

MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD VITAL FORZADA POR ESPIROMETRÍA EN HABITANTES ADULTOS NATURALES DE JUNÍN (4105 m.s.n.m.)

Valenzuela Bejarano, Manuel Andrés – Neumólogo – Hospital MINSA Apoyo Junín.

Ramos Martínez, Elizabeth – Lic. Enfermería - Hospital Es Salud La Oroya.

RESUMEN

El estudio se realizó en la ciudad de Junín- Perú, a 4105 metros de altura, en voluntarios nativos y con permanencia mínima hasta los 20 años en esa altitud, entre los 20 y 40 años de edad, a quienes se le practicó una prueba de espirometría para determinar la CVF (Capacidad Vital Forzada), y compararla con lo esperado en la población del nivel del mar.

El objetivo es demostrar que la CVF de los habitantes de la altura es mayor y que en las pruebas espirométricas clínicas que se realizan, se debe tomar en consideración si el paciente proviene de la altura, para realizar las correcciones a los valores obtenidos.

En el estudio se encontró una variación mayor hasta del 20% del valor esperado a nivel del mar en los varones y mayor del 11.5 % en las mujeres, siendo estas diferencias significativas desde el punto de vista estadístico. Por lo tanto en la población nativa y con permanencia mínima hasta los 20 años en esta altitud se deben hacer correcciones en la espirometría para poder detectar de manera precoz enfermedades pulmonares funcionales, ya que los espirómetros que se usan como referencia manejan valores estándar en relación al nivel del mar.

Palabras Claves:

Poblador de la altura.
Capacidad Vital Forzada.
Espirografía.

INTRODUCCIÓN

El humano ante los cambios de altitud, presenta respuestas de adaptación, que pueden ser fisiológicas y/o anatómicas. A medida que aumenta la altitud y la permanencia en la altura, las adaptaciones fisiológicas se convierten en anatómicas, observándose en los habitantes que han nacido y crecido en las alturas (1).

Los habitantes que nacen y crecen en las grandes alturas (entre 2500 a 5000 m.s.n.m.) (2) deben adaptarse a los decrecientes niveles de oxígeno y de presión barométrica (3), para lo cual realizan adaptaciones que son al inicio fisiológicas cuyo nivel de altitud no está totalmente determinado, pero es probable que se observen entre los 2000 a 3000 m.s.n.m (4).

A los 3000 metros de altitud, es probable que ya existan adaptaciones anatómicas, pero lo demostrado hasta ahora es a partir de los 3800 m.s.n.m.(1), en el cual los humanos y los animales presentan hipertrofia del músculo liso de la arteria pulmonar, que va a condicionar la hipertrofia del ventrículo derecho y la mayor capacidad pulmonar de los habitantes de las grandes alturas(1).

Por lo tanto sobre los 4000 m.s.n.m., en los habitantes que han nacido y crecido a estas alturas, encontraremos adaptaciones anatómicas, cuyas variaciones con los habitantes del nivel mar hacen que los valores referenciales considerados como normales a ese nivel, no lo sean a nivel de las grandes alturas. Los estudios en medicina de altura buscan resaltar las diferencias, demostrando patologías diferentes y valores referenciales fisiológicos diferentes (2)(3).

Existen estudios de la capacidad pulmonar en la altura en la que se demuestra que es mayor que en el habitante a nivel del mar (1)(5), pero a diferencia de la hemoglobina y hematocrito, cuyo estudio de estos valores se han realizado a diferentes niveles de altura y en distintas ciudades, le permiten tener una escala de valores normales de hemoglobina desde el nivel mar hasta los 4800 m.s.n.m.,(4). Esto no sucede con los valores de la Capacidad Pulmonar Total (CPT) y la Capacidad Vital Forzada(CVF) en la espirometría (6)(7), de lo cual se plantea que a cada nivel de altura que la persona nació y creció variarán los volúmenes pulmonares de la CPT y la CVF.

Los habitantes de la altura tienen una capacidad vital respiratoria y una capacidad pulmonar total mayor que el habitante a nivel del mar, que se expresa en volumen y que es notorio a partir de los 3000 m.s.n.m. (4) (8). Este mayor volumen pulmonar se traduce en las pruebas de función pulmonar, como sucede en la espirometría, en el cual se observan mayores valores en la Capacidad Vital Forzada (CVF), Volumen Espiratorio Forzado en el 1º segundo(VEF1) y en la Capacidad Pulmonar Total (CPT)(9)(10). Esto es debido a que los habitantes que han nacido y crecido hasta la madurez en la altura tienen diferencias anatómicas con respecto al habitante del nivel del mar, y a mayor altura, mayor será la diferencia.

Estas diferencias son básicamente en un ventrículo derecho de mayor volumen, con aumento de la presión arterial pulmonar, mayor vascularidad pulmonar, mayor tejido pulmonar, mayor tamaño de la caja torácica, aumento del hematocrito y de la hemoglobina.(1)(3)(5)(8).

Los mecanismos de adaptación consisten en que a una menor presión barométrica, hay una menor presión ambiental de oxígeno, que produce un aumento en la ventilación. Este control de la ventilación es mediado por los cuerpos carotídeos, que responde a la presión de oxígeno, y los quimiorreceptores centrales que responde a la presión de CO₂(11). Por tanto el habitante de la altura hiperventila produciendo una disminución de la concentración de CO₂ (1)(3)(5)(8).

