

# Saturación de oxígeno en adultos mayores de la Ciudad de México

Ricardo Rivera Pérez,\* Edgar David Suárez Nadal,\*  
Alejandro Zajarias Kurschansky,\* Carlos d'Hyver De Las Deses De Juillac y Wiechers\*

## RESUMEN

**Introducción:** La Ciudad de México se ubica a una altitud de 2,240 metros, por lo que la presión de oxígeno es menor que la registrada a nivel del mar. En el Distrito Federal viven 403,511 personas mayores de 70 años, a pesar de ser un grupo importante de la población, no se ha establecido adecuadamente los valores de saturación arterial de oxígeno (SaO<sub>2</sub>) para esta creciente población. **Objetivo:** Determinar la saturación de oxígeno en adultos mayores residentes de la Ciudad de México. **Material y métodos:** Fueron incluidas personas ambulatorias mayores de 70 años que fueran residentes de la Ciudad de México y que tuvieran un índice tabáquico de 0 a 10; fueron excluidos los sujetos que tuvieran enfermedades cardiopulmonares, síndrome anémico o neoplasias malignas. A todos se les midió la saturación de oxígeno mediante oxímetro de pulso. **Resultados:** Se capturaron a 50 hombres y 50 mujeres con una edad media de 80.67 ± 5.92 años; el 20% de las mujeres y el 58% de los hombres tenían antecedente de tabaquismo. La SaO<sub>2</sub> media fue de 95.25 ± 1.65% entre la población general; 95.22% en hombres y 95.28% en mujeres (p = 0.36). Las personas con antecedente de tabaquismo presentaron menor SaO<sub>2</sub> (94.6%) en comparación con las que no tenían antecedente de tabaquismo (95.73%) (p = 0.24). Por grupo de edad, las personas de entre 70 y 79 años tuvieron una SaO<sub>2</sub> de 95.64% y los sujetos mayores de 80 años, una SaO<sub>2</sub> de 94.86% (p 0.14). **Conclusiones:** Los adultos mayores, sin enfermedad cardiopulmonar, residentes de la Ciudad de México, presentan una saturación arterial de oxígeno promedio de 95%.

**Palabras clave:** Saturación de oxígeno, oximetría de pulso, adultos, adulto mayor.

## INTRODUCCIÓN

La Ciudad de México se ubica a una altura de 2,240 metros sobre el nivel del mar, por lo que la

## ABSTRACT

**Introduction:** Mexico City is located at an altitude of 2,240 meters above sea level, reason for which oxygen pressure is lower than at sea level. There is population of 403,511 elderly people over 70 years in whom arterial oxygen saturation values (SaO<sub>2</sub>) have not been established. **Objective:** To determine oxygen saturation in the elderly population of Mexico City. **Methods:** Elderly people over 70 years living in Mexico City were included. Non-smokers or with a smoking index less than 10. Those with cardiopulmonary disease, anemic syndrome and cancer were excluded. Oxygen saturation was measured with a pulse oximeter. **Results:** 50 men and 50 women were studied, age average of 80.67 ± 5.92 years; 20% of the women and 58% of the men were smokers. The SaO<sub>2</sub> average of the population studied was 95.25 ± 1.65%, with equal results in men and women 95.22% and 95.28% respectively (p = 0.36). Persons without precedent versus those with precedent of smoking SaO<sub>2</sub> was greater, 95.73% and 94.6% respectively (p = 0.24). We compared the population between 70-79 years of age with that of 80 years and older, SaO<sub>2</sub> was 95.64% in the first group and 94.86% in the second (p = 0.14). **Conclusions:** The elderly population over 70 years of age residing in Mexico City without cardiopulmonary disease have mean arterial oxygen saturation of 95%.

**Key words:** Oxygen saturation, pulse oximetry, elderly.

presión de oxígeno es menor que a nivel del mar. Está rodeada por montañas que constituyen una barrera física natural para la circulación del viento, lo que impide el desalojo del aire contaminado. Los adultos mayores que padecen bronquitis crónica, enfisema o cardiopatía y que están expuestos a altos niveles de ozono y otras partículas contaminantes sufren mayor número de hospitalizaciones por exacerbación de estas enfermedades.<sup>1</sup> En la Ciudad de México viven 403,511 personas mayo-

\* Geriatria, Centro Médico ABC.

