

Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

Volumen
Volume **14**

Número
Number **2**

Abril-Junio
April-June **2001**

Artículo:

**Valores espirométricos y gasométricos
en una población geriátrica sana, a
diferentes alturas sobre el nivel del
mar, en la República Mexicana.**

Derechos reservados, Copyright © 2001: Instituto Nacional de
Enfermedades Respiratorias

**Otras secciones de
este sitio:**

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Medigraphic.com

Valores espirométricos y gasométricos en una población geriátrica sana, a diferentes alturas sobre el nivel del mar, en la República Mexicana*

Estudio multicéntrico

Favio Gerardo Rico Méndez[‡]

Patricia Urias Almada[§]

Simón Barquera C.^{||}

Luis Gerardo Ochoa Jiménez[¶]

Marco Antonio Padilla Navarro^{**}

Luis C. Meneses Guzmán^{††}

José Luis Espinosa Pérez[¶]

Palabras clave: Espirometría, gasometría, geriatría.

Key words: Spirometry, gasometry, geriatrics.

* Trabajo analizado en la Unidad de Investigación e Informática en Enfermedades Respiratorias. Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza". CMN La Raza, IMSS, y realizado en el Hospital General CMN, La Raza y los Hospitales Regionales de Puebla, Guadalajara y Tijuana, BC.

‡ Jefe del Departamento de Neumología. Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza" CMN La Raza, IMSS. México, D.F.

§ Médico Neumólogo. Tijuana, Baja California.

|| Jefe del Departamento de Dieta y Enfermedades Crónicas, INSP. Cuernavaca, Morelos.

¶ Médico Neumólogo adscrito al Servicio de Neumología. Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza", CMN La Raza, IMSS. México, D.F.

** Médico adscrito al Servicio de Neumología, Hospital Regional No. 46, Guadalajara, Jal. México.

Médico Neumólogo adscrito al Hospital Regional de Puebla.

Correspondencia:

Dr. Favio Gerardo Rico Méndez. Departamento de Neumología. Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza". CMN La Raza, IMSS. Jacarandas y Vallejo, colonia La Raza, Azcapotzalco, México, D.F. 02990. Tel/fax 55836373

E-mail: flavior@servidor.unam.mx

Trabajo recibido: 18-V-2001; Aceptado: 29-VI-2001

RESUMEN

Objetivo: Determinar los valores gasométricos y espirométricos normales para población geriátrica sana en diferentes altitudes sobre el nivel del mar en la República Mexicana.

Material y métodos: Estudio clínico descriptivo, observacional, prospectivo, transversal y multicéntrico en 120 sujetos mayores de 60 años sanos en cuatro diferentes alturas sobre el nivel del mar: Región 1, Tijuana con una altura de 778 metros sobre el nivel del mar (msnm); Región 2, Guadalajara a 1,547 msnm; Región 3, Puebla a 1,547 msnm y Región 4, la ciudad de México a 2,240 msnm. A todos ellos se les realizó previa historia clínica, estudio espirométrico midiendo: FVC, VEF1, REL VEF1/FVC, FEF (25,50 y 75) y gasometría arterial (pH, PaO₂, PCO₂, HCO₃ y SAT).

Ánalisis estadístico: El método estadístico fue la prueba de Tukey B, medias armónicas, media y desviación estándar. Una p < 0.05 fue considerada estadísticamente significativa.

Resultados: Dado que las regiones 3 y 4 dieron resultados similares se procedió a reagruparlos en tres grupos: Región 1, comprendida por arriba de 2,001 (Distrito Federal y Puebla); Región 2, comprendida entre 1,001 y 2,000 msnm (Guadalajara) y, Región 3 de menos de 1,000 msnm (Tijuana). De 840 sujetos

analizados, únicamente 120 pudieron ser ingresados, de ellos 64 fueron hombres y 56 mujeres con una edad promedio de 69.19 ± 6.12 años para los hombres y de 66.75 ± 5.62 para las mujeres. El índice de masa corporal fue de 26.49 ± 2.80 en hombres y de 28.24 ± 3.97 en mujeres. Los valores funcionales respiratorios que demostraron diferencias estadísticamente significativas para sexo fueron: FVC, VEF1, PCO₂ y, por grupo de edad: VEF1, VEF1/FVC y saturación. Entre las regiones: VEF1, pH, PaO₂, HCO₃ y saturación.
Conclusiones: La edad no influye con los niveles de PaO₂, pero sí para la saturación. La altitud es un factor que influye en las constantes funcionales respiratorias en el humano y, el VEF1 y el índice de Tiffenou van disminuyendo conforme avanza la edad.

ABSTRACT

Objective: To determine normal gasometric and spirometric values for the healthy geriatric population at different altitudes in Mexico.

Material and methods: Multicentric, transversal, prospective, observational and descriptive clinical study of 120 healthy subjects, >60 yrs old at four different sea level altitudes: region 1: Tijuana 778 meters above sea level (masl), region 2: Guadalajara 1547 (masl), region 3: Puebla 2144 (masl) and region 4: Mexico City 2240 (masl). All patients were subjected to spirometric and clinical studies and the following measures were obtained: FVC, FEV 1, FEV1/FVC, FEF (25,50 and 75) ratio and blood gases (pH, PaCO₂, PCO₂, HCO₃ and SAT).

