla 1. Distribución por grupos de edad de los pacientes estudiados para difusión de monóxido de carbono.

Grupo de edad (Años)	No. de pacientes
16-25	5
26-35	16
36-45	14
46-55	1
56 - 65	1
66-75	2
76- +	1
Total	40

Aun si se aplica la ecuación de corrección propuesta por Crapo y cols. (3), siguen siendo mayores que los informados a nivel del mar (42.97 mL/min/mmHg en nuestro estudio versus 35.0 mL/min/mmHg en los valores de Crapo y cols.). Cuando comparamos nuestra serie de datos con una obtenida aplicando la ecuación para predicción de valores de DLco propuesta por Crapo y cols., utilizando para la estatura y la edad los valores de nuestros pacientes, encontramos una correlación estadísticamente significativa como se ilustra a continuación:

$$DLco \text{ Crapo} = 20.482 + 0.304 \text{ DLco Santafé de Bogotá, } r: 0.6-1, p < 0.0001$$

La capacidad de difusión se correlacionó en forma significativa con la estatura y con la edad de los pacientes, tomando cada uno de estos parámetros en forma individual, como puede observarse en las ecuaciones presentadas a continuación.

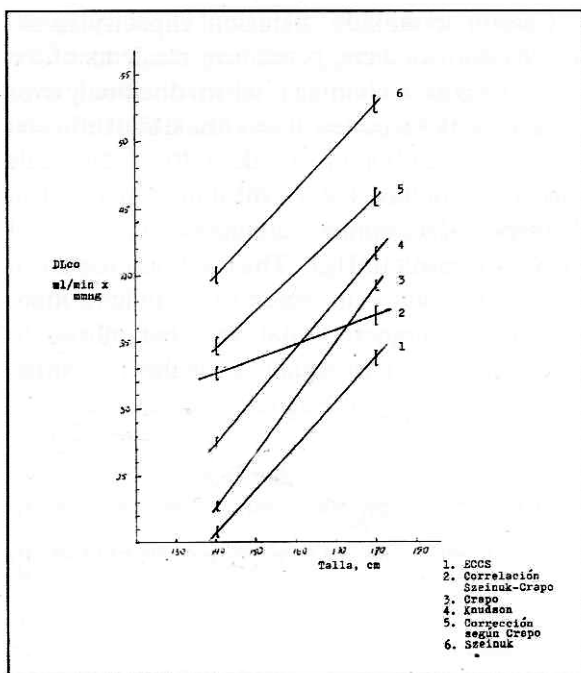


Figura 1. Comparación de la variación de la difusión pulmonar de monóxido de carbono de acuerdo con cambios en la estatura en un individuo de 40 años de edad, sexo masculino, según diferentes ecuaciones de predicción publicadas en la literatura.

$$DLco = 18.920 + 0.2111 \text{ talla (cm), } r: 0.43, p = 0.005$$

$$DLco = 22.115 - 0.137 \text{ edad (años), } r: -0.59, p < 0.0001$$

Sin embargo, si se utiliza un estudio de correlación múltiple con las dos variables simultáneamente, la significación estadística disminuye en forma importante:

$$DLco = 2.881 - 0.116 \text{ edad} + 0.108 \text{ talla, } r: 0.39, ES 6.02, p = 0.08$$

Para la relación DLco/VA no se obtuvieron valores de significación estadística tan importantes como los referidos para la DLco anteriormente. El valor de la DLco/VA se correlacionó en forma significativa únicamente con la edad de los pacientes, no así con la estatura ni en forma múltiple con edad y estatura al mismo tiempo:

$$DLco/VA = 3.27 - 0.018 \text{ edad (años), } r: -0.53, p < 0.0001$$

$$DLco/VA = 1.922 - 0.004 \text{ talla (cm), } r: 0.05, p: 0.72$$

$$DLco/VA = 5.742 - 0.02 \text{ edad} - 0.014 \text{ talla, } R2: 0.32, ES 0.14, p = 0.11$$

Al comparar el valor del volumen en el primer segundo de la espiración forzada en la presente muestra con un análisis previo para la población colombiana publicado por nosotros (5), no se encontraron diferencias significativas (VEF₁ 3.99 L en esta serie versus 4.00 L en el estudio previo, calculándolo para un hombre de 170 cm y 40 años de edad).

En la Figura 1 se ilustran las diferencias variables estudiadas.

DISCUSION

Los estudios previos publicados sobre valores de referencia para la medición de la difusión pulmonar de monóxido de carbono han mostrado una gran variabilidad, la cual se ha atribuido a múltiples factores tales como diferencias en la técnica utilizada, cambios en la composición de los gases para la toma de la muestra, variaciones de uno a otro laboratorio,

etc. (1). Un factor importante lo constituye la altura sobre el nivel del mar, que produce una disminución en la fracción inspirada de oxígeno y un aumento en la difusión del monóxido de carbono.

