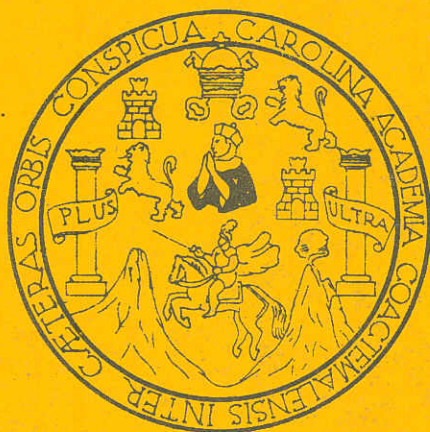


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS



EVALUACION DE LA FUNCION RESPIRATORIA  
EN PACIENTES TUBERCULOSOS MAYORES  
DE 50 AÑOS.

ROBERTO RICARDO ENRIQUEZ CONTRERAS

GUATEMALA, ABRIL DE 1975.

## PLAN DE TESIS

- I. INTRODUCCION
- II. OBJETIVOS
- III. MATERIAL Y METODOS
- IV. DESARROLLO DEL TEMA
- V. ANALISIS Y RESULTADOS
- VI. CONCLUSIONES
- VII. RECOMENDACIONES
- VIII. BIBLIOGRAFIA

## I. INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación trata sobre la evaluación de la función pulmonar en pacientes tuberculosos mayores de 50 años de sexo masculino y femenino.

Interesa conocer las alteraciones funcionales en pacientes tuberculosos pulmonares, tomando como fundamento los índices volumétricos registrados gráficamente con el espirómetro.

Para el desarrollo del trabajo se planificó previamente un protocolo en el que se indicó la metodología a seguir: objetivos, material y métodos, desarrollo del tema; análisis, discusión y resultados de los índices volumétricos, conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

Escribir estas páginas, es un intento que promueve el estudio de la fisiología pulmonar; a través de la espirometría, particularmente importante en el paciente anciano y en el que se ha decidido tratamiento quirúrgico, pues la interpretación del estado funcional debe hacerse con miras a la operación que se va a practicar, ya que unas intervenciones reducen el campo de la hemostasis, como la resección pulmonar y el colapso, mientras que otras mejoran la función respiratoria, como la extirpación de una fístula arteriovenosa, de una bula enfisematosa, la reconstrucción de un conducto aéreo o la decorticación de un pulmón encarcelado, por lo que las pruebas funcionales respiratorias no se interpretan como cifras aisladas, sino en relación a la clínica y la radiología.

Además de lo anterior, la espirometría no orienta en el preoperatorio de pacientes con más de cinco decenios de vida y a quienes ocurren durante el acto quirúrgico y en el postoperatorio el mayor número de complicaciones, en es-



pecial pulmonares, y aún cuando no se haya practicado cirugía torácica: así nos sorprendemos de algo que no esperábamos, por ejemplo, después de haber practicado una hernioplastia, una gastrectomía, una colecistectomía, o en fin una prostatectomía u otro tipo de cirugía abdominal. Revisamos nuestra papeleta y nos damos cuenta de que nuestro paciente tiene electrocardiograma, radiografía de tórax, química sanguínea y otros exámenes complementarios; pero al revisar, nos olvidamos de la evaluación de la función respiratoria, básica en la oxigenación durante la anestesia y el tratamiento postoperatorio del paciente.

Por lo anterior, se enfoca el tema hacia la prueba de función pulmonar (Espirometría), tratando de comprender definiciones básicas de la función respiratoria y sus alteraciones, describiendo lo que debe conocer el médico ante una indicación quirúrgica, siguiendo un criterio sencillo y huyendo de los conceptos difíciles y pruebas muy especializadas. Así, se incluyen en las primeras páginas del trabajo definiciones básicas, indicaciones de las pruebas respiratorias, limitaciones de las mismas, volúmenes pulmonares, aparatos, técnicas, análisis y discusión de los trazos, factores normales y patológicos que alteran las pruebas y las causas que producen las alteraciones mecánicas restrictivas y obstructivas y la función pulmonar en estado patológico, especialmente en la tuberculosis pulmonar.

Se menciona además los índices volumétricos que se toman en cuenta: tales como Apnea inspiratoria A.I., Capacidad vital C.V., Volumen respiratorio minuto V.R.m., Volumen respiratorio máximo V.R.M., Equivalente de ventilación E.V., Consumo de oxígeno  $O_2$ , porcentaje de reservas respiratorias y de la capacidad vital real con la teórica; así como también la forma de evaluar cada uno de los mismos, basándose en la superficie corporal obtenida de la

relación peso, talla, edad y sexo.

Se revisaron 1827 informes con sus respectivas gráficas, por pruebas practicadas, entre los años... 1951 a 1973, encontrándose un total de 80 casos: 55 para el sexo masculino y 25 para el femenino.