Statistical analysis: Statistical analysis was performed by the Turkey B test, harmonic media, standard deviation (SD) and arithmetic media. $P<0.05$ was considered statistically significant.

Results: Since region 3 and 4 were statistically similar, we decided to pool results into 3 different groups: Region 1 (Puebla and Mexico), above 2001 m, Region 2 between 1001 and 2000 m (Guadalajara), and finally region 3 below 1000 m (Tijuana).

120 subjects were examined: 64 were men and 56 women, with median age of 69.19 ± 6.12 years for men, and 66.75 ± 5.62 for women. Body mass ratio (BMR) was 26.49 ± 2.80 for men and 28.24 ± 3.97 for women. According to functional respiratory values, we found statistical differences for sex, FVC, FEV1 and PCO₂, for age groups: FEV1, FEV1/FVC ratio and saturation, and between regions: FEV1, pH, PaCO₂, HCO₃ and saturation.

Conclusions: Age does not influence PaCO₂ levels, but it does influence saturation. Altitude has influence on respiratory functional constants in human beings and FEV1 and Tiffenou index are lower in people who are getting older.

INTRODUCCIÓN

En algunos países del mundo se ha considerado, con fines estadísticos, que la población anciana es aquella que

sobrepassa los 65 años de edad; sin embargo, en México fluctúa acorde a la institución. Así, el Instituto Nacional de la Senectud la considera como aquella que sobrepassa los 60 años de edad y, la Ley del Seguro Social a todo asegurado mayor de 65 años¹.

Si bien, el envejecimiento humano es un proceso individual, continuo, irreversible, con cambios morfológicos y funcionales, las características de evolución e industrialización han generado cambios en la esperanza de vida que en México ha pasado de 36.9 años en 1930 a 69.7 años en 1990 y a 72.2 en el 2000, con un crecimiento porcentual uniforme y ascendente que va del 5% en 1900 al 6% en 1990 y, es de esperarse que para el 2025 llegue a ser del 11.6%^{1,3}.

Los cambios en este grupo etáreo, han sido ampliamente estudiados, aduciéndose alteraciones degenerativas a partir de los 50 años en la mujer y a los 60 años en el hombre, en especial la presencia de xifosis, como consecuencia de un colapso vertebral osteoporótico, presente en un 68% de las personas, además de rigidez de la caja torácica, secundaria a la desmineralización de las costillas, calcificación de los cartílagos costales y desarrollo de espondiloartrosis.

Por su parte, la tráquea incrementa su diámetro en los cortes coronal y sagital, como consecuencia de la pérdida de retracción elástica y la pequeña vía aérea disminuye de calibre; los sacos alveolares se dilatan y se presenta una disminución notable de la superficie alveolar total.

Funcionalmente se observa pérdida de la retracción elástica, cambios en la distensibilidad estática, específica y dinámica, volviéndose dependiente de la frecuencia respiratoria y disminución de la fuerza muscular con una reducción de la capacidad vital, fenómeno que se ha calculado en una pérdida de aproximadamente 20mL por año y un incremento en el volumen residual cercano a 220mL, cambios que al ser proporcionales, no repercuten sobre la capacidad pulmonar total.

La disminución de la PaO₂, en el aire inspirado estimula la respiración, elevando el volumen minuto. El descenso de la PaCO₂, que se produce como consecuencia del aumento de la ventilación, y por consiguiente cierto grado de alcalosis respiratoria, es compensada por mecanismos renales que actúan en forma contraria, reduciendo el impulso ventilatorio. Además de los valores de la PaO₂ que dependen de la altura sobre el nivel del mar, la PaO₂ también disminuye con la edad y, existe una ecuación que puede ser utilizada para predecir este descenso en años ($\text{PaO}_2 = 109 - 0.42$)^{4,6}.

Todos los resultados anteriormente mencionados adolecen de una misma premisa: han sido efectuados en otras latitudes a nivel del mar y en menores de 65 años, por lo que no son, bajo ninguna circunstancia, prototipo para otras ciudades y grupos humanos. De tal manera que, la obtención de valores normales en sujetos ancianos, aún en la actualidad, constituye un problema por demás conocido y hace imperiosa la necesidad de contar con parámetros normales para estos grupos etáreos^{7,9}.

Esta situación ha sido analizada por la Sociedad Americana de Tórax (ATS, por sus siglas en inglés), quienes mencionan que los parámetros espirométricos deben de utilizarse con precaución en pacientes ancianos, pues los

valores de referencia por ellos manejados se basan en poblaciones menores de 65 años¹⁰. Situación que se complica cuando hay que tomar en cuenta otros fenómenos como son la influencia genética en poblaciones determinadas como por ejemplo los Sherpas o los Incas^{1,11-15}.

Con base en lo anterior y tomando en cuenta que no existen reportes en la literatura nacional sobre parámetros funcionales normales en población geriátrica a diversas altitudes sobre el nivel del mar, que los existentes son realizados en sujetos jóvenes o menores de 60 años y que la República Mexicana cuenta con ciudades a diversas alturas sobre el nivel del mar (condición que pudiese afectar la fisiología respiratoria en este grupo y que, probablemente sea un factor condicionante que modifique la terapéutica) hemos considerado importante realizar un estudio de caracterización en dicha población para determinar valores de referencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se efectuó un estudio clínico descriptivo, observacional, prospectivo, transversal y multicéntrico en pacientes mayores de 60 años y quienes vivieran en cuatro ciudades de la República Mexicana comprendidas en diferentes alturas sobre el nivel del mar. Para fines de análisis y diferenciación se dividieron en: Región 1, Puebla con una altura de 2,144 metros sobre el nivel del mar (msnm); Región 2, México con 2,240msnm; Región 3, Guadalajara, Jalisco a 1,547msnm y Región 4, Tijuana, BC que se encuentra a una altura de 778msnm.