Otro mecanismo de adaptación producido por la hipoxia es la vasoconstricción pulmonar, que produce aumento de la presión arterial pulmonar y aumento de la resistencia vascular pulmonar, y si la exposición es crónica se producen cambios anatómicos en las arterias pulmonares, como se ha demostrado en los habitantes a mayor de 3800 m.s.n.m., en quienes existe una hipertrofia del músculo liso. Este cambio condiciona un mayor tamaño del ventrículo derecho y por tanto una mayor perfusión pulmonar y una mayor capacidad pulmonar(1)(5)(8).

Los espirómetros actuales utilizan las siguientes variables: la temperatura, la presión atmosférica a nivel del mar, la talla (en metros), la edad (en años), el peso (kilogramos) y la raza (caucásica, no caucásica, negra, y asiática)(9)(10)(12)(13)(14).

Como se observa no se incluye la variable nivel de altura en que nació y creció, que es importante a partir de los 3000 metros. Estas diferencias son observables cuando estos habitantes de altura acuden a consulta por un problema pulmonar y se realiza las pruebas de función pulmonar como la espirometría. Los resultados que observamos son muchas veces «normales», a pesar de presentar leve disnea, o tener historia de enfermedad pulmonar crónica, o tabaquismo por largos años; no habiendo una concordancia entre la clínica y el valor espirométrico que lo considera normal.

Por tanto en estos habitantes se debería hacer una modificación de los valores espirométricos de la curva normal, pues será difícil detectar patología pulmonar en sus inicios, ya que saldrán como valores «normales»; ejemplo en el fumador crónico, no podrá detectarse los inicios del EPOC (15)(16)(17). Los casos de EPOC por humo de leña o «champa» serían detectados tardíamente. Igualmente las enfermedades restrictivas como la fibrosis(18)(19), serán detectadas tardíamente y las secuelas pulmonares y su invalidez, no podrán ser medidas en su real magnitud. Sería necesario contar con una escala de valores de la curva normal a

determinados valores de altitud sobre el nivel del mar, de tal forma que los valores promedios pulmonares varíen con la altitud en el que paciente nació y creció, creando una escala de volúmenes pulmonares en relación a la altitud.

El estudio pretende determinar los valores reales de CVF en los habitantes nacidos y crecidos en Junín (4105 m.s.n.m.) y compararlos con los valores considerados normales al nivel del mar. Si la altura es mayor de 3000 metros de altitud, debería considerarse una variable más en los estudios espirométricos.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo y transversal (20) en la ciudad de Junín (4105 m.s.n.m.). Ingresaron al estudio los voluntarios nativos de Junín, y que hayan vivido a esta altitud hasta los 20 años de edad como mínimo y que actualmente vivan en Junín clínicamente sanos en el momento de la prueba espirométrica y sin antecedentes de enfermedad pulmonar o cardiovascular. Los voluntarios fueron de ambos sexos entre los 20 a 40 años de edad; se consideró estos límites de edad, debido a que a los 20 años se llega a la máxima madurez pulmonar, y a partir de los 40 años existe una disminución del CVF.

El estudio se realizó entre Marzo-2003 hasta Junio-2003. El área de estudio es una ciudad de 12,565 habitantes, que está ubicada en la provincia de Junín, en el departamento de Junín, en la meseta de Bombón, al sur del lago Junín, cuya temperatura oscila entre los 0°C a 15°C, y a una presión barométrica aproximada de 450 mmHg, cuya población se dedica a la agricultura, la ganadería y el comercio, con una población de 2,733 habitantes entre los 20 a 40 años de edad (1358 hombres y 1375 mujeres). Se realizaron 441 muestras, de las cuales se obtuvo un total de 414 muestras válidas (205 hombres y 209 mujeres), que representa el 15.148% de la población total entre los 20-40 años (15.95 % de los varones y 15.2 % de las mujeres). Las 27 muestras no válidas fueron excluidas por encontrar enfermedad pulmonar en el momento del examen o mala técnica en el momento de realizarla.

Los criterios de inclusión fueron que sean hombres y mujeres entre los 20 a 40 años de edad, que hayan nacido y crecido en Junín y que estén clínicamente sanos y sin antecedentes de enfermedad pulmonar, ni cardiovascular. Los criterios de exclusión fueron población menor de 20 años; población mayor de 40 años; población que no haya nacido, ni crecido en Junín; que estén enfermos en el momento del examen; que hayan tenido o tenga una enfermedad pulmonar o cardiovascular.

Para poder seleccionar a las personas para la muestra se tuvo que realizar fichas de datos personales, ficha de investigación, y de

consentimiento informado de todos los voluntarios, de tal forma que antes de la prueba se pudo excluir a los enfermos y a los que tenían antecedentes de enfermedades pulmonares o cardiovasculares. Luego se procedió a un rápido examen físico dirigido a los pulmones en busca de estertores o dificultad respiratoria, y cardíaco en busca de cardiopatía; si se encontraba algún signo se les excluía del trabajo.

Las personas que participaron en este trabajo fueron voluntarios, que firmaron su consentimiento. El material utilizado fue un espirómetro calibrado computarizado portátil, de marca Micro Medical Limited - England. Modelo Microlab ML 3500, V 5.12 con traductor de volumen, mide volumen y flujo del aire expirado directamente en BTPS (siglas en inglés de temperatura y presión del cuerpo en un ambiente saturado de agua).