Recibido para publicación: 07/01/08. Aceptado: 23/01/08.

Correspondencia: Dr. Ricardo Rivera Pérez  
Centro Médico ABC. Sur 136 núm. 116, Col. Las Américas. 01120 México, D.F.  
Tel: 5230-8000 ext. 8572. E-mail: ricardoriv76@yahoo.com.mx

res de 70 años; 159,123 son hombres y 244,388 son mujeres (INEGI 2005).<sup>2</sup>

Durante la vejez se presentan diversos cambios en el sistema respiratorio y en la fisiología pulmonar. En la caja torácica existe cierta rigidez por calcificación de la unión de los cartílagos costales con el esternón, pérdida de la elasticidad, además de la xifosis por desmineralización de la columna vertebral; todo ello condiciona alteración en la distensibilidad de la caja torácica. Además, los músculos respiratorios en el viejo disminuyen su fuerza, por lo que tienen que realizar un mayor trabajo que los jóvenes para mantener el mismo volumen respiratorio. A nivel de los bronquiolos, está disminuido su calibre, hay menor número de fibras elásticas y, en consecuencia, disminución de la retracción pulmonar. Todo lo anterior da como resultado final una pérdida de la capacidad vital e incremento del volumen residual aproximadamente de 50% entre los 20 y 70 años, disminución del volumen espiratorio forzado al primer segundo. Por último, los sacos alveolares se dilatan en forma homogénea, lo que ocasiona disminución gradual de la superficie alveolar total; en los nonagenarios la disminución de la superficie alveolar hasta de 25 a 30%, con alteración de la transferencia de dióxido de carbono.<sup>3</sup>

La oximetría de pulso brinda valores estimados de la saturación de la oxihemoglobina arterial.<sup>4</sup> En diversos estudios se ha relacionado la correspondencia entre la gasometría y la oximetría de pulso para determinar la saturación arterial de oxígeno (SaO<sub>2</sub>), y se ha observado que ésta coincide con ambos métodos, llegando a resultar un rango diferencial de 0.52% y un porcentaje de eficacia de 99.47%.<sup>5</sup> En adultos que residen a nivel del mar, los valores de gasometría arterial son los siguientes: pH de  $7.40 \pm 0.02$ , PaO<sub>2</sub> de  $95 \pm 5$  mm Hg, PaCO<sub>2</sub> de  $40 \pm 2$  mmHg, SaO<sub>2</sub> de  $97 \pm 2\%$  y bicarbonato de  $24 \pm 2$  meq/L.<sup>6</sup> En general, son pocos los estudios en adultos mayores acerca de la SaO<sub>2</sub> a diferentes altitudes, por lo que es importante determinar la saturación arterial de oxígeno en los adultos mayores residentes de lugares ubicados por arriba de 2,000 metros sobre el nivel del mar, como es el caso de la Ciudad de México.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante los meses de mayo a julio del 2006. En diversos lugares de la Ciudad de México se captaron a personas ambulatorias de 70 años o más: familiares de pacientes hospitalizados en el Centro Médico ABC, pacientes de la consulta de geriatría, personas residentes de la «Residencia Mater» y «Hogar de Nuestra Señora de Guadalupe». Los siguientes criterios de inclusión fueron: Personas ambulatorias mayores de 70 años residentes de la Ciudad de México, por lo menos los últimos cinco años, sin antecedente de tabaquismo o con un índice tabáquico menor de 10. Fueron excluidos de este estudio sujetos con antecedente de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, enfisema pulmonar, tromboembolia pulmonar, insuficiencia cardiaca congestiva, anemia clínica, neoplasias malignas, índice tabáquico mayor de 10 y personas que hubiesen padecido neumonía durante los seis meses previos. Para determinar la saturación arterial de oxígeno, se aplicó la siguiente metodología: se midió en reposo (sentado por un tiempo de cinco minutos), si tenía barniz en la uña se limpió con acetona, posteriormente se colocó el oxímetro de pulso (Pulse Ox 5,500, Medical Ltd) en el dedo índice y después de un minuto se tomó la cifra más constante de saturación de oxígeno.

Se calculó el tamaño de la muestra con base en una fórmula para población infinita o población mayor de 100,000 personas ( $n = pq\sigma^2/E^2$ ),<sup>7</sup> al establecer un nivel de confianza de 95% y un error de estimación permitido de 10%, dio como resultado 96 personas. A las variables numéricas se les determinaron la media y desviación estándar, para la comparación entre grupos se aplicó la prueba *t* de Student. Para el análisis se utilizó el programa SPSS (Statistical Program Social Science) versión 11.

