

11231
D 2/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**HOSPITAL GENERAL CENTRO MEDICO LA RAZA DEL
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

EL PULMON SENIL

TESIS DE POSTGRADO

Para obtener el Título de
ESPECIALISTA EN NEUMOLOGIA MEDICA
p r e s e n t a

DR. ALBERTO BOSSA YEPES



México, D. F.

Febrero de 1989

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Página
1- ANTECEDENTES HISTORICOS Y BIBLIOGRAFICOS	1
2- OBJETIVO	6
3- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4- MATERIAL Y METODOS	8
5- RECURSOS HUMANOS	8
6- RECURSOS MATERIALES	9
7- DISEÑO ESTADISTICO	10
8- ANALISIS Y RESULTADOS	11
9- CONCLUSIONES	14
10- BIBLIOGRAFIA	15
11- SIMBOLOS Y ABREVIATURAS	17

ANTECEDENTES HISTORICOS Y BIBLIOGRAFICOS

"Saber envejecer: el capítulo más
sabio y difícil del arte de vivir".
-Amiel-

Según la O.M.S. se atribuye a la senectud a la edad de 65 años. Desde el punto de vista social y médico, este grupo etario impone e impondrá desafíos importantes -- en cuanto a su comportamiento y cuidados. Por poner un ejemplo, podemos afirmar -- que los estados europeos son demográficamente viejos: en 1946 --un año después de finalizada la segunda guerra mundial--, Francia era el país más viejo del mundo con el 11% de personas de más de 65 años; en los últimos decenios el porcentaje ha sobrepasado el 14%. Sin embargo, Francia ha dejado de ser el país más viejo, pues otros países europeos le han quitado ese puesto preferencial; la República Democrática Alemana, Suecia y Austria han dejado atrás el 15% en 1975. En Estados Unidos el porcentaje de este grupo etario, con respecto a la población total, era del 11.3% en 1980 y proyecciones para el año 2040 la sitúan en un 21.6%. Como podemos apreciar, para mediados del siglo XXI, la cuarta parte de la población mundial sobrepasará el umbral de los 65 años. Este comportamiento demográfico es objeto de apasionantes estudios desde diversos puntos de vista, incluidos los aspectos filosóficos y económicos. El intento nuestro será hacer una síntesis de lo realizado y comenzar a conocer nuestra realidad desde una de las aristas más significativas y fundamentales en esta edad: la Fisiología Pulmonar. En el pasado no ha sido fácil; el pulmón suele ser el órgano -- que más escapa al control genético, por su intensa interacción con el exterior y por estar profundamente influenciado por el estilo de vida personal. De otro lado, los estudios longitudinales son más difíciles de realizar por razones comprensibles.

En las próximas páginas haremos un sumario de los hallazgos anatómicos y fisiológicos hasta ahora aceptados --plena o parcialmente--, en esta compleja área.

ANATOMIA (1, 2, 3)

La cifosis de la espina torácica es el primer cambio observado, iniciándose a los 50 años en las mujeres y a los 60 años en los hombres; ella es debida al colapso vertebral osteoporótico, hecho que tendrá repercusiones sobre la estatura y el peso corporal del individuo. Sin embargo, hay que aclarar que este cambio anatómico no es invariable ni patológico, presentándose en el 68% de las personas a los 65 años. Hay un aumento en la rigidez de la caja torácica debida a la descalcificación de las costillas, a una calcificación de los cartilagos costales y al desarrollo de espondiloartritis de la columna vertebral.

La tráquea aumenta de diámetro en sus cortes coronal y sagital como consecuencia de la pérdida de la retracción elástica (12); la pequeña vía aérea disminuye de calibre, los ductos alveolares se dilatan (Ductesia) y hay una disminución notable en la superficie alveolar total, como consecuencia de la disminución de las superficies alveolares individuales.

No hay consenso en los cambios desde el punto de vista histológico (1, 14, 15); pero

...

dos hechos son relevantes: la cantidad de elastina se modifica produciendo un significativo grado de dilatación alveolar, especialmente en las porciones periféricas del pulmón y por otra parte, hay con la edad un incremento del número de entrecruzamientos entre las subunidades del colágeno; aunque inerte, este último está presente en altas concentraciones en el pulmón y es responsable del mantenimiento de su configuración en gran parte.

MUSCULOS RESPIRATORIOS.

En general las presiones máximas inspiratorias y espiratorias, disminuyen con la edad (1, 3, 17). Sin embargo esta caída es más significativa en las mujeres mayores de 55 años. Desde el punto de vista anatómico hay una disminución en el número de fibras y una disminución en el tamaño de las restantes; desde el punto de vista bioquímico, el umbral anaeróbico es menor.

MECANICA VENTILATORIA (1, 2, 6).

El primer y más importante es la pérdida de la retracción elástica con los años, lo cual lleva a cambios en la distensibilidad estática, específica y dinámica pulmonares, haciéndose esta última absolutamente dependiente de la frecuencia respiratoria(f), es decir, la expansión pulmonar se hace menos efectiva a f altas. La relación entre la presión transpulmonar y los volúmenes está desviada hacia la izquierda aunque conservando su inclinación, como lo muestra la gráfica No. 1.