El espirómetro registra los siguientes datos del paciente como edad, sexo, peso, talla y raza (no caucásica). El peso fue tomado con una balanza de pie expresada en Kg., y la talla fue medida con un centímetro adaptado al local donde se realizó; sobre la raza se consideró en todos los casos como no caucásica. El espirómetro en cada caso, con los datos del paciente, expresaba una información de los predichos esperados de Capacidad Vital Forzada (CVF), Volumen Espiratorio Forzado al 1º segundo (VEF1), Flujo Espiratorio Pico (PEF) y la relación entre VEF1/CVF%; además informaba el valor esperado de la CVF a nivel del mar en los valores del 80%, 100% y 120%. Las variables independientes fueron la altitud, la edad, sexo, peso y talla; y las variables dependientes fueron CVF, VEF1, PEF y VEF1/CVF.

La técnica en la toma de la prueba de espirometría consistió en lo siguiente: a cada voluntario se le explicó personalmente que la prueba consistía en realizar una inspiración profunda y luego colocar la boquilla del espirómetro y realizar una expiración forzada por unos 5 segundos hasta «quedarse sin aire»; la prueba fue supervisada en todos los casos y se realizó 3 veces a cada persona y se registró, la que tenía mejor CVF. Se emplearon los criterios Standard de la ATS (21) y su modificación (22)(23), es decir en posición sentada, la medición más alta de las tres pruebas, con tórax y la columna erguida. Se empleó una boquilla nueva por cada voluntario y los datos fueron registrados inmediatamente, técnica similar a la empleada en un estudio en Casapalca (7) y en Chocope (24).

Culminada la recolección de datos se registró los primeros datos en el programa Microsoft Excel 97 de Windows 98, y luego se trasladó la información al programa SPSS versión 11 para PC. Se realizó primero un análisis de los promedios de las variables, como peso y talla, obteniendo la media, mediana, moda, desviación standard, encontrando que tienen una distribución normal. De igual forma se tomó los valores de la CVF, VEF1, PEF y VEF1/CVF comparando los valores obtenidos con los valores

standard a nivel del mar, obteniendo también la media, la mediana, la moda, la desviación standard, el error standard y los percentiles 25, 50, 75, tanto en hombres como en mujeres, encontrando que presenta una distribución normal. También se agrupó las edades en los siguientes intervalos: 20-26, 27-33 y 34-40, y se les comparó entre ellos las variables dependientes. Todos los valores fueron comparados con los esperados en personas similares a nivel del mar, y se realizó cuadros y gráficos comparativos.

ESTADÍSTICA

La elaboración de los datos estadísticos se inicia con la división en dos grandes grupos de información, los correspondientes a hombres y los correspondientes a mujeres. En ambos grupos se someten a las mismas pruebas estadísticas en todos los casos, y luego se compara con los valores estimados a nivel del mar.

Se obtienen la media, mediana, modo y desviación estándar, el valor mínimo, valor máximo y los percentiles 25, 50 y 75 de la CVF, VEF1, PEF y VEF1/CVF en la altura, tanto en hombres como en mujeres, realizándose una distribución de los valores según frecuencia en ambos sexos, con la finalidad de conocer si tiene una distribución normal.

Se realizó cuadros comparativos entre los valores de la altura y del nivel del mar, con la media desviación estándar y el error estándar en ambos sexos con la finalidad de obtener un coeficiente de correlación que sea estadísticamente significativo. Se obtienen los percentiles 25, 50, 75 y los cuartiles de la CVF, tanto en la altura, como los esperados a nivel del mar, en hombres y mujeres.

Se agrupan los datos por intervalos de edades, siendo la más adecuada los intervalos de 7 años en cada grupo y por sexo; se le realiza la media, la desviación estándar, el error estándar, obteniéndose un intervalo de confianza de 0.95 para la media, con sus respectivos límites inferior y superior, y con sus valores mínimos y máximos. Se obtienen valores medios de la CVF y su variación en el tiempo según sexo. En los casos de comparación con la altura y el nivel del mar, se realizan pruebas de significación estadística. Estos datos fueron originalmente recopilados en el programa Microsoft Excel 97-Windows 98 para PC, y luego trasladado esta información al programa SPSS versión 11 para PC; y se realizó con este último programa los cuadros, los gráficos y la evaluación estadística.

RESULTADOS

Se realizaron 441 muestras de espirometría, de las cuales 414 fueron muestras válidas, 205 hombres y 209 mujeres, nacidos y con domicilio permanente en Junín, entre los 20 a 40 años de edad (cuadro Nº 1).

Cuadro Nº 1

Número de pruebas espirométricas realizadas en sujetos de ambos sexos entre 20 a 40 años, naturales de Junín (4,105 m.s.n.m.)

	Nº de Espirometrías	%
Hombres	205	49.52%
Mujeres	209	50.48%
Total	414	100%

A todas las personas se les pesó y talló, datos imprescindibles para obtener las variables y funciones espirométricas como CVF, VEF1, PEF, y la relación VEF1/CVF de los hombres y mujeres en la altura, que se muestra a continuación en el cuadro Nº 2 y Nº 3.

Cuadro Nº 2

Valores espirométricos de CVF, VEF1, PEF, VEF1/CVF en varones entre 20 a 40 años de edad naturales de Junín (4,165 m.s.n.m.)