## RESULTADOS

Se captaron a 100 adultos mayores: 50 hombres y 50 mujeres. La edad media fue de  $80.67 \pm 5.92$  años, para los hombres fue de  $80.1 \pm 6.1$  años y para las mujeres fue de  $81.2 \pm 5.6$  años. El 20% de las mujeres y 58% hombres tuvieron antecedente de tabaquismo. El índice de masa corporal (IMC) y

otras características generales de la población en estudio se muestran en el *cuadro I*.

La saturación arterial de oxígeno (SaO<sub>2</sub>) media de la población fue de 95.2 ± 1.6 %. El *cuadro II* presenta los valores de SaO<sub>2</sub> registrados por género y grupo de edad. Para las personas sin antecedente de tabaquismo la SaO<sub>2</sub> fue de 95.73%, mientras que para los fumadores la SaO<sub>2</sub> fue de 94.60%, p de 0.24 (*Cuadro III*).

## DISCUSIÓN

Nosotros obtuvimos una saturación arterial de oxígeno media de 95.25 ± 1.6%, el resultado fue simi-

**Cuadro I.** Características generales de la población.

	Mujeres (n = 50)	Hombres (n = 50)
70-80 años	23	27
> 80 años	27	23
Tabaquismo	10	29
IMC	25.3	24.6

IMC = Índice de masa corporal.

**Cuadro II.** Saturación arterial de oxígeno (SaO<sub>2</sub>) de acuerdo con la edad.

	n	70-80 años SaO <sub>2</sub>	> 80 años SaO <sub>2</sub>	p
General	100	95.64	94.86	0.14
Hombres	50	95.34	95.11	0.14
Mujeres	50	95.88	94.56	0.26

**Cuadro III.** Porcentaje de saturación arterial de oxígeno (SaO<sub>2</sub>) con base en el antecedente de tabaquismo.

	Sin antecedente de tabaquismo		Con antecedente de tabaquismo		p
	n	SaO <sub>2</sub> %	n	SaO <sub>2</sub> %	
General	61	95.73	39	94.60	0.24
Hombres	21	95.73	29	94.66	0.45
Mujeres	40	95.74	10	94.52	0.15

lar al estudio realizado por Pope y colaboradores<sup>8</sup> quienes, mediante oximetría de pulso, determinaron que la SaO<sub>2</sub> mostró una cifra de 94.7%; el promedio de edad de los participantes fue de 77 años; ese estudio se realizó en Valley (Utha), ciudad ubicada a 1,400 metros sobre el nivel del mar. Hardie y asociados<sup>9</sup> midieron la SaO<sub>2</sub> mediante gasometría en personas mayores de 70 años; el resultado que obtuvieron fue una saturación de 95.05%; este estudio fue realizado en Bergen (Noruega), población situada a nivel del mar. En la literatura se encontraron dos estudios que analizaron la SaO<sub>2</sub> mediante gasometría arterial en adultos mayores que residían en ciudades con distinta altitud. Uno de estos estudios fue hecho en Estados Unidos por Crapo y su grupo;<sup>10</sup> sus resultados reportaron una SaO<sub>2</sub> de 95.5% a nivel del mar y de 94% a 1,400 metros de altitud. El otro estudio fue hecho en nuestro país por Rico y colaboradores.<sup>11</sup> Ellos reportaron valores de gasometría arterial registrados a tres diferentes alturas sobre el nivel del mar; encontraron cambios importantes en la SaO<sub>2</sub> en las personas que viven en la Ciudad de México (2,240 metros de altitud) en comparación con los sujetos que viven a una altura de 1,000 a 2,000 metros y con los que habitan a menos de 1,000 metros de altitud. Sus resultados presentaron una relación inversa entre la SaO<sub>2</sub> y los metros sobre el nivel del mar, resultando una SaO<sub>2</sub> de 94.67% para las personas que viven a nivel del mar, de 92.6% para las que vivían entre 1,000 a 2,000 metros y de 90.84% para los residentes de la Ciudad de México; estas diferencias fueron estadísticamente significativas. En lo que se refiere a la PaO<sub>2</sub> en adultos mayores, variaron significativamente de 88.7 mm Hg a nivel del mar hasta 61.72 mm Hg a

más de 2,000 metros de altitud en los estudios de Crapo y Rico.