Estos cambios en las propiedades elásticas del pulmón son contrarrestados por las alteraciones en las propiedades elásticas de la pared torácica, cuya distensibilidad disminuye con los años. Estas modificaciones --y paralelamente los cambios en el volumen de cierre(VC)--, podemos observarlos en la gráfica No. 2.

VOLUMENES PULMONARES (1, 2, 3, 4, 11, 13).

Con base en los cambios que hemos referido previamente, resultan comprensibles algunos cambios en los volúmenes y capacidades pulmonares.

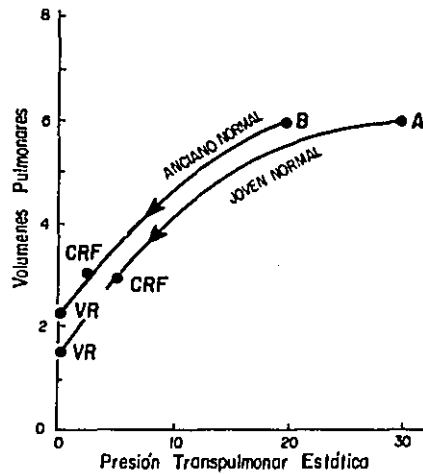
La disminución en la fuerza muscular inspiratoria y en la distensibilidad de la pared torácica llevan a una reducción en la capacidad vital (CV) que se ha calculado de 20 ml por año.

El aumento en el volumen residual (VR) --20 ml por año--, es un factor esencial en la tendencia de la pequeña vía aérea a colapsarse a bajos volúmenes pulmonares. La relación VR/Capacidad pulmonar total (CPT) que es de 25% a los 20 años llega a ser de 40% a los 70 años. Como podemos apreciar los cambios en la CV y el VC son --aproximadamente de la misma magnitud por lo que la CPT no se afecta con la edad.

VIA AEREA (2,4,11).

En los sujetos normales, la resistencia al flujo aéreo es debida principalmente a las vías aéreas centrales. La contribución de la pequeña vía aérea es poca. Como ya lo

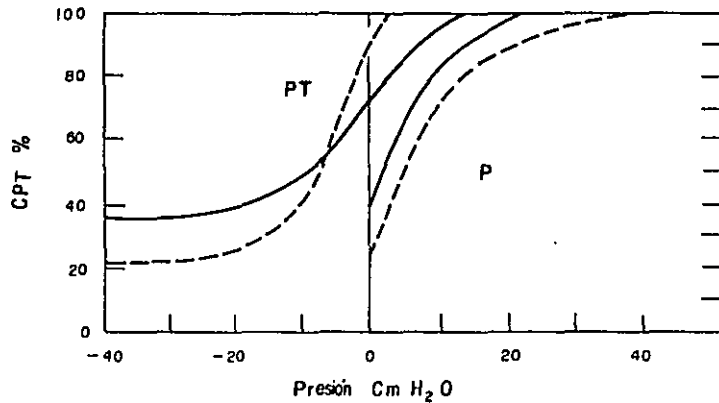
...



GRAFICA N° 1
CURVAS DE PRESION - VOLUMEN PARA EL PULMON
DEL JOVEN (A) Y DEL ANCIANO (B)

C.R.F : CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL

V.R. : VOLUMEN RESIDUAL



GRAFICA Nº 2

RELACION ENTRE LA PRESION Y EL VOLUMEN DE LA PARED TORACICA (PT) Y EL PULMON (P) A LOS 20 AÑOS (LINEA PUNTEADA) Y A LOS 60 AÑOS (LINEA CONTINUA).

habíamos anotado, la vía aérea central se vuelve más grande con la edad; contrariamente, pasados los 40 años, la pequeña vía aérea disminuye significativamente de diámetro, lo cual no repercute sobre la resistencia de la vía aérea medida por los métodos tradicionales. Desde otro punto de vista, este colapso de la vía aérea pequeña, ocasiona que el VC expresado como un porcentaje de la CV se incremente linealmente con la edad; este incremento es tan importante que en mayores de 65 años la pequeña vía aérea se cierra durante la espiración normal. La gráfica No. 3 muestra la relación entre VC y los volúmenes pulmonares tradicionales.

CIERRE DE LA VIA AEREA (1, 2, 4, 13, 14).

En el párrafo anterior hemos anotado la tendencia de la pequeña vía aérea a colapsarse. Nos referiremos brevemente a otros aspectos fisiológicos que contribuyen a este colapso.