	CVF (L)	VEF1 (L)	PEF(L/m)	VEF1/CVF
Media	4.752	4.228	537.4	89.10
Error estándar de la media	0.039	0.035	7.8	0.38
Mediana	4.760	4.250	543.0	88.96
Modo	4.350	4.290	589.0	100.00
Desviación Standard(DS)	0.560	0.502	112.1	5.42
Mínimo	3.420	2.830	247.0	72.50
Máximo	6.550	5.790	927.0	100.00
Percentil 25	4.365	3.915	452.5	85.75
Percentil 50	4.760	4.250	543.0	88.96
Percentil 75	5.100	4.550	595.0	92.73

L = Litros. m = minutos.

Cuadro Nº 3

Valores espirométricos de CVF, VEF1, PEF, VEF1/CVF en mujeres entre 20 a 40 años de edad, naturales de Junín (4,165 m.s.n.m.)

	CVF (L)	VEF1(L)	PEF(L/m)	VEF1/CVF
Media	3.320	2.992	329.4	89.10
Error estándar de la media	0.026	0.026	6.0	0.38
Mediana	3.290	2.940	324.0	88.96
Modo	3.31	2.81	253	100.00
Desviación Standard(DS)	0.379	0.375	87.1	5.42
Mínimo	2.46	2.11	126	72.50
Máximo	4.49	4.26	551	100.00
Percentil 25	3.035	2.740	269.5	85.75
Percentil 50	3.290	2.940	324.0	88.96
Percentil 75	3.580	3.225	379.5	92.73

L = Litros. m = minutos.

En ellos se observa que para los hombres la CVF es de 4.752 ± 0.56 Litros; VEF1 de 4.228 ± 0.502 Litros; el PEF de 537.4 ± 112.1 Litros / minutos; y la relación VEF1/CVF de $89.10 \pm 5.42\%$. En las mujeres la CVF es de 3.32 ± 0.379 Litros, el VEF1 es de 2.992 ± 0.375 Litros, el PEF 329.4 ± 87.1 Litros / minuto y la relación VEF1/CVF de $90.18 \pm 5.5 \%$. Se realizó una comparación entre la frecuencia y la distribución de la CVF en litros en los hombres y las mujeres, obteniéndose una distribución de la curva normal como se aprecia en la grafica Nº 1 y Nº 2.

Se realizó la comparación entre los valores espirométricos encontrados en la altura y los esperados a nivel del mar (cuadro Nº4), tanto en hombres como en mujeres (cuadro Nº5), encontrando una mayor CVF que a nivel del mar ($p < 0.0001$) (Gráficos Nº 3 y Nº4). Estos datos confirman que la diferencia es significativa desde el punto de vista estadístico en la CVF y el VEF1, siendo los datos del PEF y la relación VEF1/ CVF dentro de los límites normales. Si se compara los valores medios de la CVF más su DS de los hombres y mujeres de la altura con lo esperado a nivel del mar, encontramos diferencias significativas, que en el varón van del 20% y en la mujer del 11.5 % más de lo esperado a nivel del mar, siendo el promedio general de 15.77% más que a nivel del mar. De igual forma si se compara los valores medios del VEF1 más su DS de los hombres y mujeres de la altura con los esperados a nivel del mar, encontramos diferencias significativas en el varón del 33% y en la mujer del 21.33%, más de lo esperado a nivel del mar, siendo el promedio general del 27.16%, más que a nivel del mar. En los distintos cuadros y gráficos indican claramente la diferencia significativa de la CVF y el VEF1 en los habitantes de la altura y de los del nivel del mar.

Gráfico Nº 1

Distribución de las frecuencias de la CVF en la altura en litros en varones naturales de Junín.

Hombres. Distribución de CVF en la altura

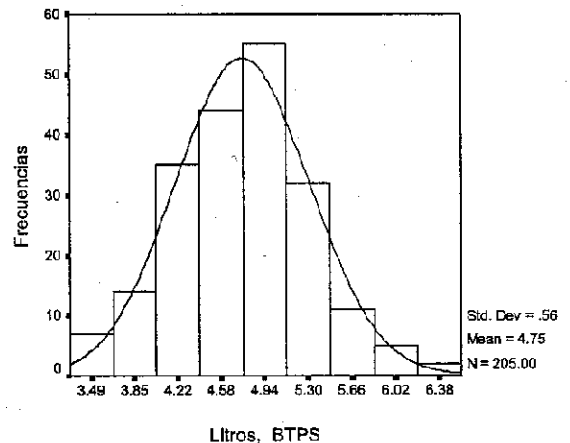
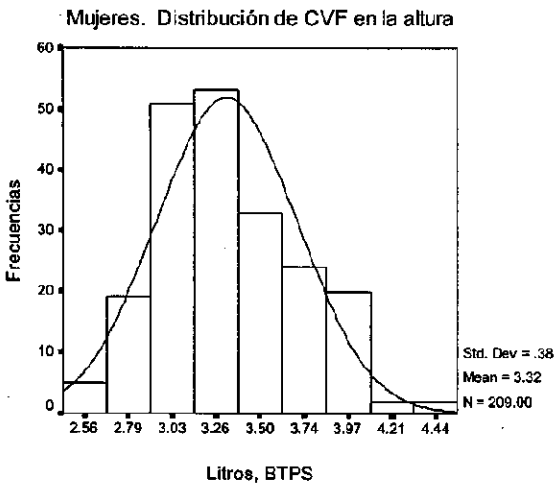


Gráfico Nº 2

Distribución de la frecuencia de la CVF en la altura en litros en mujeres naturales de Junín.