En nuestro estudio se encontró que los cambios que presenta el aparato respiratorio durante la vejez y la altura de la Ciudad de México no influyeron de forma importante en la disminución de la SaO<sub>2</sub>, lo cual fue muy similar a lo observado en tres de los cuatro estudios revisados.<sup>8,9,10</sup> En dichas series, la SaO<sub>2</sub> varió de 94.0 a 95.5%; el estudio que no concordó con nuestros resultados fue el de Rico,<sup>11</sup> donde el valor de la SaO<sub>2</sub> fue 90.84%, cifra muy por debajo a lo notificado en los trabajos comentados. Nuestro estudio, al igual que el realizado por Rico, incluyó a personas ambulatorias residentes de la Ciudad de México y sin enfermedades cardiopulmonares. La principal diferencia fue que nosotros determinamos la SaO<sub>2</sub> con oxímetro de pulso; sin embargo, hay una alta concordancia con la SaO<sub>2</sub> obtenida por gasometría.<sup>5</sup> Por otro lado, nuestra población presentó mayor promedio de edad (80.6 vs. 68 años) y el tamaño de muestra que calculamos fue de 96 personas, siendo tres veces mayor que la muestra de Rico. Para tener una muestra representativa de los adultos mayores residentes de la Ciudad de México balanceamos ésta consiguiendo personas de varios medios socioeconómicos residentes del norte, sur y occidente de la Ciudad de México.

La edad media de los sujetos de nuestra serie (80.6 años) fue mayor a la registrada en otros estudios publicados en la literatura,<sup>8-12</sup> entre ellos los trabajos de Roach, Crapo y Rico, en los que el promedio de edad fue menor de 70 años. Para valorar la diferencia existente entre los viejos-jóvenes y los viejos-viejos, realizamos un subanálisis de los resultados: dividimos nuestra población en menores y mayores de 80 años y obtuvimos como resultado una SaO<sub>2</sub> discretamente mayor en los más jóvenes, aunque sin diferencia estadística. Esto indica que el proceso de envejecimiento del aparato respiratorio afecta poco la SaO<sub>2</sub>.

Por género, se registró una cifra de SaO<sub>2</sub> discretamente menor entre los hombres (95.2% *versus* 95.3%). Hardie y colaboradores<sup>9</sup> también encontraron que la SaO<sub>2</sub> fue mayor en las mujeres (95.3% *versus* 94.8%) con un valor de p significativo. El principal factor que influye para que

las mujeres tengan una mejor SaO<sub>2</sub> es el antecedente de menor hábito tabáquico. En nuestro estudio, las personas sin antecedente de tabaquismo presentaron mayor SaO<sub>2</sub>, debido a que el tabaco afecta directamente la estructura de los pulmones al disminuir la superficie alveolar (por destrucción de la pared alveolar), lo cual altera la ventilación-perfusión y, finalmente, ocasiona disminución en la PaO<sub>2</sub>.

Cabe señalar la importancia de tomar en cuenta los cambios agudos que presentan las personas en la SaO<sub>2</sub> al viajar de una zona de menor altura a otra de mayor altitud. Esto fue observado por Roach<sup>12</sup> quien estudió a 97 sujetos mayores que viajaron a la ciudad de Vail (ubicada a 2,500 metros sobre el nivel del mar) en Colorado, de los cuales el 84% vivía a nivel del mar. Roach determinó la SaO<sub>2</sub> de esos viajeros dentro de las primeras 24 horas de haber arribado a dicho lugar y encontró una SaO<sub>2</sub> de 92%.

En las personas que tienen un proceso adaptativo pulmonar a su medio ambiente, la SaO<sub>2</sub> presenta cambios mínimos en relación a la edad y la altura sobre el nivel del mar; los cambios en la SaO<sub>2</sub> dependen básicamente de la curva de disociación de la hemoglobina.