La pequeña vía aérea sin soporte cartilaginoso y diámetros menores de 1 mm, es ayudada a mantenerse abierta por el efecto del tejido elástico alrededor de ella y a la presión intrapleurales subatmosférica. La estabilidad de la vía aérea es promovida por el surfactante de la vía aérea. El descenso de la retracción elástica con la edad reduce la estabilidad de la pequeña vía aérea ocasionando una tendencia al cierre; además, la presión intrapleurales suele hacerse menos negativa con los años; de $-6, 3 \pm 2.7$ en la niñez pasa a -4.8 ± 2.6 entre los 70 y los 80 años; esta pérdida de presión negativa se acentúa en unos 5 cm en la posición de decúbito. Con esto se pierde aún más la estabilidad de la pequeña vía aérea.

CURVAS DE FLUJO ESPIRATORIO (1, 4, 11).

Los volúmenes pulmonares dinámicos disminuyen con la edad como consecuencia de las disminuciones en la retracción elástica pulmonar, la expansión de la pared torácica y el poder muscular.

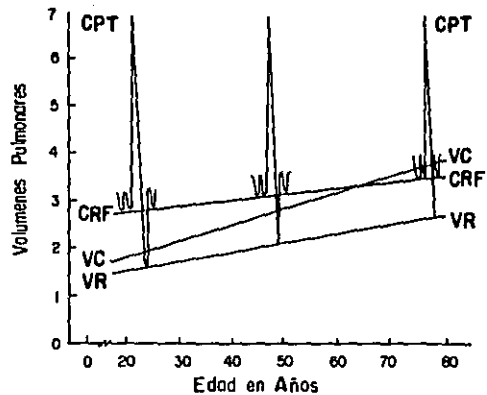
Aunque existe esta tendencia a disminuir, hay mucha variación individual y a veces se observa solamente a volúmenes pulmonares bajos. Por ejemplo, en las curvas de flujo-volumen suele observarse en la región independiente del esfuerzo, en donde el flujo es determinado por la magnitud de la retracción elástica.

VALORES NORMALES.

Estos cambios en la función propios del envejecimiento, afectan los resultados considerados como normales. Muchos de los valores y ecuaciones de los laboratorios de función pulmonar han sido obtenidos de estudios sobre grupos etarios más jóvenes, los cuales no pueden extrapolarse. Un ejemplo importante es lo inadecuado de considerar la relación Volumen Espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1)/Capacidad vital forzada (CVF) menor del 70% como evidencia de enfermedad obstructiva.

VENTILACION E INTERCAMBIO GASEOSO

Muchos cambios se aceptan que influyen sobre el intercambio gaseoso (1, 2, 4): el aumento de el VC con sus repercusiones sobre la relación Ventilación(V)/Perfusión(Q) y



GRAFICA N° 3

CAMBIOS EN LOS VOLUMENES PULMONARES CON LA EDAD

- C.P.T. : CAPACIDAD PULMONAR TOTAL
- C.R.F. : CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL
- V.C. : VOLUMEN DE CIERRE
- V.R. : VOLUMEN RESIDUAL

el espacio muerto fisiológico, la disminución en el área de intercambio y en el volumen de capilares pulmonares, el deterioro en la capacidad de difusión, la caída en la fuerza inspiratoria y desde otro ángulo la disminución de la fracción de eyección e índice cardíacos asociados a una baja en los niveles de hemoglobina. Particularmente importante es el aumento en el VC al cual nos referiremos más adelante.

La transferencia CO₂ a través de la membrana alveolo capilar --tomada como una medida de difusión--, disminuye con la edad. La pérdida es debida a cambios estructurales y se ha cuantificado en 0.24 ml por torr por año en los hombres y 0.16 ml por torr por año en las mujeres. La superficie alveolar de 100 m² a los 20 años cae en un 20% a la edad de los 70 años (5). el descenso en el índice cardíaco tiene una relación con la diferencia alveolo-arterial de oxígeno D(A-a)O₂ como lo demuestra la ecuación de Ficks.

PRESION ARTERIAL DE OXIGENO PaO₂ (,2)

El descenso en la PaO₂ con la edad ha sido demostrada en numerosos estudios. Uno de los más importantes es el de Sorbino y colaboradores quienes utilizando sujetos de origen rural, no fumadores, y sin enfermedad cardiopulmonar, observó una reducción progresiva de la PaO₂ después de los 60 años, pero todavía dentro de los límites normales. Sorbino propuso una ecuación válida a nivel del mar, que correlaciona la PaO₂ y la edad:

$$PaO_2 = 109 - 0.43(\text{edad})$$

La gráfica No. 4 intenta establecer dicha correlación.