Los criterios de inclusión consideraron sólo a sujetos mayores de 60 años, ambos sexos, clínicamente sanos y ambulatorios. Aquellos que presentaron alguna enfermedad infecciosa respiratoria cuatro meses previos al estudio o antecedentes de enfermedad sistémica previa, tabaquismo pasivo o activo, secuelas de patología respiratoria secundaria a traumatismo torácico, trastornos neuromusculares, evidencia de enfermedades malignas, alteraciones cardiovasculares y antecedentes laborales que repercutan en el ámbito respiratorio, no fueron incluidos. Los criterios de exclusión abarcaron también la detección de alguna anormalidad durante la historia clínica incompatible con el estudio, tales como hipertensión arterial, síntomas de enfermedad cardiaca, enfisema pulmonar, bronquitis crónica o exposición a humo de leña, realización inadecuada de la espirometría o, la negación para la extracción de sangre arterial.

Una vez cumplidos los criterios de selección, se realizó en un primer tiempo una historia clínica exhaustiva y se recabaron los datos correspondientes a edad, peso y talla a fin de obtener el índice de masa corporal (IMC). Ya aceptada y firmada la carta de consentimiento informado, se le explicó ampliamente los procedimientos a realizar: espirometría y gasometría. La primera se llevó a cabo estando el paciente de pie, inhalando y exhalando por completo y forzadamente con un poco de retraso, a través de una boquilla hermética que cubría la boca con una válvula de flujo unidireccional previa colocación de un clip para obstruir la nariz, utilizando un espirómetro tipo Fukuda Sangyo, Spiro Analyzer Modelo ST-250, maniobra que se repitió por lo menos en tres ocasiones, tomando aquella curva con mejores resultados

Tabla I. Descriptivos de la población estudiada en total y por región.

Región 1			
	Media	DE	Cantidad
Edad	67.38	6.015	60
Talla (m)	1.58	0.09	60
Peso (kg)	69.22	9.65	60
	%		Cantidad
Masculino	46.7		28
Femenino	53.3		32
Región 2			
	Media	DE	Cantidad
Edad	66.97	4.35	30
Talla (m)	1.59	0.09	30
Peso (kg)	68.27	11.24	30
	%		Cantidad
Masculino	60		18
Femenino	40		12
Región 3			
	Media	DE	Cantidad
Edad	68.33	6.8	30
Talla (m)	1.62	0.08	30
Peso (kg)	70.67	9.93	30
	%		Cantidad
Masculino	18		60
Femenino	12		40
Totales			
	Media	DE	Cantidad
Edad	67.52	5.91	120
Talla (m)	1.59	0.09	120
Peso (kg)	69.34	10.08	120
	%		Cantidad
Masculino	53.3		64
Femenino	46.7		56

DE = Desviación estándar

de acuerdo a lo propuesto por la ATS¹⁶ y se recabaron los datos correspondientes a capacidad vital forzada (CVF), volumen espiratorio en un segundo (VEF1), Relación VEF1/CVF (%), flujo espiratorio al 25% (FEF25), al 50% (FEF50), flujo espiratorio al 75% (FEF75).

Tabla II. Medias e intervalos de confianza en las variables gasométricas y espirométricas de interés en las tres regiones. IMSS, 2000.

		95% Intervalo de confianza para la mediana				
		N	Media	DE	Cantidad baja	Cantidad alta
CVF	Región 1	60	2.81	0.9	2.58	3.05
	Región 2	30	3.1	0.75	2.82	3.38
	Región 3	30	2.67	0.57	2.46	2.89
	Total	120	2.85	0.8	2.7	3
VEM 25	Región 1	60	4.25	1.6	3.83	4.66
	Región 2	ND	ND	ND	ND	ND
	Región 3	30	4.24	1.14	3.82	4.67
	Total	90	4.25	1.46	3.94	4.55
VEM 50	Región 1	60	2.51	1.01	2.25	2.77
	Región 2	ND	ND	ND	ND	ND
	Región 3	30	2.87	0.82	2.56	3.18
	Total	90	2.63	0.96	2.43	2.83
VEM 75	Región 1	60	1.99	0.82	1.78	2.2
	Región 2	ND	ND	ND	ND	ND
	Región 3	30	1.86	0.98	1.5	2.23
	Total	90	1.95	0.87	1.76	2.13
VEF 1*	Región 1	60	2.21	0.73	2.03	2.4
	Región 2	30	2.55	0.58	2.33	2.76
	Región 3	30	2.08	0.45	1.92	2.25
	Total	120	2.26	0.65	2.15	2.38
REL	Región 1	60	79.67	11.26	76.76	82.58
	Región 2	30	83.8	5.84	81.62	85.98
	Región 3	30	79.1	11	74.99	83.21
	Total	120	80.56	10.21	78.71	82.4
pH**	Región 1	60	7.41	0.02	7.4	7.41
	Región 2	30	7.45	0.02	7.44	7.46
	Región 3	30	7.42	0.02	7.42	7.43
	Total	120	7.42	0.03	7.42	7.43
PCO ₂	Región 1	60	32.6	2.81	31.88	33.33
	Región 2	30	32.62	3.56	31.29	33.95
	Región 3	30	33.72	1.15	33.29	34.14
	Total	120	32.89	2.75	32.39	33.38
PaO ₂ **	Región 1	60	61.72	3.97	60.69	62.74
	Región 2	30	72.27	6.75	69.75	74.79
	Región 3	30	83.88	2.6	82.91	84.85
	Total	120	69.89	10.25	68.04	71.75
HCO ₃ **	Región 1	60	21.17	1.3	20.83	21.5
	Región 2	30	22.33	2.47	21.41	23.25
	Región 3	30	21.01	0.83	20.7	21.32
	Total	120	21.42	1.66	21.12	21.72
SAT**	Región 1	60	90.84	2.01	90.32	91.36
	Región 2	30	92.6	2.01	91.85	93.35
	Región 3	30	94.67	2.09	93.89	95.45
	Total	120	92.24	2.56	91.77	92.7