Las recomendaciones actuales en la literatura aconsejan que cada laboratorio practique una determinación de valores de difusión pulmonar de monóxido de carbono en una muestra de 20 a 40 individuos. Una vez obtenida la ecuación de referencia se debe comparar con las existentes y debe utilizarse como patrón aquella a la que más se acerque la encontrada para el laboratorio en cuestión (1).

Siguiendo estas recomendaciones, escogimos una muestra de 40 individuos de sexo masculino para el estudio de la ecuación de referencia patrón que se utilizaría en nuestro laboratorio de función pulmonar. Nuestros resultados sin embargo, mostraron cifras mucho mayores que las esperadas a nivel del mar, aun aplicando las fórmulas de corrección internacionalmente aceptadas. Esto se ilustra claramente en la Figura 1, donde se comparan los valores de difusión pulmonar de monóxido de carbono de acuerdo con la estatura, utilizado una edad fija con diferentes ecuaciones publicadas en la literatura. Es interesante que estos hallazgos concuerdan con algunos otros realizados en nuestra ciudad pero que no han sido publicados hasta la fecha (Reyes P, Polanía E, comunicaciones personales).

Para estudiar la validez de nuestros datos hicimos dos comparaciones. La primera utilizando los valores de volumen en el primer segundo de la espiración forzada en esta serie y los de un estudio previo realizado con 100 individuos a nivel de la ciudad de Santafé de Bogotá (5), en la cual no encontramos ninguna variación. Para la segunda escogimos la ecuación de Crapo y cols. (3), realizada precisamente a 1520 m de altura sobre el nivel del mar, y calculamos los valores de difusión pulmonar de monóxido de carbono para una serie de pacientes igual (en cuanto a parámetros de sexo, edad y estatura) a la muestra seleccionada en el presente estudio. Ambas series fueron altamente corelacionables, con un índice r de 0.61 y $p < 0.0001$, lo que indica que la distribución de los datos en la muestra actual es similar a la de comparación, otorgando, consi-

deramos, cierta validez a la primera.

Nuestros hallazgos, creemos, son de gran importancia para estimular la realización de estudios similares al nuestro en otros laboratorios de nuestra ciudad con el fin de comparar los resultados y obtener la que podríamos llamar ecuación de referencia para la difusión pulmonar de monóxido de carbono a nivel de la ciudad de Santafé de Bogotá. Es necesario ampliar la muestra a una representativa, que debe incluir cifras en el rango de los cientos de individuos, de ambos sexos, dado que el presente estudio muestra que las ecuaciones de referencia existentes en la actualidad no pueden ser utilizadas para comparación de los datos obtenidos en nuestra ciudad, aun aplicando las fórmulas de corrección existentes en la literatura médica. Proponemos el inicio de un estudio cooperativo entre las diferentes entidades que en Santafé de Bogotá cuentan con esta sofisticada pero muy útil tecnología.

SUMMARY

Carbon monoxide diffusion capacity in 40 healthy non-smokers, permanent residents of the city of Bogotá, Colombia (2640 m of altitude over the sea level) is reported. It was found that diffusion capacity for carbon monoxide in this individuals was much higher (42.97 mL/min/mmHg) than that reported for normal volunteers at the sea level (35.0 mL/min/mmHg). The author propose a cooperative study in order to include a more significant number of patients that allows to establish the pattern equation for this test at the altitude of the city of Bogotá.

REFERENCIAS

1. Forster RE, Crapo RO. Carbon Monoxide diffusing capacity. *Clinics in Chest Medicine* 1989; **10**(2): 187-198.
2. Roca J, Rodríguez-Roisin R, Cobo E, Burgos F, Pérez J, Clausen JL. Single-breath carbon monoxide diffusing capacity prediction equations from a Mediterranean population. *Am Rev Respir Dis* 1990; **141**: 1026-1032.
3. Kanner RE, Crapo RO. The relationship between alveolar oxygen tension and the single-breath carbon monoxide diffusing capacity. *Am Rev Respir Dis* 1986; **133**: 676-678.
4. Crapo RO, Cardener RM. Single breath carbon monoxide diffusing capacity (transfer factor): recommendations for a standard technique. *Am Rev Respir Dis* 1987; **136**: 1299.
5. Szeinuk J. Espirometría simple en adultos sanos no fumadores a nivel de Bogotá. *Acta Med Colomb* 1988; **13**: 452-456.