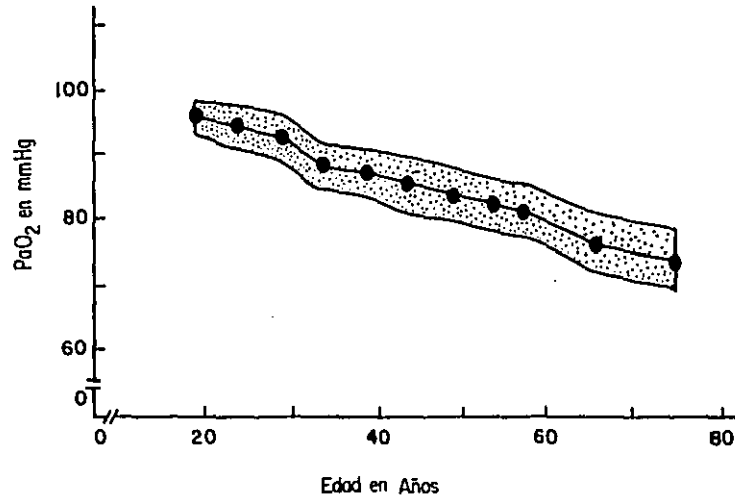
Desde el punto de vista fisiológico, esta caída en la PaO₂, no parece estar relacionada en los cambios en la difusión ya que esta debe estar sumamente comprometida, para que haya una diferencia de presiones al final del capilar. Por el contrario, el cierre de la pequeña vía aérea produciendo áreas con una V/Q bajas parece ser el elemento cardinal. El consecuente aumento en la brecha alveolo-arterial es magnificada por la reducción en el índice cardíaco ya comentado.

PRESION ARTERIAL DE DIOXIDO DE CARBONO PaCO₂ (1, 2).

Los diferentes cambios en la fisiología pulmonar presentados con los años, influyen el intercambio de CO₂, pero a diferencia del O₂, sus niveles no cambian con la edad. La PaCO₂ está determinado por un balance entre la producción de CO₂ a partir del metabolismo y la ventilación alveolar. Con los años la ventilación minuto en reposo permanece inalterada y hay un aumento en el espacio muerto --anatómico y fisiológico--, lo que lleva a una disminución de la ventilación alveolar. No obstante, la actividad metabólica del anciano también disminuye.

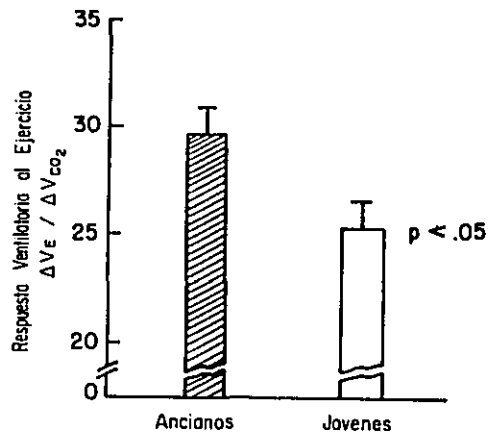
RESPUESTA AL EJERCICIO.

Se conoce que la respuesta ventilatoria a la hipoxia y a la hipercapnia agudas están disminuidas en un 51% y un 41%, respectivamente en la senectud (1,9). A pesar de este hecho, y sorprendentemente, la respuesta ventilatoria al ejercicio está incrementada --una respuesta contraria a la observada en jóvenes--. En la gráfica No. 5 podemos apreciar la magnitud de lo que sucede.



GRAFICA N° 4

RELACION ENTRE LA EDAD Y LA PaO₂



GRAFICA N° 5

**DIFERENCIA EN LA RESPUESTA VENTILATORIA AL EJERCICIO
ENTRE ANCIANOS Y JOVENES**

En esta respuesta al ejercicio, es de interés que los sujetos se mantengan isocápicos. Esta incrementada ventilación probablemente compense el aumento en el espacio muerto que ocurre con la edad. Sin embargo, más importante que los cambios respiratorios es el descenso en la función cardiovascular (1, 16, 18): la máxima frecuencia cardíaca y el máximo gasto cardíaco que pueden alcanzarse, disminuyen, además las anormalidades del intercambio de O₂ llevan a una disminución en su captación --cuantificada en algunos estudios en 0.45 ml por Kg por min. por año--, y a alcanzar el umbral anaeróbico más fácilmente. Otros aspectos de la fisiología en el anciano no serán mencionados, ya que escapan al objetivo de este estudio, como lo serían el control nervioso de la ventilación, los cambios hormonales y bioquímicos, la modificación de los patrones respiratorios durante el sueño (1,7) y la influencia del deterioro de otros sistemas orgánicos sobre la función pulmonar.

Es bueno mencionar algunas palabras acerca de la teoría propuesta por Denham Harmon que relaciona el envejecimiento y la presencia de radicales libres (10). Todos conocemos el concepto de radicales libres y su efecto del etéreo sobre la integridad de las membranas, tejido conectivo, DNA, proteínas y sobre la utilización de la energía intracelular. Las células se protegen de estos radicales a través de la compartimentalización y anti-oxidación endógenas, capacidades que se pierden con los años. Harmon propone en síntesis, que el envejecimiento surge como un desequilibrio entre la producción de radicales libres y su neutralización.

Por último, en un mundo en el que la expectativa de vida aumenta y el porcentaje de ancianos se incrementa, la necesidad de la información y el conocimiento sobre "la tercera edad" --con frecuencia pobre y olvidada-- resulta palmaria.