ND: Datos no disponibles. *p < 0.05 ** p < 0.01 DE= Desviación estándar

Tabla III. Medias e intervalos de confianza de las principales variables gasométricas y espirométricas por grupo de edad. IMSS, 2000.

95% Intervalo de confianza para la mediana					
	N	Media	DE	Bajo	Alto
CVF					
Menores 70 años	73	2.9	0.85	2.7	3.1
Mayores 70 años	47	2.78	0.72	2.56	2.99
Total	120	2.85	0.8	2.7	3
VEM 25					
Menores 70 años	52	4.3	1.46	3.89	4.71
Mayores 70 años	38	4.17	1.47	3.69	4.65
Total	90	4.25	1.46	3.94	4.55
VEM50					
Menores 70 años	52	2.75	0.97	2.48	3.02
Mayores 70 años	38	2.47	0.93	2.16	2.78
Total	90	2.63	0.96	2.43	2.83
VEM75					
Menores 70 años	52	2.04	0.93	1.79	2.3
Mayores 70 años	38	1.81	0.78	1.56	2.07
Total	90	1.95	0.87	1.76	2.13
VEF1*					
Menores 70 años	73	2.38	0.67	2.23	2.54
Mayores 70 años	47	2.08	0.59	1.91	2.25
Total	120	2.26	0.65	2.15	2.38
RelVEF1/CVF**					
Menor 70 años	73	83.67	8.92	81.59	85.75
Mayores 70 años	47	75.72	10.29	72.7	78.75
Total	120	80.56	10.21	78.71	82.4
pH					
Menores 70 años	73	7.42	0.03	7.42	7.43
Mayores 70 años	47	7.42	0.02	7.41	7.42
Total	120	7.42	0.03	7.42	7.43
PCO ₂					
Menores 70 años	73	32.62	2.74	31.98	33.26
Mayores 70 años	47	33.3	2.73	32.49	34.1
Total	120	32.89	2.75	32.39	33.38
PaO ₂					
Menores 70 años	73	69.9	9.95	67.58	72.22
Mayores 70 años	47	69.88	10.81	66.71	73.05
Total	120	69.89	10.25	68.04	71.75
HCO ₃					
Menores 70 años	73	21.37	1.64	20.99	21.76
Mayores 70 años	47	21.49	1.72	20.98	21.99
Total	120	21.42	1.66	21.12	21.72
SAT*					
Menores 70 años	73	92.67	2.67	92.04	93.29
Mayores 70 años	47	91.57	2.25	90.91	92.23
Total	120	92.24	2.56	91.77	92.7

*p < 0.05; ** p < 0.01 DE = Desviación estándar

Tabla IV. Medias, desviación estándar e intervalo de confianza de los principales valores gasométricos y espirométricos por sexo. IMSS, 2000.

		95% Intervalo de confianza para la mediana				
		N	Media	DE	Bajo	Alto
CVF**	Masculino	64	3.24	0.76	3.05	3.43
	Femenino	56	2.4	0.59	2.24	2.56
	Total	120	2.85	0.8	2.7	3
VEM25*	Masculino	46	4.53	1.53	4.08	4.99
	Femenino	44	3.94	1.32	3.54	4.35
	Total	90	4.25	1.46	3.94	4.55
VEM50	Masculino	46	2.77	0.82	2.53	3.01
	Femenino	44	2.49	1.08	2.16	2.81
	Total	90	2.63	0.96	2.43	2.83
VEM75	Masculino	46	2.03	0.98	1.74	2.32
	Femenino	44	1.86	0.74	1.63	2.08
	Total	90	1.95	0.87	1.76	2.13
VEF1**	Masculino	64	2.53	0.67	2.36	2.7
	Femenino	56	1.96	0.47	1.84	2.09
	Total	120	2.26	0.65	2.15	2.38
Rel.	Masculino	64	79.14	11.17	76.35	81.93
	Femenino	56	82.18	8.82	79.82	84.54
	Total	120	80.56	10.21	78.71	82.4
pH	Masculino	64	7.42	0.03	7.42	7.43
	Femenino	56	7.42	0.03	7.41	7.43
	Total	120	7.42	0.03	7.42	7.43
PCO ₂ *	Masculino	64	33.37	2.51	32.74	33.99
	Femenino	56	32.34	2.92	31.55	33.12
	Total	120	32.89	2.75	32.39	33.38
PaO ₂	Masculino	64	70.7	10.75	68.02	73.39
	Femenino	56	68.97	9.66	66.38	71.56
	Total	120	69.89	10.25	68.04	71.75
HCO ₃	Masculino	64	21.66	1.78	21.22	22.11
	Femenino	56	21.14	1.49	20.74	21.54
	Total	120	21.42	1.66	21.12	21.72
SAT.	Masculino	64	92.47	2.62	91.81	93.12
	Femenino	56	91.98	2.5	91.31	92.65
	Total	120	92.24	2.56	91.77	92.7