Podemos hacer una comparación de los valores espirométricos de hombres y mujeres de la altura y con los esperados a nivel del mar, en los cuales se observa una diferencia significativa en la CVF, y el VEF1, más no en el PEF y el VEF1/CVF, como se aprecia en los cuadros Nº 4 y Nº 5.

Cuadro Nº 4

Comparación de los valores espirométricos promedios de los habitantes varones de la altura, con los esperados a nivel del mar.

Prueba	Valor promedio en la altura.	Valor promedio predicho a nivel del mar	% del valor predicho	% del incremento
CVF	4.752	3.957	120	+20
VEF1	4.228	3.180	133	+33
PEF	537.4	547.959	98	-2
VEF1/CVF	89.10	81	110	+10

Cuadro Nº 5

Comparación de los valores espirométricos promedios de los habitantes mujeres de la altura, con los valores esperados a nivel del mar

Prueba	Valor promedio en la altura	Valor promedio predicho a nivel del mar	% del valor predicho
CVF	3.320	2.979	111.55
VEF1	2.992	2.464	121.33
PEF	329.4	376	87.00
VEF1/CVF	90.10	82.34	109.52

Cuando se realiza las correlaciones de la CVF de los habitantes de la altura con la CVF de los del nivel del mar en varones, encontramos un coeficiente de correlación de 0.5417, con un valor significativo de p de 0.0001. Al realizar la misma correlación de la CVF en las mujeres de las alturas con la CVF del nivel del mar encontramos un coeficiente de correlación de 0.516, con un valor significativo de p de 0.001. En ambos casos la diferencia es significativa. Esto puede observarse en los siguientes gráficos de valores medios y su DS de la CVF de altura y del nivel del mar, tanto en hombres como en mujeres (gráfico Nº 3 y Nº 4).

Gráfico Nº 3

Hombres. Valores medios ± D.S. de CVF de Altura y del Nivel del Mar

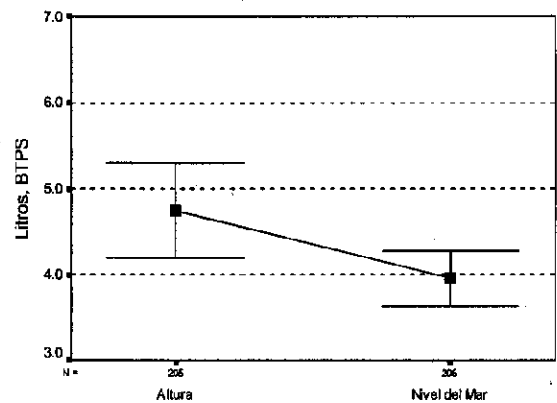
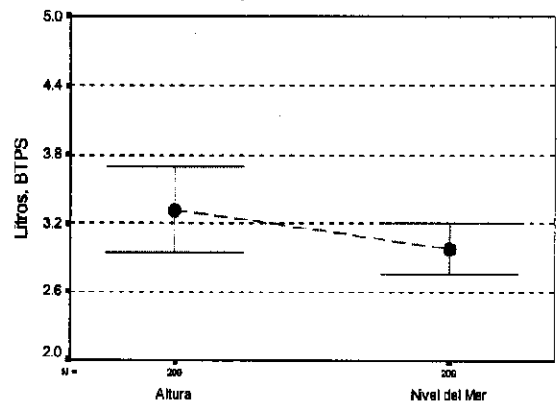


Gráfico Nº 4

Mujeres. Medias ± D.S. de CVF de la Altura y del Nivel del Mar



Al realizar una evaluación de los valores absolutos en litros de la CVF y el VEF1 de los habitantes de la altura dentro de los valores mínimos y máximos, comparados con los porcentajes esperados a nivel del mar, observamos diferencias significativas y prácticas en ambos grupos como se observa en el cuadro Nº 6, que se muestra a continuación.

Cuadro Nº 6

Cuadro de valores absolutos y del porcentaje, del valor mínimo, medio y máximo de CVF y VEF1, en hombres y mujeres.

	Valor mínimo		Valor Medio		Valor Máximo	
	Litros	% del predicho	Litros	% del predicho	Litros	% del predicho
CVF varones	3.420	96	4.752	120	6.550	155
VEF1 varones	2.830	97	4.228	133	5.790	166
CVF mujeres	2.460	91	3.320	111.55	4.49	149
VEF1 mujeres	2.110	91	2.990	121.33	4.26	158

Si realizamos una comparación de los valores espirométricos por grupos etáreos de la CVF, VEF1, PEF y VEF1/CVF, notamos una tendencia a la disminución de los valores a medida que aumenta la edad, que es lo esperado en todos los grupos poblacionales, tanto en hombres como en mujeres. Esto se puede apreciar en los cuadros Nº 7 y Nº 8; y gráficos Nº 5 y Nº 6.

Cuadro Nº 7

Información espirométrica y estadística en varones, según grupo etáreo.