OBJETIVO

**CONOCER LA FISILOGIA RESPIRATORIA EN EL
ANCIANO SANO EN EL DISTRITO FEDERAL**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CON BASE EN LA INTRODUCCION PODEMOS DARNOS CUENTA DE LA NECESIDAD DE CONOCER Y ESTANDARIZAR CON FINES DIAGNOSTICOS Y TERAPEUTICOS, LAS VARIABLES DE LAS DIFERENTES PRUEBAS DE LA FISILOGIA PULMONAR APLICABLES EN LA SENECTUD.

MATERIAL Y METODOS

RECURSOS HUMANOS.

- UNIVERSO: Todo sujeto que pudo ser detectado entre el periodo de tiempo comprendido entre el 1 de julio de 1988 y el 31 de enero de 1989 y que cumplieran -- con los siguientes criterios:

CRITERIOS DE INCLUSION:

- Toda persona mayor de 65 años cuyo historial médico los clasifique como clínicamente sanos.

CRITERIOS DE NO INCLUSION:

- Antecedente de Tabaquismo.
- Antecedente de Alcoholismo.
- Presencia de obesidad.
- Antecedente de Neumopatía previa en cualquier época de la vida.
- Enfermedades sistémicas con eventual repercusión sobre la fisiología pulmonar -- como diabetes mellitus, miopatías, Hipertensión arterial descontrolada, etc.
- Deformidades óseas con repercusión sobre la mecánica pulmonar.
- Antecedente de Cirugía mayor en Tórax o Abdomen.

CRITERIOS DE EXCLUSION:

- Sujetos que por uno u otro motivo, no pudieron cumplir con las condiciones técnicas de los estudios.

METODO:

Se estudiaron 14 pacientes, que cumplieron los criterios previamente enunciados. -- Dos fueron excluidos: uno por presentar Enfermedad de Parkinson lo que imposibilitaba la realización técnica de los estudios y otro por una herida penetrante a tórax, que -- el sujeto no recordaba, y que fue detectada al observar los estudios radiográficos.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 9 -

Los individuos acudieron al departamento de Fisiología pulmonar del Hospital General Centro Médico La Raza, donde se les practicó pletismografía corporal en condiciones basales y posterior a la administración de un broncodilatador inhalado (Salbutamol) realizándose mediciones de los volúmenes pulmonares (CPT, CV y VR) y de las velocidades de flujo respiratorio (CE, VF Max, VF Med y VF 75%). Asimismo se tomaron gasometrías en reposo --por punción de la arteria humeral (a los 12 pacientes) y gasometrías post ejercicio (a 10 pacientes). De todos los pacientes se obtuvieron estudios radiográficos, en las proyecciones P.A. en inspiración y espiración y lateral izquierda.

RECURSOS:

HUMANOS:

- Un médico investigador responsable del trabajo.
- Un médico asesor, y revisores y colaboradores de la investigación.
- Una técnica del laboratorio de fisiología pulmonar.

MATERIALES:

- Pletismógrafo corporal de volumen constante y presión variable marca Jaeger.
- Computadora HEWLETT-Packard, modelo 47120 A para el cálculo de los parámetros funcionales.
- Analizador de gases Instrumentation Laboratory 1304.

DISEÑO ESTADÍSTICO

Nuestro estudio es un trabajo Prospectivo, observacional y analítico.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Entre el 1 de Julio de 1988 y el 31 de enero de 1989, encontramos 12 sujetos que -- cumplieran con los criterios de admisión al estudio. Nos resultó difícil en este lapso -- encontrar personas mayores de 65 años a las que se pudieran catalogar como clínicamente sanas. No obstante, esperamos deducir algunas conclusiones válidas y plantear algunos interrogantes que puedan ser objeto de investigación en el futuro. Tres de ellos eran hombres con un promedio de edad de 71 años (67-72) y nueve (75%) -- eran mujeres con un promedio de edad de 73.8 años (65-85).

Solo dos de los individuos (16%) eran originarios del Distrito Federal. Los restantes -- (83%) procedían de provincia. Habían permanecido en el Distrito Federal durante un -- lapso comprendido entre cuatro y 74 años para un promedio de 47.5 años. Este promedio de estancia, es un hecho de interés, dada las particularidades de la capital en especial lo referente a los altos niveles de contaminación en los últimos 20 años, que como se ha planteado, suele ejercer sus mayores efectos deletéreos en los extremos de la vida. (Ref. 19-20).

MEDIDAS ANTROPOMORFICAS. El promedio de peso para el grupo fue de 60.6 Kg., siendo para los hombres de 64.3 Kg y para las mujeres de 59.4 Kg. El promedio de -- estatura para el grupo fue de 1.50 m., siendo para los hombres de 1.55 m. y para las mujeres de 1.48 m. Es evidente la disminución en la talla que ocurre con los años, aunque en nuestro estudio no encontramos ninguna correlación significativa en estos -- cambios y las pruebas realizadas.