*p < 0.05

** p < 0.01

DE = Desviación estándar

En un segundo tiempo se procedió a la realización de la punción arterial y procesada con un gasómetro IL-1312, calibrado con mezclas gaseosas conocidas antes de la medición, determinando pH, PCO₂, PaO₂, HCO₃ y saturación de oxígeno.

Los resultados se analizaron por medio de la prueba de Tukey B para comparar las diferencias significativas de las medias, prueba univariada de análisis de varianza (ANOVA) para observar si existe una diferencia cualquiera entre las medias de todos los grupos, medias armónicas, medias y desviación estándar para definir cuál es la variabilidad que se puede esperar entre los sujetos estudiados¹⁸.

RESULTADOS

Se revisaron un total de 840 sujetos mayores de 60 años de las diversas regiones, de los cuales sólo 120 cumplieron con los criterios de ingreso quedando finalmente 30 por cada región analizada, quienes fueron separados por sexo, grupos de edad y altura del lugar de residencia.

Dado que los resultados demostraron similitud en dos poblaciones (Puebla y Distrito Federal) que correspondían a aquellas por arriba de 2,000msnm, se decidió conformar únicamente tres regiones: Región 1, comprendidas como más de 2,00 msnm; Región 2, entre 1,001 y 2,000msnm y Región 3, de menos de 1,000msnm.

En la Tabla I, se describe a la población estudiada en forma general y por región. La edad promedio en hombres fue de 68.19 ± 6.12 y en mujeres de 66.75 ± 5.62 años. El IMC promedio fue de 26.49 ± 2.80 en hombres y de 28.24 ± 3.97 en mujeres.

Las medias e intervalos de confianza de las variables gasométricas y espirométricas de interés de las tres regiones se describen en la Tabla II. A su vez, la Tabla III describe por grupos de edad los resultados de estas mismas variables y, la Tabla IV hace lo propio, pero de acuerdo al sexo.

Por tener resultados no homogéneos se estimaron medias armónicas y, las variables significativas se sometieron al ajuste *post-hoc* de Tukey B, controlando para edad y sexo, para determinar en dónde se estaban llevando a cabo estas diferencias. Los resultados demostraron que para la Región 1 el pH fue de 7.41, para la Región 2 de 7.42 y para la Región 3, de 7.45, no se observó diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de edad y sexo.

Para la PaCO_2 no hubo diferencia entre los grupos, la media para la Región 1 fue de $32.60 \pm 2.81\text{mmHg}$; para la Región 2 de $32.62 \pm 3.56\text{mmHg}$ y para la Región 3 de $33.72 \pm 1.15\text{ mmHg}$; con una media marginal ligeramente por arriba de 32.97, con un intervalo de confianza (IC) del 95% de 32.45-33.49. No se observó diferencia entre edad y región, pero sí entre sexos.

Para la Región 1, la PaO_2 media fue de $61.72 \pm 3.97\text{ mmHg}$; para la Región 2 de $72.27 \pm 6.75\text{mmHg}$ y para la Región 3 de $83.88 \pm 2.60\text{mmHg}$, con significación estadística entre ellas. La media marginal fue ligeramente superior (72.611, 95% IC: 71.76-73.47).

En cuanto al HCO_3 , en la Región 1 fue de $21.17 \pm 1.30\text{ mmol/L}$, Región 2 de $22.33 \pm 2.47\text{mmol/L}$ y, en la Región 3, de $21.01 \pm 0.83\text{mmol/L}$, se observó significancia estadística entre las regiones, pero no para la edad y sexo.

Con respecto a la saturación de oxígeno, los resultados nos mostraron que hubo diferencia entre las regiones, en donde para la Región 1 la media fue de $90.84 \pm 2.01\%$; en la Región 2, la media fue de $92.60 \pm 2.01\%$ y para la Región 3, la media fue de $94.67 \pm 2.07\%$; la media marginal fue algo mayor (92.70, 95% IC: 92.34-93.06). Se observó diferencia estadísticamente significativa entre la edad y por región, pero no entre sexos.

El análisis por región (altura), de las variables gasométricas: PaO_2 , HCO_3 y Sat, mostraron ser significativamente distintas por región, cuando las medias se compararon mediante una prueba univariada de análisis de varianza (ANOVA).

Para la capacidad vital forzada (CVF), la media para la Región 1 fue de $2.81 \pm 0.90\text{L}$, en la Región 2, $3.10 \pm 0.75\text{L}$ y para la Región 3, $2.67 \pm 0.57\text{L}$, sin significación estadística. La media marginal aumenta ligeramente (2.86, 95% IC: 2.70-3.01). No observándose diferencia significativa entre las edades, pero sí comparando entre sexos.