Hombres. Espirometría por edades

Variables	Grupos de edad	n	Media	Desviación Std.	Error Std.	I.C. 0.95 para la media		Mín.	Máx.
						Lím. Inf.	Lím. Sup.		
CVF	20-26	76	4.890	.899	.069	4.754	5.027	3.5	6.6
	27-33	69	4.746	.806	.061	4.624	4.867	3.5	5.8
	34-40	60	4.586	.828	.068	4.449	4.722	3.4	5.9
	Total	205	4.752	.860	.059	4.675	4.830	3.4	6.6
VEF1	20-26	76	4.419	.440	.050	4.319	4.520	3.4	5.8
	27-33	69	4.228	.453	.054	4.119	4.337	2.9	5.2
	34-40	60	3.985	.530	.068	3.940	4.121	2.8	5.3
	Total	205	4.228	.502	.055	4.159	4.297	2.8	5.5
PEF	20-26	76	558.5	101.4	11.6	535.3	581.6	313	859
	27-33	69	529.1	124.9	15.0	499.1	559.1	247	927
	34-40	60	520.4	107.1	13.6	482.6	548.1	307	800
	Total	205	537.4	112.1	7.8	522.0	552.0	247	927
VEF1/CVF	20-26	76	02.76	6.39	.61	89.54	91.97	76.12	100.0
	27-33	69	89.24	5.27	.63	87.87	90.50	77.73	100.0
	34-40	60	85.84	4.88	.84	85.55	86.12	72.50	100.0
	Total	205	88.10	5.42	.59	89.35	89.84	73.60	100.0

Cuadro Nº 8

Información espirométrica y estadística en mujeres, según grupo etáreo.

Mujeres. Espirometría por edades

Variables	Grupos de edad	n	Media	Desviación Std.	Error Std.	I.C. 0.95 para la media		Mín.	Máx.
						Lím. Inf.	Lím. Sup.		
CVF	20-26	77	3.462	.383	.044	3.375	3.548	2.8	4.5
	27-33	71	3.274	.369	.044	3.187	3.361	2.5	4.4
	34-40	61	3.195	.331	.042	3.109	3.278	2.6	4.1
	Total	209	3.320	.370	.026	3.268	3.371	2.5	4.5
VEF1	20-26	77	3.154	.496	.047	3.061	3.248	2.1	4.3
	27-33	71	2.933	.324	.038	2.857	3.010	2.3	4.1
	34-40	61	2.856	.310	.040	2.777	2.935	2.2	3.8
	Total	209	2.992	.375	.026	2.941	3.043	2.1	4.3
PEF	20-26	77	396.3	80.4	10.3	315.7	396.3	126	649
	27-33	71	308.1	81.3	9.6	288.8	327.3	145	549
	34-40	61	345.5	86.0	11.0	323.5	367.5	195	551
	Total	209	329.4	87.1	6.0	317.9	341.3	126	551
VEF1/CVF	20-26	77	91.03	5.91	.67	83.74	92.42	76.07	100.0
	27-33	71	86.75	4.86	.69	83.59	89.91	78.64	100.0
	34-40	61	86.58	5.58	.71	83.13	89.99	75.23	100.0
	Total	209	86.18	5.50	.58	83.43	89.83	75.07	100.0

Gráfico Nº 5

Hombres. Valores medios de CVF ± D.S. por edades

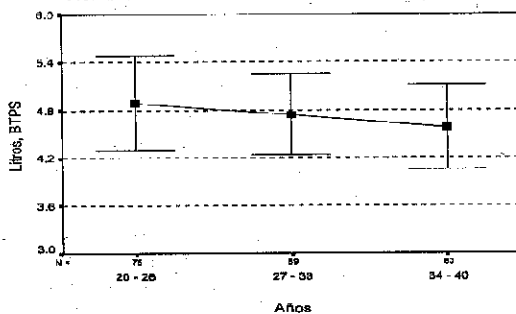
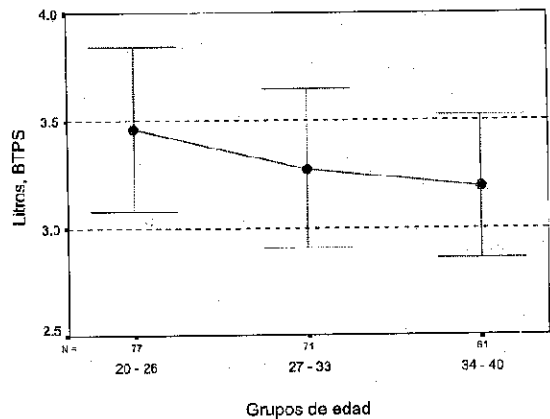


Gráfico Nº 6

Mujeres. CVF: medias ± D.S. por edades



DISCUSIÓN

Si se observa los resultados presentados encontramos que el PEF (flujo espiratorio pico) y la relación VEF1/CVF están dentro de los límites normales, esto es debido a que el PEF está relacionado con el esfuerzo, mide la fuerza de los músculos respiratorios, y al comparar los habitantes de la altura con el valor esperado a nivel del mar encontramos que están dentro de los valores promedios aproximados y esperados. De igual manera sucede con la relación VEF1/CVF, por lo que en estas variables no se observa variación significativa en ambos grupos.

Sin embargo si observamos la CVF y el VEF1 encontramos diferencias significativas; esto es debido a que estos valores miden volumen y no están relacionados al esfuerzo de la persona, por lo cual notamos un aumento del volumen total que llega en varones hasta el promedio del 20% de incremento de lo esperado, y del VEF1 hasta el promedio del 33% de incremento, valores mucho más alto de lo esperado al promedio del nivel del mar.

