



**Instituto Boliviano
de
Biología de Altura**

Septiembre de 1969

La Paz - Bolivia

Boletín No. 4

LA EXPLORACION FUNCIONAL CARDIOPULMONAR EN LAS ENFER-
MEDADES PULMONARES OBSTRUCTIVAS DIFUSAS

Dr. Mario Zamora (#)

Por motivos obvios de espacio y sobre todo a objeto de hacer más clara la utilidad del estudio funcional de las enfermedades pulmonares obstructivas difusas, vamos a referirnos en esta oportunidad, a lo que la Espirografía puede proporcionarnos, en la evaluación diagnóstica, pronóstica y terapéutica de ciertos cuadros nosológicos pulmonares obstructivos difusos, propios en algunas de sus características y de su gravedad, del medio de altitud en el cual se presentan, como ser entre otras la bronquitis crónica, el asma y el efisema pulmonar difuso. Pero es sobre todo importante este estudio, en cuanto a prevenir o sino evaluar la etapa patológica en la cual casi siempre llegan estos pacientes a nuestros servicios especializados y a nuestros laboratorios de investigación, cuál es la insuficiencia respiratoria, en este caso, de tipo esencialmente obstructiva.

Por otra parte, es interesante remarcar el hecho, de que siendo la función del tórax y de los pulmones una función netamente fisiológica, no haya sido des- pués de la segunda guerra mundial, que se haya inte- resado a fondo la atención de los fisiólogos respira- torios para crear métodos especializados en el estu- dio de esta fundamental función orgánica. Es en este sentido que dando un enorme salto desde que Hutchin- son en 1846 estableciera los basamentos de la espiro- grafía, científicos de la talla de Rossier que esta- blece los métodos de análisis del CO₂ en la sangre arterial y la noción de ventilación alveolar, de Fenn, Kahn y Otis que estudian los fenómenos alveolo- capilares de Cournand que regula el cateterismo de ca- vidades cardíacas derechas permitiendo así el estu- dio de la repercusión hemodinámica en las neumopatías crónicas, de toda esa brillante escuela francesa de Cara, Tiffeneau, Sadoul, Durand, Lefrancois y otros, se proyectan desde el laboratorio de investigación, para configurar definitivamente la Fisiopatología pulmonar y su expresión directa, la Exploración Fun-

cional Pulmonar.

SIMBOLOS, ABREVIACIONES, UNIDADES Y FACTORES DE CORRECCION QUE SE UTILIZAN EN FISIOLOGIA Y FISIOPATOLOGIA PULMONAR.

Dr. Mario Paz Zamora

(Sección Cardio-respiratoria)

I	Indica el aire inspirado
E	" " " expirado
A	" " " alveolar
a	" La sangre arterial
c	" " " capilar pulmonar
v	" " " venosa periférica
v	" " " venosa mezclada
F	" " fracción o porcentaje en una mezcla gaseosa. Por ejm.;
F _{I02}	" el porcentaje o fracción de oxígeno en una mezcla gaseosa inspirada.
P	" presión parcial de un gas, mmHg por ejemplo;
P _{A02}	" presión parcial de oxígeno en el aire alveolar
P _{AC02}	" presión parcial de anhídrido carbónico en el aire alveolar.
Pa ₀₂	" presión parcial de oxígeno en sangre arterial
Pa _{C02}	" presión parcial de anhídrido carbónico en la sangre arterial.
P _B	" presión barométrica
VI	" volúmen inspirado
VE	" volúmen expirado
VD	" volúmen del espacio muerto
V _c	" volúmen corriente
f'	" frecuencia respiratoria
v̇	" débito ventilatorio o volúmen minuto
VE	" débito del aire expirado
VA	" débito ventilatorio alveolar
V̇ _{O2}	" débito de oxígeno o consumo de oxígeno, en condiciones STPD
V̇ _{C02}	" débito de anhídrido carbónico o producción de CO ₂
R	" cociente respiratorio, es decir $\frac{VC02}{V02}$