Para el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1), la media para la Región 1 fue de $2.21 \pm 0.73\text{L/s}$, para la Región 2, de $2.55 \pm 0.58\text{L/s}$ y para la Región 3, de $2.08 \pm 0.45\text{L/s}$. Se observó que no había diferencia entre las regiones 2 y 3, pero sí entre la Región 1; además,

se observó que sí había diferencia significativa entre la edad y sexo.

Para el flujo espiratorio máximo al 25% (FEF25), se observó que la media fue de $4.25 \pm 1.46\text{L/s}$. No observándose diferencia estadísticamente significativa entre edades, pero sí entre sexos. Para el FEF50, la media fue de $2.63 \pm 0.96\text{L/s}$, no habiendo diferencia significativa entre la edad y sexo, situación similar con el FEF75 donde la media fue de $1.95 \pm 0.87\text{L/s}$.

DISCUSIÓN

La población geriátrica, cada vez más importante en las diversas poblaciones del mundo, adolece, en mucho, de estudios que determinen fehacientemente las características fisiológicas normales que sirvan de modelo para determinar por un lado la evolución y por el otro, el comportamiento que presenta ante la enfermedad.

Tal importancia ha cobrado en la última década, que se han abierto espacios para su estudio no sólo en las universidades sino en las unidades hospitalarias, quienes reciben cada día un creciente número de personas mayores de 60 años con patologías diversas que ameritan atención especializada. A pesar de ello, las investigaciones existentes carecen de un análisis que permita determinar las constantes normales en grupos diversos.

En la actualidad, la mayoría de los estudios realizados se han efectuado a nivel del mar y en población no geriátrica. Algunos investigadores (Rico,¹ Janssens⁶ y Shapiro¹⁷) han reportado que existe una disminución de 1mmHg de O_2 al año después de los 60 años, algo que consideramos demasiado riguroso, ya que no se toman en cuenta diversos factores como raza, sexo, alimentación, actividad física previa y altura sobre el nivel del mar, factores que influyen directamente sobre los cambios anatómicos y funcionales del individuo a los que se agregan las modificaciones en caja torácica, la calcificación de los cartílagos costales y la capacidad de contractilidad muscular y su repercusión sobre el espacio muerto, la capacidad residual funcional y la velocidad de los flujos, entre otros.

Todos los valores de referencia que se han utilizado hasta el momento, por lo tanto, deberán de utilizarse con precaución pues se ven influenciados por diferentes factores que van a modificar los resultados como son la altitud, las características constitucionales y nutricias e inclusive los factores hereditarios y bioquímicos.

Tal situación queda establecida con nuestra investigación, ante el hecho más simple, como es la determinación del IMC que en la población estudiada fue de 26.49 ± 2.80 para el sexo masculino, mientras que para el femenino fue de 28.24 ± 3.97 ; lo que indica que el promedio de la población geriátrica tiene un 12.96% de sobre peso comparativamente con la población media de la República Mexicana.

Situación similar fue reportada por Enright y colaborador en 1996, el cual al comparar una población afroamericana contra una blanca encontró diferencias significativas entre sí y un grado de sobre peso catalogado en 3%, con un IMC promedio de 29.6 en afroamericanos

y de 26.6 en blancos del sexo femenino, mientras que para el masculino fue de 27.0 y 26.5, respectivamente⁵.

La estatura es otra variable que deberá de tomarse en cuenta y que modifica sustancialmente los resultados funcionales respiratorios. Bajo esta tesis, existe una diferencia sustancial entre la estatura obtenida en nuestro estudio y la reportada en población afroamericana y blanca, con una diferencia de 9cm para la primera y de 7cm para la segunda en hombres y de 6 y 5cm para mujeres respectivamente, lo que indica la imposibilidad de traspasar los resultados a otras poblaciones⁵.

En cuanto a las cifras obtenidas en la PaO₂, nosotros obtuvimos diferencias acordes a la altitud siendo la menor de 61.72mmHg en la Región 1 y, la mayor de 83.88 para la Región 3, correspondiente a una altura de más de 2,001 msnm para la Región 1 y para la Región 3 de menos de 1,000 msnm. En el estudio de Mireles y colaborador¹⁹ (efectuado en el Distrito Federal y con una población joven de 19 y 40 años), reportaron que la media de la PaO₂ fue de 67 ± 9 , para la ciudad de México. Mientras que nosotros, catalogándolo como Región 1, encontramos que la media fue de 61.72.

Este hallazgo fue algo menor en comparación con otros autores como Muñoz y colaborador²⁰ (efectuado con una población joven de 25 a 45 años) que reportó 67.5 ± 4 y de Martínez y colaborador²¹ 67.3 ± 3 (con una población de 10 a 59 años de edad) la población que ellos estudiaron fue realizado en personas jóvenes, menores de 60 años, incluyendo a adolescentes y a una altura que correspondía a la ciudad de México. Al igual, estos autores reportaron un promedio de PaO₂ que correspondería para la Región 1 similar en sus promedios reportados a los nuestros, aunque nuestra población estudiada es mayor de 60 años en comparación de sus pacientes. Además, ellos analizaron en forma global a la población y nosotros los dividimos según el sexo del individuo, observando durante la comparación una diferencia, siendo la media mayor en hombres que en mujeres.