## CONCLUSIONES

Los adultos mayores residentes de la Ciudad de México y sin enfermedad cardiopulmonar tienen una saturación de oxígeno promedio de 95%. La SaO<sub>2</sub> fue menor en los mayores de 80 años y en los que tenían un índice tabáquico mayor de 10; sin embargo, la diferencia no fue estadísticamente significativa. Por último, consideramos que una cifra de SaO<sub>2</sub> menor de 90% en adultos mayores indica la existencia de alguna patología crónica o aguda del aparato respiratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Manzano RE, González VM, Sánchez LD et al. Efectos de la contaminación atmosférica en personas mayores de 65 años en la ciudad de México. *Archivo Geriátrico* 2004; 7 (2): 22-25.
2. Población total por grupo de edad según sexo, Distrito Federal, 2005. Accesible en: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mpob92&c=3838&e=09> (Consultada el 25 de Julio 2006)

3. Janssens JP. Angin of the respiratory system: Impact on pulmonary function tests and adaptation to exertion. *Clinics in Chest Medicine* 2005; 2005: 469-484.
4. Hanning CD, Alexander-Williams JM. Pulse oximetry: A practical review. *BMJ* 1995; 311: 367-370.
5. Ayala J, Padrón A, Brunet R et al. Comparación de la saturación arterial del oxígeno por oximetría de pulso y gasometría arterial. *Rev Cub Med Intens Emerg* 2003; 2 (2): 21- 26.
6. Kratz A, Sluss P, Januzzi J et al. Apéndice: Valores de laboratorio de importancia clínica. En: Kasper D, Branwald E et al. Harrison, Principios de Medicina Interna. México: McGraw-Hill-Interamericana 2005: A1-A15.
7. Cálculo del tamaño de la muestra. Accesible en: [http://www.asetesis.com/seleccion\\_muestra.htm](http://www.asetesis.com/seleccion_muestra.htm) (Consultada el 20 de Junio de 2006).
8. Pope CA, Dockery DW, Kanner RE et al. Oxygen saturation, pulse rate and particulate air pollution. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 365-372.
9. Herdie JA, Vollmer WM, Buist AS, Ellingsen I. Reference Values for arterial blood gases in the elderly. *CHEST* 2004; 125 (6): 2053-2060.
10. Crapo R, Jensen R, Hegewald M et al. Arterial blood gases reference values for sea level and an altitude of 1,400 meters. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 160: 1525-1531.
11. Rico FG, Urias P, Barquera S et al. Valores espirométricos y gasométricos en una población geriátrica sana a diferentes alturas sobre el nivel del mar, en la República Mexicana. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex* 2001; 14 (2): 1-12.
12. Roach RC, Houston CS, Honigman B, Nicholais RA. How well do older persons tolerate moderate altitude? *West J Med* 1995; 162: 32-36.

---

### Premio Nobel de Medicina 1981

Roger W. Sperry  
David H. Hubel  
Torsten N. Wiesel

**Roger W. Sperry (1913-1994).** Nació en Hartford (Connecticut, Estados Unidos) en 1913. Estudió filología inglesa y psicología en el Colegio Oberlin de Ohio, y zoología en la Universidad de Chicago. Trabajó durante varios años sobre la biología de los primates en los Laboratorios Yerkes, fue profesor de biología en la Universidad de Harvard, así como de anatomía y psicología en la Universidad de Chicago. En 1953 entró a trabajar en el Departamento de Enfermedades Neurológicas y Ceguera del Instituto Nacional de la Salud.

Los experimentos de Sperry demostraron que es el hemisferio cerebral derecho el que tiene el papel predominante en el ámbito espacial y de imagen por poseer la especialización precisa para una mayor aptitud cognoscitiva. Con sus estudios pudo comprobar que el hemisferio cerebral izquierdo se orienta hacia conexiones abstractas, teniendo también un papel importante en el comportamiento motor, estando relacionado con la agresividad; mientras tanto, el hemisferio derecho pasa más desapercibido, pero no por dejación de funciones, sino porque su trabajo es más silencioso, ya que carece de los mecanismos que le permiten relacionarse con el mundo exterior.

Disecionando fibras que conectan las dos mitades cerebrales de pacientes epilépticos, pudo llegar a comprobar que la zona izquierda del cerebro tiene asignadas las funciones cognoscitivas, ejerciendo de centro director del lenguaje y del pensamiento matemático, mientras que la mitad cerebral derecha ejerce una función más intuitiva, estando más preparada para ejercer actividades creativas. Recibió el premio Nobel en fisiología y medicina en el año 1981 por sus descubrimientos sobre la especialización funcional de los hemisferios cerebrales. Falleció en el año 1994.

---