GASOMETRIA ARTERIAL. Respecto a los estudios gasométricos --Tabla No. 1-- , ocho individuos (66%) presentaban una PaO₂ en reposo dentro de límites normales con -- un promedio de 64.8 mm Hg, uno (8%) tenía hipoxemia mínima de 63 mm Hg y tres (25%) tenían hipoxemia moderada con un promedio de 56.2 mm Hg. Estos resultados -- van de acuerdo con la literatura en relación a una disminución en los valores de la -- PaO₂ después de los 60 años, aunque no en la magnitud que se ha propuesto de 1 mm -- Hg por año ni por fuera de los rangos considerados como normales. En el grupo de -- pacientes con hipoxemia moderada, nos llamó particularmente la atención que su promedio de estancia en el Distrito Federal había sido relativamente corta (7.3 años) comparados con los pacientes que habían tenido normoxemia en los que el tiempo de estan--

TABLA N° 1
RESULTADOS DE GASOMETRIAS EN REPOSO Y EJERCICIO.

			R (A.A.)				E (A.A.)			
CASOS	EDAD	SEXO	PA O ₂	Pa O ₂	D(A-a)O ₂	PaCO ₂	PAO ₂	Pa O ₂	D(A-a)O ₂	PaCO ₂
N° 1	74	F	76	64	12	29	78	66	12	28
N° 2	79	F	76	70	6	29				
N° 3	72	M	74	64	10	31	79	59	20	27
N° 4	74	M	76	64	12	30	77	65	12	29
N° 5	85	F	76	56	20	30	77	55	22	29
N° 6	67	M	76	64	12	30				
N° 7	65	F	76	58	18	30	78	54	24	28
N° 8	74	F	71	63	8	34	72	63	9	33
N° 9	71	F	71	63	8	34	72	64	9	33
N° 10	76	F	76	65	11	30	77	65	12	29
N° 11	69	F	71	64	7	32	73	68	5	32
N° 12	72	F	71	56	15	34	73	57	16	32

R (A.A.) : REPOSO (AIRE AMBIENTE)
E (A.A.) : EJERCICIO (AIRE AMBIENTE)
PAO₂ : PRESION ALVEOLAR DE OXIGENO
PaO₂ : PRESION ARTERIAL DE OXIGENO
D(A-a)O₂ : DIFERENCIA ALVEOLO-ARTERIAL DE OXIGENO
PaCO₂ : PRESION ARTERIAL DE DIOXIDO DE CARBONO

cia en promedio habia sido considerablemente más prolongado (60.8 años). Pareciera -- como si la llegada a la atmósfera del Distrito Federal en edades avanzadas, no permitiera el ajuste de los mecanismos de defensa pulmonar normales ante la agresión externa.

La D(A-a)O₂ la encontramos aumentada en tres sujetos (25%) en condiciones de reposo -- con un promedio de 20.3 mm Hg y en cuatro (33%) durante las determinaciones post -- ejercicio con un promedio de 20.5 mm Hg. La hipoxemia post ejercicio fue evidente en tres de 10 individuos (30%) con una caída de 3.33 mm Hg. Estas pruebas que nos dan -- una idea del estado del intersticio pulmonar las encontramos alteradas en cuatro individuos (33%). Como lo habíamos anotado, se ha propuesto que el intersticio se afecta -- con los años y que las pruebas de difusión con el CO muestran un deterioro por año de acuerdo al sexo. No obstante lo anterior, ocho de nuestros pacientes (66%) no mostraron en estas pruebas indicios indirectos de un compromiso, por lo menos severo, del intersticio pulmonar.

La PaCO₂ fue normal en todos los sujetos con un promedio de 31 mm Hg en condiciones de reposo y de 30 mm Hg en condiciones post ejercicio. Como podemos apreciar, la -- PaCO₂ como reflejo de la ventilación se mostró normal tanto en reposo como ejercicio, estando además de acuerdo con estudios previos que a pesar del ejercicio y la carga -- ventilatoria que supone, los sujetos se mantienen isocápnicos. La explicación a este -- hecho ya ha sido tentativamente explicada previamente.

VOLUMENES PULMONARES. En cuanto a los volúmenes pulmonares --Tabla No. 2-- nueve de los 12 individuos (75%) presentaban cifras normales en cuanto a CPT, CV y VR. En dos (16%) hubo restricción mínima y en uno (8%) restricción moderada. Respecto a la CPT nuestro resultado está de acuerdo con la literatura en el sentido de -- que no se modifica, ello se ha atribuido a que los cambios en la CV y el VR son -- aproximadamente de la misma magnitud y en sentido contrario. Es obvio, que la normalidad de nuestros parámetros en lo referente a la CV y el VR, son un hallazgo diferente a lo informado.