Al tener valores de volúmenes pulmonares más elevados que los establecidos por los estándares de los espirómetros, encontramos el problema de que existe la necesidad de corregir los valores con otra escala de referencia, ya que el promedio de volumen pulmonar del habitante de la altura se ha incrementado, debido a que las pruebas espirométricas se basan en diagnosticar dos grandes grupos patológicos: las enfermedades pulmonares restrictivas y las enfermedades pulmonares obstructivas. En ambos casos es importante conocer el volumen pulmonar considerado dentro de los límites de la normalidad, aunque ambos síndromes se diagnostican en relación a un valor del VEF1/CVF(17), pero el pronóstico, la evolución y la gravedad de estas enfermedades se realiza en base a un porcentaje de volumen considerado estándar (9), pero en el habitante de la altura este valor se ha

incrementado por lo cual también debemos modificar nuestra escala de referencia a valores más altos. Esto sucede en el caso de las enfermedades pulmonares restrictivas que a nivel del mar se consideran que existe restricción cuando la CVF está en 75% o menos (9). Este valor para un habitante de la altura es un diagnóstico tardío, y de severidad moderada, porque los valores para un varón en la altura, oscilan de 96 % a 155 % de CVF; por lo tanto si queremos hacer un diagnóstico precoz con un valor de 85 %, sería sospechoso de restricción, y con mayor razón si hay síntomas o factores de riesgo. De igual forma en la enfermedad pulmonar obstructiva el valor a tomar en cuenta es el VEF1 en la altura; éste valor en la altura oscila en los varones de 97% a 166 %. A nivel del mar se dice que hay un proceso obstructivo leve si el VEF1 es menor de 100% (9); en el habitante de la altura este valor sería de 110%. De estos datos se deduce la necesidad de proponer nuevos valores para los habitantes de las alturas para un diagnóstico precoz. Por otro lado se observa que la CVF y el VEF1 empiezan a disminuir en promedio a partir de los 20 años como se observa en los cuadros presentados y que concuerda con otros estudios (25). Las limitaciones del estudio consiste en que el poblador andino de las grandes alturas consume poco cigarrillo, por lo cual es poco frecuente observar EPOC que permitan comprobar estos valores propuestos. Las enfermedades pulmonares tanto obstructivas como restrictivas, en general hacen que el poblador de la altura, como medida de tratamiento para sentirse mejor, busque una ciudad mas baja, escapando dicha población de los estudios que se le puedan realizar. Otra limitación es que dentro de la población no se ha tomado en cuenta a los deportistas, atletas, ni campesinos netos, sino más bien población citadina, por lo que estos valores de CVF y VEF1 podrían ser mucho más altos. Por todo lo expuesto podría proponerse los siguientes valores del porcentaje de CVF y VEF1 predichos para el habitante de la altura que serian considerados normales para hombres y mujeres, que es lo que se presenta a continuación:

Cuadro N° 9
Valores normales propuestos para hombres y mujeres en la altura (4105 m.s.n.m.) expresados en el porcentaje del predicho.

	Mínimo	Medio	Máximo
CVF varones	100%	120%	140%
VEF1 varones	110%	130%	150%
CVF mujeres	90%	110%	130%
VEF1 mujeres	100%	120%	140%

Con estos valores se propone dar una nueva escala de interpretación de la espirometría en el habitante de la altura, que sirva en forma práctica en la evaluación de las enfermedades pulmonares.

CONCLUSIONES

- Las pruebas espirométricas indican que el volumen pulmonar de la CVF en los habitantes de las alturas (4105 m.s.n.m.), es significativamente mayor, tanto en hombres como en mujeres, en relación a los habitantes del nivel del mar.
- El volumen pulmonar del VEF1 de los habitantes de las alturas es significativamente mayor, tanto en hombres como en mujeres, que los habitantes del nivel del mar.
- El volumen pulmonar, al igual que a nivel del mar, disminuye con la edad a partir de los 20 años, tanto en hombres como en mujeres.

RECOMENDACIONES

Por lo expuesto se recomienda que cuando se realice una prueba de espirometría, además de los valores y constantes que se toman para la prueba, se debe conocer si la persona proviene de la altura, ya que sus valores normales serán más altos. La procedencia de la altura debería ser una nueva constante a tomar en cuenta, ya que si las personas provienen de alturas sobre los 4000 metros, la tabla propuesta de valores de porcentajes de predicho en la altura, podría ser de gran utilidad en detección temprana de enfermedades pulmonares, así como la estimación de su gravedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Acero Colmenares, Rafael. «Enfermedades Pulmonares relacionadas con la altura» Neumología 5° edición Medellín Colombia, 1998; Cáp.: 19; Pág.: 486-492.
- 2) Vásquez Loayza, Moisés. «Aspectos Neurológicos de la inadaptación en la Altura», Actas del quinto Congreso Nacional de Medicina de Altura, Hospital de Chulec, La Oroya- Perú 1990 Concytec; Cáp.: III; Pág.: 249-254.
- 3) Yumpo Castañeda, Daniel. Estudio de valores de referencia de Gases arteriales en población de altura» Hospital D.A. Carrión Huancayo, Enfermedades del tórax, Revista de la Sociedad Peruana de Neumología, Dic-2002, Vol. 45-, Pág.:40-42.
- 4) Villena, Mercedes; Vargas, Enrique; Villena de Rodríguez, Nancy; Beaulieu, Pierre. «Mecánica ventilatoria en pacientes con eritrocitosis de altura». Actas de las primeras jornadas de medicina y cirugía de la altura 1978, La Oroya, Perú. Cáp.: 19; Pág.: 141-146.
- 5) West, John B. Fisiología Respiratoria 5° edición, Editorial médica Panamericana. Grandes Alturas - 1994- Cáp.: 9; Pág.: 115-118.
- 6) Ramírez A., Augusto. «Efectos de la Silicosis sobre función ventilatoria pulmonar en trabajadores mineros de altura», Actas de las