\dot{Q}	"	débito sanguíneo, eventualmente débito cardiaco
C	"	contenido de un gas en un líquido, por ejem.;
Ca_{CO_2}	"	contenido de anhídrido carbónico en sangre arterial
DL	"	capacidad de difusión de los pulmones por un gas. Por ejemplo;
D_{LO_2}	"	capacidad de difusión de los pulmones por el oxígeno
D_{LCO}	"	capacidad de difusión de los pulmones por el óxido de carbono.
S	"	saturación, por ejemplo;
Sa_{O_2}	"	" oxihemoglobínica en sangre arterial
$(PA_{O_2} - Pa_{O_2})$		diferencia de presiones parciales del O_2 del aire alveolar y de la sangre arterial o gradiente alveolo-arterial en O_2 , mmHg.
$(Ca_{O_2} - Cv_{O_2})$		diferencia arterio-venosa en contenido de oxígeno, volúmenes por ciento.
$(Cv_{O_2} - Ca_{CO_2})$		diferencia veno-arterial en contenido de anhídrido carbónico mmHg.

Condiciones de temperatura y presión para los volúmenes gaseosos

ATBS = Temperatura ambiente, presión ambiente, saturado en vapor de agua (condiciones encontradas en el equipo utilizado para el estudio)

BTPS = Temperatura corporal ($37^{\circ}C$), presión ambiente, saturado en vapor de agua a $37^{\circ}C$ (condiciones del sujeto en exámen)

STPD = Temperatura y presión standard, seco.

NOTA (Un punto encima del símbolo o un acento a un costado y arriba significa "por minuto". Un trazo horizontal encima del símbolo significa "valor medio")

TERMINOLOGIA Y ABREVIACION UTILIZADAS EN EL ESTUDIO
ESPIROGRAFICO

ESTUDIO DE LA VENTILACION EN REPOSO

Vc	indica	volúmen corriente
f'	"	frecuencia respiratoria
\dot{V}	"	débito ventilatorio o ventilación minu- to
\dot{V}_{O_2}	"	consumo de oxígeno (en condiciones STPD)
E.R	"	equivalencia respiratoria, es decir $\frac{V}{V_{O_2}}$

Estudio de los volúmenes pulmonares

CV	capacidad vital
URL	volúmen de reserva inspiratorio
VRE	volúmen de reserva expiratorio
$\frac{CV_{real}}{CV_{teórica}}$	X 100 Relación porcentual que permite observar la presencia o nó de la amputación de la CV
VR	volúmen residual
CRF	capacidad residual funcional
CPT	capacidad pulmonar total
$\frac{VR}{CPT}$	X 100 relación porcentual, que permite observar en qué medida está aumentado, conservado o disminuido el VR

Estudio del dinamismo pulmonar

V.E.M.S. volúmen expirado máximo por segundo, corrientemente relacionado al primer segundo.

$\frac{V.E.M.S.}{CV}$ X 100 índice de Tiffeneau (1948) Relación porcentual, del volúmen de CV que se logra expirar en el primer segundo de una expiración forzada.

VMx ventilación máxima por minuto.

Los síndromes ventilatorios "obstructivos" o insuficiencias obstructivas de los anglosajones presuponen un obstáculo a la libre circulación del aire por las vías respiratorias que se muestra fundamentalmente durante la

expiración, estando las alteraciones fisiopatológicas que se produzcan, dependientes, de la localización más o menos periférica de la obstrucción del grado de gravedad de la misma y de su amplitud. Los trastornos fisiopatológicos muestran obstrucción sobre todo de los bronquios pequeños y bronquiolos, por lo que el aire encuentra gran dificultad para ser expulsado de los pulmones (efecto sopapa) que da lugar a que la expiración fisiopatológicamente pasiva se convierta en fuertemente activa y que la misma se prolongue retardando el tiempo de llegada al débito ventilatorio nullo, aumentando de esta manera el trabajo ventilatorio, y hace que en definitiva, los intercambios gaseosos a nivel alveolo capilar sean insuficientes y que la sangre pase por los alveolos sin oxigenarse, equivaliendo esto a un "shunt" derecha-izquierda y a una mala relación ventilación-pefusión.

Ahora bien, observemos los defectos ventilatorios, volumétricos y de dinámica toracopulmonar que se producen.- El paciente presenta muchas veces una hiperventilación que es de tipo superficial (más adelante veremos que la hipercapnia que nos muestra el estudio de gases en sangre nos hablará ciertamente de una hipoventilación a nivel alveolar) a expensas, sea del volúmen corriente sea de la frecuencia respiratoria con consecuente aumento del débito ventilatorio minuto. El equivalente respiratorio está elevado significando el mayor número de litros de aire ventilados para obtener un mejor consumo de oxígeno.