En los estudios de estos investigadores, el pH fue algo menor (7.39) a lo que nosotros encontramos en nuestro estudio, debido a la alcalosis respiratoria que es ocasionada por el estado de ansiedad de los pacientes ante la punción arterial y, comparándolo por regiones tampoco se vio ningún tipo de cambio al igual que entre edad y sexo.

Con respecto a la saturación de oxígeno (Sat O₂), lo que reportaron estos autores fue similar a lo encontrado en nuestro estudio para la Región 1, pero para la Región 3 fue algo mayor estadísticamente significativo. Respecto a la edad, se observó que cuanto más edad tenía la población estudiada, la saturación reportada era menor, aún así, no se observa gran diferencia con los reportes previos de población menor de 60 años.

Rico y colaborador, analizaron una población geriátrica del Distrito Federal, correspondiente a una altura de 2,240 msnm y, Tampico, Tamaulipas, al nivel del mar con resultados similares comparándolo con la Región 1 y la Región 3. Además, también halló que cuanto más transcurriera la edad entre los individuos la PaO₂ era menor, al igual que la saturación².

Por su parte, Juan Carlos Vázquez y colaboradores, en el año 2000 en su artículo determinan teóricamente los valores de la PaO₂ esperados, llamando la atención que nuestros resultados prácticamente son iguales a los publicados, por lo que deberán de valorarse o, en su caso ajustarse dado que los valores obtenidos por nosotros son los determinados en población mayor de 60 años²².

Cuando analizamos el HCO₃, se observó que la altura tuvo una diferencia estadísticamente significativa, pero no se observó que la edad y el sexo tuvieran alguna influencia. Algo que también se observó en el estudio del investigador Rico y colaborador, es que sus valores fueron muy similares a lo encontrado en nuestro estudio².

En relación con las pruebas funcionales respiratorias, se ha reportado una disminución anual del VEF1 en aproximadamente 20mL en individuos con edades comprendidas entre 25-39 años de edad y de 38mL en sujetos mayores de 65 años⁶. Enright y colaborador, reportó que comparando entre sexos el VEF1, en el sexo femenino fue de 1.82L/s mientras que nosotros encontramos 1.96L/s no observándose grandes diferencias entre los dos estudios. Y en relación con el sexo masculino tampoco hubo grandes diferencias, ya que ellos reportaron 2.67L/s y en nuestro estudio fue de 2.53L/s⁵. DuWayner y colaborador, en un estudio efectuado en la ciudad de Salt Lake, Utah, en el año de 1973, reportaron 3.4L/s en hombres y 2.18L/s en mujeres, siendo algo mayor al compararse con nuestros resultados⁸.

En relación con la CVF, Enright y colaborador, reportaron 2.49L en mujeres y 3.76L en hombres⁵, mientras que en el estudio de DuWayner y colaborador, fue de 2.78L en mujeres y de 4.31L en hombres⁸. A diferencia de nuestro estudio, en el cual se observó 3.24L en hombres y de 2.40L en mujeres. Observando que tanto la CVF y VEF1 disminuían uniformemente con la edad.

Aún así, Milne²², Burr²³ y Woo²⁴ tuvieron reportes más bajos a lo que nosotros encontramos. Sobre la relación CVF/VEF1, Enright y colaborador, reportaron 73.3% para mujeres y 71.5% en hombres⁵. Mientras que DuWayner y colaborador, fueron de 76.9% para el sexo femenino y de 79.5% para el masculino, observándose que disminuyó en mujeres >55 años y en hombres >60 años de edad⁸. Nosotros reportamos en nuestro estudio 82.18% en mujeres y 79.15% en hombres.

Estas diferencias encontradas en lo reportado por estos investigadores y lo que nosotros obtuvimos en este estudio es porque a pesar de que nuestra población era de menor talla e IMC, al momento de analizarla lo hicimos de acuerdo al grupo de edad y ellos lo analizaron en forma global, incluyendo a las personas mayores de 80 años, siendo estos una población importante. Además, cabe resaltar que la edad promedio de nuestro estudio fue de 68.19 ± 6.12 años en el sexo masculino y en el femenino de 66.75 ± 5.62 años. En ellos, la edad promedio general fue de 76.0 ± 4.8 en mujeres y 77.1 ± 5.4 en hombres.

Obviamente nuestra población es diferente a la estudiada en reportes previos, comenzando por la raza mestiza, entre otras características, ya que la mayoría de los estudios realizados son en gente caucásica, chinos, afroamericanos

y algunos otros estudios en adultos jóvenes. Pero la única característica que se comparte es la categoría de pacientes clínicamente sanos. Algo que se debe mencionar es que, cuando se comparan estos grupos de estudio con la edad, parecen ser menos notables estas diferencias raciales durante el análisis entre la población geriátrica^{5,8}.

A pesar de no contar con estudios en México encaminados a determinar los valores normales en poblaciones amplias, Margarita Rojas y colaboradores²⁵, publicaron en 1999 los resultados obtenidos en una población geriátrica de la zona sur de la ciudad de México. Al analizarlos y compararlos en la región correspondiente y con las demás regiones, observamos una mínima diferencia con el valor más alto por ellos obtenido en la CVF y diferente en cuanto al VEF1. Esta diferencia encontrada puede ser explicada por el amplio margen de los grupos de edad estudiados que incluyó a pacientes hasta de 93 años.