- primeras jornadas de medicina y cirugía de altura 1978, La Oroya, Perú, Cáp.: 20; 147- 151.
- 7) Meza García, Mónica; Accinelli Tanaka, Roberto; Campos Meza, Jeny; Mendoza Requena; Daniel. «Función pulmonar trabajadores de una mina de Zinc, Cobre y Plata a 4200 msnm en Casapalca, Perú, impacto del uso del broncodilatador y del tiempo de trabajo en la mina», Enfermedades del tórax, Revista de la Sociedad Peruana de Neumología, 2002, Vol. 45, Pág.:33-39.
 - 8) Houston, Charles S. El Manual Merck de diagnóstico y tratamiento, décima edición española, ediciones Harcourt España, S.A. «Mal de Altura», University of Vermont; 1999; Cáp.: 281; Pág.: 2458-2461.
 - 9) Chaparro, Cecilia. Neumología, 5º edición, corporación para investigaciones biológicas, Medellín Colombia «Fisiología Respiratoria».»Pruebas de función pulmonar», 1998, Cáp.:2, Cáp.:4; Pág.: 20-25, 84-92.
 - 10) Parsons, Polly E.; M.D. y Heffner, Jhon E.; M.D. Secretos de la Neumología. En: Lee K. Brown, M.D. y Albert Miller, M.D. Mc Graw-Hill Interamericana editores. Pruebas de función pulmonar, 1º edición en español México, D.F., 1998, Cáp.: 3; Pág.: 51-61.
 - 11) Arias Stella, Javier. «Desadaptación Aguda a la Altura: Edema Agudo Pulmonar de Altura» Anatomía Patológica; Acta de las primeras jornadas de medicina y cirugía de la altura 1978, La Oroya -Perú; Cáp.: 4, Pág.: 17-19.
 - 12) Cimas Hernando, Juan Enrique; y Pérez Fernández, Javier. Espirometría; Grupo de asma de la sociedad Asturiana de Medicina familiar y comunitaria; 1999-Asturias España; Vol.: 1; Pág.: 1-8.
 - 13) Mitchell Lecture, Roger S.; Milic-Emili, Joseph; MD. «Expiratory flow limitation detection and clinical implications», Chest; May 2000 Suplem. 1; Vol. 117 n 5; Pág. 2195.
 - 14) Zubieta Castillo, Gustavo. Eritrocitosis aguda, EPOC y Síndrome de triple hipoxia, Medicina de altura, Actas del Quinto congreso Nacional de Medicina de altura, Hospital de Chulec, La Oroya, Perú 1990- Concytec; Cáp.: II; Pág.: 135-136.
 - 15) Maldonado, Darío; Ojeda, Paulina; Camacho, Fidel. Neumología 5º edición, corporación para investigaciones biológicas, Medellín Colombia, Estudio del paciente con enfermedad respiratoria.1998; Cáp.: 4; Pág.: 65.
 - 16) Richard G Masson, El Manual Merck de diagnóstico y tratamiento, décima edición española, Ediciones Harcourt España, S.A. Exploración funcional respiratoria, 1999-cap: 64; 523-534.
 - 17) Sonw V, Lascher S, Mottur-Pilsonc; «Guidelines Chronic Obstructive Pulmonary Disease»; American College of Chest physicians, 2001 version 1.0;cap: 1;pag; 1- 12.
 - 18) West, Jhon B. MD. «Pruebas de función pulmonar y su significado» Pulmonary pathophysiology 1994; 1: 13-25; 2:26-46; 5: 92-108.
 - 19) Grosst. J; Hunninghake GW; «Medical progress: idiopathic pulmonary fibrosis», New England Journal of Medicine; August 16, 2001, Vol.: 345; nº7.
 - 20) Tamayo Calderón, José. «Aspectos teóricos conceptuales» Estrategia para diseñar y desarrollar proyectos de investigación en Ciencias de la Salud, Perú-2002, Cáp.: 1; Pág.: 3-43.
 - 21) American Thoracic Society. «Standardization of Spirometry, 1994 Update»; American Journal of Respiratory and critical care medicine; 1995; Vol.: 152; p 1107-1136.
 - 22) American Association for Respiratory Care. «AARC clinical practice guideline». Respir Care 1996; 41 (7): 629- 636.
 - 23) Sociedad Brasileira de Pneumología y Tisiología. «Espirometría forzada».Journal pneumol 1996. URL: www. Nib unicamp.bs/sbpt/Jornal/1996/
 - 24) Iván Ruíz Cruzado, Carlos. «Función pulmonar medida por espirometría en pacientes con diagnóstico clínico-radiológico de bronquiectasias»; Enfermedades del tórax, revista de la sociedad peruana de neumología Vol.: 45-Dic 2002, Pág.:24-32.
 - 25) Maldonado Gómez, Darío. «Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), Historia natural»; Neumología quinta edición, 1988; Cáp. 13, Pág.: 345 - 352.