FLUJOS ESPIRATORIOS. La Tabla No. 3 nos condensa los flujos espiratorios obtenidos. En ella apreciamos que la vía aérea central se encontró normal en cinco sujetos (42%); cuatro (33%) con obstrucción severa y uno (8%) con obstrucción moderada no respondían

TABLA N° 2

MECANICA RESPIRATORIA Y VOLUMENES PULMONARES (%)

CASOS	EDAD	SEXO	VOLUMENES (%)					
			CPT		CV		VR	
			S.B	C.B	S.B	C.B	S.B	C.B
N° 1	74	F	99	99	93	93	106	106
N° 2	79	F	96	96	91	91	103	103
N° 3	72	M	124	124	124	124	124	124
N° 4	74	M	116	116	114	114	117	117
N° 5	85	F	93	93	84	89	101	96
N° 6	67	M	127	127	126	126	127	127
N° 7	65	F	113	113	107	107	121	121
N° 8	74	F	89	89	88	88	90	90
N° 9	71	F	77	77	76	76	78	78
N° 10	76	F	74	74	73	73	74	74
N° 11	69	F	93	93	88	88	100	100
N° 12	72	F	61	61	53	53	73	73

C. P. T. : CAPACIDAD PULMONAR TOTAL

C. V. : CAPACIDAD VITAL

V. R. : VOLUMEN RESIDUAL

S. B. : SIN BRONCODILATADOR

C. B. : CON BRONCODILATADOR

TABLA N° 3

MECANICA RESPIRATORIA Y FLUJOS ESPIRATORIOS.

CASOS	EDAD	SEXO	FLUJOS (%)							
			C. E.		V.F. MAX.		V.F. MED.		V.F. 75 %	
			S.B.	C.B.	S.B.	C.B.	S.B.	C.B.	S.B.	C.B.
N° 1	74	F	43	43	79	79	64	64	75	75
N° 2	79	F	85	85	142	142	97	97	99	99
N° 3	72	M	50	59	146	146	58	58	43	86
N° 4	74	M	52	91	102.5	104	29.8	33.2	35.8	35.8
N° 5	85	F	81	82.1	75	68	92	115	75	68
N° 6	67	M	103	103	136	136	124	124	109	109
N° 7	65	F	30	33	117	117	62	62	68	68
N° 8	74	F	105	106	109	109	74	74	62	62
N° 9	71	F	45	80	79	83	74	77	56	60
N° 10	76	F	47	64	64	107	48	48	42	42
N° 11	69	F	83	94	95	95	62	65	67	67
N° 12	72	F	37	37	39	70	35	35	32	32

C. E. : CONDUCTANCIA ESPECIFICA

V.F. MAX : VELOCIDAD FLUJO MAXIMO ESPIRATORIO (L/Seg.)

V.F. MED. : VELOCIDAD FLUJO MEDIO ESPIRATORIO (L/Seg.)

V. F. 75% : VELOCIDAD DE FLUJO ESPIRATORIO AL 75 %

a la inhalación del broncodilatador. Dos individuos (16%) --uno con obstrucción severa y uno con obstrucción moderada-- respondían significativamente a la terapia broncodilatadora. En lo referente a la pequeña vía aérea, dos(16%) eran normales; cuatro - (33%) con obstrucción severa y seis (50%) con obstrucción moderada (en total 83%) no respondían al broncodilatador. Los resultados anteriores nos muestran que el 42% de los individuos eran normales respecto a la vía aérea central pero un porcentaje igual - mostraron obstrucción fija de la vía aérea, por lo que desde el punto de vista funcional pueden ser considerados como Bronquíticos crónicos. El pequeño porcentaje que - respondió significativamente a la terapia broncodilatadora, pueden ser catalogados como portadores de hiperreactividad bronquial.

Como vemos en la pequeña vía aérea de la gran mayoría de los participantes en el estudio, se presentó disminución de los flujos espiratorios, siendo en esta llamada "area silenciosa del pulmón" donde encontramos los mayores hallazgos anormales. Un grupo importante como también se puede observar presentaron compromiso tanto de la vía - aérea central como periférica.

Ya que nuestro grupo de estudio fue aparentemente asintomático, los cambios observados en los flujos de la vía aérea pueden ser atribuibles a los altos niveles de contaminación en la ciudad de México en donde se destaca la presencia de Ozono, Dióxido de Nitrógeno y Dióxido de Azufre entre otros contaminantes. El efecto aparente de estas sustancias tiene su mayor blanco en la pequeña vía aérea.

Un comentario especial se merecen dos de los individuos del grupo estudiado (16%) en - los cuales, los resultados tanto de gasometrías como de mecánica pulmonar se encontraron dentro de límites normales, no obstante, una larga permanencia en el Distrito Federal (60 y 44 años); esto quizás va en relación con el hecho de que la edad biológica de los pulmones está en estrecha relación con los hábitos y costumbres individuales.

Por último, algunos de estos resultados plantean interrogantes imposibles de responder -- con un número tan pequeño de individuos: ¿Cual es el verdadero impacto de la contaminación ambiental sobre este grupo etario en particular? ¿Qué particularidades determinan el comportamiento fisiológico del pulmón senil? ¿La enfermedad de la pequeña vía aérea qué significado tiene longitudinalmente? Seguiremos investigando.