En cuanto a lo mencionado por Juan Carlos Vázquez y Rogelio Pérez Padilla²⁶ en su estudio, nuestros resultados son prácticamente iguales a los encontrados por ellos; más, dado que fueron efectuados a través de un proceso matemático y no existe discriminación de ninguna índole, es factible que por medio de una adecuación en la fórmula establecida, sus resultados teóricos se acerquen a la normalidad de la población geriátrica. A pesar de ello, aún sus conclusiones podrán diferir con los obtenidos en nuestro estudio debido al sobrepeso existente en la población analizada.

Finalmente, a pesar de los pocos estudios encaminados a la población geriátrica tanto en forma teórica como práctica, ambos estudios adolecen de una muestra o presentan inadecuaciones que deberán de rectificarse en estudios posteriores. Sin embargo, con el análisis desarrollado, es factible emitir juicios provisionales sobre las cifras teóricas normales en la población senecta.

REFERENCIAS

1. Zavala R, Rico FG. Consideraciones generales sobre el envejecimiento. En: Rico Méndez FG, editor. *Geriatría respiratoria*. México: Biblioteca Médica Mexicana, 1997:1-8.
2. Rico FG, Gómez F, Meneses L, Múgica J, Pérez C. Valores gasométricos en población geriátrica. Análisis en dos diferentes altitudes. Rev Inst Nal Enf Resp Mex 1998;11:25-28.
3. INEGI. Conteo de población y vivienda. 1995.
4. Cruz A, Rico FG, Bossa A. *Anatomía y fisiología del pulmón en la senectud*. En: Rico M, editor. *Geriatría respiratoria*. México: Biblioteca Médica Mexicana, 1997:37-45.
5. Enright PL, Arnold A, Manolio TA, Kuller L. Spirometry reference values for healthy elderly blacks. Chest 1996;110: 1416-1424.
6. Janssens JP, Pache JC, Nocod LP. *Physiological changes in respiratory function associated with ageing*. Eur Respir J 1999;13:197-205.
7. West J. *Fisiología respiratoria*. 5a ed. México: Panamericana, 1996:127-130.
8. DuWayne S, Marion LD, Ree MG, Franklin KB. *Spirometric standards for healthy elderly men and women*. Am Rev Respir Dis 1973;108:933-939.
9. Black LF, Hyatt RE. *Maximal respiratory pressures: Normal values and relation ship to age and sex*. Am Rev Respir Dis 1969;99:696-702.
10. ATS. *Lung function testing: Selection of reference values and interpretative strategies 1991*. Am Rev Respir Dis 1991;144: 1202-1216.
11. Pérez MS, Pérez PJ. Valores gasométricos en sujetos sanos reportados en la población mexicana: revisión y análisis. Rev Inv Clin 1992; 44: 353-362.
12. Vázquez GJ, Pérez PR. Valores gasométricos estimados para las principales poblaciones y sitios de mayor altitud en México. Rev Inst Nal Enf Resp Mex 2000;13:6-13.
13. Rojas GA, Pérez NL. Efecto de la altitud sobre el flujo espiratorio máximo. Rev Inst Nal Enf Resp Mex 2000;13:14-17.
14. Méndez MP, Ruiz LF, Martínez GJ, Sánchez GF. Adaptación respiratoria a la limitación de oxígeno, grandes alturas, inmersión, acidosis y alcalosis. En: Camerino LJA, Fernández FL, editores. *Manual de neumología y cirugía torácica*. SEPAR. España: Editores Médicos, 1998;1:91-106.
15. Lizardi GD, Pérez PJ. Las altitudes sobre el nivel del mar en México: principales poblaciones, carreteras, vías férreas, montañas y viajes aéreos. Guías para los neumólogos y sus pacientes. Neumol Cir Tórax Mex 1993;1:7-14.
16. Martínez F. Pruebas de la función pulmonar en diagnóstico y tratamiento de las enfermedades respiratorias. España: Auroch, 1998:109-148.
17. Shapiro B. Manejo clínico de los gases sanguíneos. 5a ed. México: Panamericana, 1996.
18. Dawson-Saunders B, Trapp RG. *Bioestadística médica*. México: Manual Moderno, 1993.
19. Mireles M, Sánchez R, Mira ML. Valores normales de pH, PaCO_2 , saturación de oxígeno, déficit y exceso de base, base buffer, bicarbonato estándar y actual en la ciudad de México. Rev Med IMSS 1969;8:23-27.
20. Muñoz BB. Estudios de ventilación pulmonar de gases y pH en sangre en sujetos sanos, en la ciudad de México. Neumol Cir Tórax Mex 1972;32:133-138.
21. Martínez GM, Fernández BP, Balvanera AA, Correa SR, Elizalde RA, Soni CJ. Valores normales de algunas medidas de la función respiratoria en la ciudad de México. Prensa Médica Mexicana 1973;38:1-5.
22. Milne JS, Williamson J. Respiratory function test in older people. Clin Sci 1972; 42:371-381.
23. Burr ML, Phillips KM, Hosrt DN. Lung function in the elderly. Thorax 1985;40:54-59.
24. Woo J, Pang J. Spirometry in healthy elderly chinese. Thorax 1988; 43:617-620.
25. Rojas RM, Catalán VM, Rubio SA, Pérez-Padilla J, Pérez NJ. Espirometría en ancianas sanas de la ciudad de México. Rev Inst Nal Enf Resp Mex 1999;12:165-169.