El estudio de los volúmenes pulmonares mostrará una capacidad vital conservada o ligeramente disminuida, pero en proporción inferior a la disminución del V.E.M.S. La alteración o no de los componentes de la capacidad vital es poco significativa en el análisis total.

Al estudiar, por difusibilidad del Helium, el volúmen residual, veremos que el mismo se halla aumentado y que la relación porcentual del VR con la capacidad pulmonar total se halla aumentada alcanzando valores hasta del 50%, altamente significativo de esta dificultad pulmonar expiratoria.

Es el estudio del dinamismo toracopulmonar el que nos dará en definitiva la seguridad de hallarnos ante un síndrome "obstructivo". Observamos un aplanamiento del volumen expirado máximo durante el primer segundo con un Índice de Tiffeneau (VEMS/CV) muy disminuido. El sujeto a través de una expiración forzada logrará expirar un porcentaje muy bajo de su capacidad vital, mostrándonos una claudicación de las fuerzas dinámicas.

Por otra parte, el estudio espirográfico, nos permite visualizar, en este tipo de examinados, dos registros altamente valiosos. El signo del "creneau" que se lo observa cuando el sujeto realiza el registro de la ventilación máxima minuto quedando la misma circunscrita a ocupar la zona del volumen de reserva inspiratoria. Mas de un autor da a este signo un valor mas precoz que el aplanamiento del VEMS. Luego constatamos la presencia de un otro registro típico denominado "atrapamiento aéreo" o "trapping" de los anglosajones que se presenta cuando después de una inspiración máxima el retorno a la posición de reposo expiratorio se lo logra en forma escalonada descendente luego de algunos ciclos respiratorios, mostrándonos así la dificultuosa expulsión del aire a consecuencia del proceso obstructivo existente.

Finalmente es interesante observar la modificación o no de ciertos parámetros espirográficos, con la utilización de broncodilatadores, clásicamente derivados de la adrenalina (la utilización de broncoconstrictores la hemos abandonado por considerarlo un riesgo muy grande al desencadenarse una crisis con todas sus consecuencias orgánicas) Luego de cinco minutos de la administración por aereosolización de un broncodilator, registramos nuevamente el volumen máximo durante el primer segundo y de observar una mejoría del mismo con relación al primer registro, de más del 20%, la consideramos como prueba positiva.

Es útil, por último, indicar que esta descripción "ideal" de la interpretación de un espirograma por un síndrome obstructivo está sujeto a variaciones interpretativas consecutivas a la mayor o menor gravedad del trastorno pulmonar o a la presencia concomitante de una alteración de tipo "restrictivo" que pueda es-

tar gravitando de diferente manera en el cuadro general, y sobre todo sujeta al estudio completo obtenido luego de una valoración de gases en sangre arterial, mecánica ventilatoria pruebas de esfuerzo, estudio hemodinámico de corazón derecho y de la difusión alveolo capilar.

----- 0 -----

HITOS HISTORICOS: MAL DE MONTAÑA

Como fué descrito por Fray Joseph De Acosta. 1589

The American Journal of Cardiology. 1958. Tomo II
Saul Jardho M.D. New York.

El descubrimiento del Nuevo Mundo introdujo a los europeos a nuevas gentes, nuevos animales, nuevas plantas y nuevos medios geográficos. Cada uno de estos elementos iba a dejar su impresión en la nueva medicina del Renacimiento. Las plantas por ejemplo son recordadas en los escritos de Francisco Hernández (1517-1587) y Nicolás Monardes (1493-1588). Las montañas por razón de su altitud solamente, no iban a dejar de imprimir en los europeos recién llegados a el Nuevo Mundo, desde que las grandes montañas del Asia no eran todavía conocidas en su generalidad y los mas altos picos de los Alpes eran todos menores de 16.000 pies de alto, mientras que en los nuevos dominios de Sud América el hombre encontró cerca de 50 picos los cuales excedían los 20.000 pies.

La exploración de esas altas montañas inevitablemente permitirían reconocer la Enfermedad de las Alturas. Joseph de Acosta (1539-1599) el corajudo e inteligente hombre cuyas observaciones serán transcritas aquí era un jesuita español quien vino al Alto Perú en 1571. 16 años mas tarde retornó a Europa y gastó 12 años de su permanencia en trabajos religiosos literarios y educacionales.