CONCLUSIONES

- 1- Existe con los años una tendencia a la disminución de la PaO₂ pero conservándose dentro de los límites normales.
- 2- El intersticio pulmonar suele afectarse, pero no en la magnitud suficiente como para alterar el intercambio gaseoso.
- 3- La ventilación pulmonar en la senectud se conserva tanto en condiciones de reposo como de ejercicio.
- 4- Los volúmenes pulmonares -CPT, CV y VR-- se conservan sin cambios significativos en la mayoría de las personas mayores de 65 años.
- 5- La contaminación ambiental tiene su mayor impacto sobre la pequeña vía --aérea, aunque también afecta las vías aéreas centrales.
- 6- Un grupo significativo de ancianos (42%) reúne criterios funcionales --aunque no clínicos ni epidemiológicos--, para ser considerados como Bronquíticos crónicos.
- 7- La llegada en edades avanzadas a ambientes con alto índice de contaminación, no permite el ajuste de los mecanismos de defensa pulmonar en una forma -adecuada.
- 8- La integridad pulmonar es posible a pesar del desgaste fisiológico de los años y del reto de la contaminación ambiental; esto, casi con seguridad como un reflejo de un adecuado estilo de vida personal.

BIBLIOGRAFIA

- 1- Brandstetter RD, Kazemi H. Aging and the Respiratory System. Medical Clinics of North America Vol 67(2):419-430, 1983.
- 2- Pack A, Nillman R. The lungs in later life, in: Pulmonary Diseases and disorders, Second edition Vol J Alfred P. Fishman MD Mac Graw Hill 1988, pp 79-90.
- 3- Fowler RW. Ageing and Lung Function. Age and Ageing: Vol 14: 202-215, 1985.
- 4- Wahaba WM. Influence of Aging on Lung Function-Clinical significance of changes from age twenty. Anesth Analg Vol 62:764-776, 1983.
- 5- Thurlbeck WM. Internal surface area and other measurements in emphysema. Thorax: Vol 22:483-496, 1967.
- 6- Rizzato G, Marazzini L. Thoraco-abdominal mechanics in elderly men. J Appl Physiol Vol 28: 457-460, 1979.
- 7- Guilleminault C, Eldridge FC et al. Sleep apnea Syndrome due to upper airway obstruction. Arch Intern Med Vol 137:296. 1977.
- 8- Cherniac NS. Respiratory dysthythmias during sleep. New Engl J Med Vol 305:325,1981.
- 9- Peterson DD et al. Effects of aging on ventilatory and occlusion pressure responses to hypoxia and hypercapnia. Am Rev Respir Dis Vol 124:387-391, 1981.
- 10- Zoler M. Free Radicals: the real culprits in aging? Geriatrics Vol 40(3): 126-132, 1985.
- 11- Green Metal. Variability of maximum expiratory flow-volume curves. J Appl Physiol: Vol 37(1):67-74, 1974.
- 12- Gibellini Fetal. Increase in tracheal size with age. Am Rev Resp Dis Vol 132: 784-787, 1987.
- 13- Davis Cetal. Importance of airway closure in limiting expiration in normal man J Appl Physiol Vol 48(4): 695-701, 1970.
- 14- Bode RF et al. Age and sex differences in lung elasticity, and in closing capacity in nonsmokers J Appl Physiol Vol 41(2):129-135.
- 15- Thurlbeck WM, Angus GE. Growth and aging of the normal human lung. Chest 67: 35-65, 1975.

- 16- Emirgil C Pulmonary circulation en the aged. J Appl Physiol
Vol 23:631-640, 1967.
- 17- Black L, Hyatt R Maximal respiratory pressures: normal value and relation
shop to age and sex. Am Rev Respir Dis Vol 108: 933-939, 1973.
- 18- Kent S. Decline of pulmonary function. Geriatrics, March 1978: 104-111.
- 19- Kuthy PJ, Valdez OS et al. Enfermedades respiratorias por contaminación del -
aire. Neumol Cir Torax Vol 28(5):299, 1967.
- 20: Valdez OS. La contaminación atmosférica. Neumol Cir Torax
Vol 47(1):7-11, 1988.

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

A	gas alveolar
a	sangre arterial
c	capilar
c'	capilar terminal
CFR	capacidad residual funcional
CPT	capacidad pulmonar total
CV	capacidad vital
D(A-a)O ₂	diferencia alveolo-arterial de oxígeno
f	frecuencia respiratoria
PACO ₂	presión alveolar de dióxido de carbono
PAO ₂	presión alveolar de oxígeno
PaCO ₂	presión arterial de dióxido de carbono
PaO ₂	presión arterial de oxígeno
Q	volumen de sangre
Q	flujo de sangre (ml/min)
T	torr, torriceli, mm de Hg
V	volumen de gas
V	flujodel gas (ml/min, Litros/s)
v	venoso
v̄	venoso mezclado
VC	Volumen de cierre
ṠCO ₂	eliminación de dióxido de carbono por minuto
V̇O ₂	consumo de oxígeno por minuto
V/Q	relación ventilación/perfusión
VR	volumen residual