Los datos expresados en tablas y gráficas se obtuvieron de los informes que se utilizaban como parte del estudio preoperatorio de los pacientes y que han venido realizándose en forma rutinaria en 22 años de trabajo en el Departamento de Fisiopatología del Sanatorio Antituberculoso "SAN VICENTE" de la ciudad de Guatemala.

Se dedicó también especial atención a la consulta y recopilación de datos bibliográficos de libros de Neumología, Fisiología, Fisiopatología y párrafos seleccionados de otros libros de texto.

Para concluir, en el transcurso de estas páginas se trata de exponer, más o menos en forma adecuada y con palabras sencillas la información y datos que se recopilaron para una mejor comprensión, y para ello, el orden que se ha dado a esta introducción facilita la apreciación general del trabajo.

Así mismo, se advierte que todos los datos aquí obtenidos han sido revisados honestamente, y que en ningún momento son copia original de otro trabajo similar, ya que el mismo es el primer estudio de la función respiratoria en adultos mayores de 50 años que se realiza en Guatemala.

Termino agradeciendo a quienes ayudaron a la feliz culminación de este trabajo, en especial a los doctores Fausto Aguilar Rodríguez, Joaquín Escobar y al personal paramédico del Sanatorio Antituberculoso "San Vicente".



## II. OBJETIVOS

### A. OBJETIVOS GENERALES

1. Investigación de las variaciones volumétricas respiratorias en pacientes tuberculosos pulmonares.
2. Determinar la importancia de la espirometría para medir especialmente la capacidad vital; de mucha utilidad en clínica para vigilar el progreso de diferentes patologías pulmonares, en especial Tuberculosis Pulmonar, que clínicamente pasan inadvertidos y sin signo objetivos al examen físico.
3. Motivar el valor de la espirometría como examen funcional básico en el preoperatorio de pacientes a quienes se ha indicado tratamiento quirúrgico.

### B. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar la capacidad vital con base a los volúmenes minuto máximo y de reservas respiratorias; tomando como fundamento la edad, el peso, la talla y el sexo en adultos mayores de 50 años.
2. Encontrar las diferencias volumétricas entre la capacidad vital encontrada y la capacidad vital teórica.
3. Valorización de la Apnea respiratoria.
4. Evaluación volumétrica del consumo de oxígeno y el equivalente de ventilación.
5. Determinar el porcentaje de restricción en las reservas respiratorias.

6. Resumen de los valores volumétricos reales encontrados.
7. Determinar las variaciones de la capacidad vital en pacientes tuberculosos pulmonares, de diferente sexo y mayores de 50 años.

### III. MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo fue efectuado en el Departamento de Fisiopatología del Sanatorio Antituberculoso "San Vicente". Para la realización del mismo se revisaron 1827 informes con sus respectivas gráficas, por pruebas practicadas, entre los años 1951 a 1973, encontrándose un total de 80 casos: 55 para el sexo masculino y 25 para el femenino.

Dichos informes se utilizaban como parte del estudio preoperatorio de los pacientes y que han venido realizándose en forma rutinaria en 22 años de trabajo en el departamento mencionado.

#### Como Método:

Se seleccionaron los informes de pacientes tuberculosos mayores de 50 años y se valoraron de cada informe los distintos índices volumétricos, con base a la superficie corporal obtenida de la relación peso, talla, edad y sexo. Luego, los valores obtenidos se usaron en forma cuantitativa y comparativa y se analizaron los resultados del grupo de pacientes seleccionados.

#### IV. DESARROLLO DEL TEMA

##### DEFINICIONES

A. VOLUMENES: hay cuatro volúmenes primarios.

1. Volumen Circulante (o aire corriente):

Es el volumen de gas inspirado o espirado en cada ciclo respiratorio.

2. Volumen Inspiratorio de Reserva (volumen complementario):

Es la máxima cantidad de aire que puede ser inspirado al final de una inspiración normal.

3. Volumen Espiratorio de Reserva (aire suplementario):

Es el volumen máximo de gas que puede ser expirado al final de una espiración normal.

4. Aire Residual (aire residual o capacidad residual):

Es el volumen de gas que permanece en los pulmones al final de una espiración máxima.

B. CAPACIDADES: hay cuatro capacidades, cada una de las cuales incluye uno o más volúmenes primarios de los antes mencionados.

1. Capacidad Pulmonar Total (volumen pulmonar total):

Es la cantidad de aire contenido en el pulmón al final de una inspiración máxima.



2. Capacidad Vital:

Es la cantidad máxima de aire que puede ser espirado de los pulmones por una espiración forzada, después de una inspiración máxima.

3. Capacidad Inspiratoria (aire complementario):

Es el volumen de gas inspirado después de una inspiración normal.

4. Capacidad Residual (aire residual o capacidad funcional media):

Es el volumen de gas que permanece en los pulmones al final de una espiración normal. En la determinación de los volúmenes pulmonares es importante obtener el máximo volumen sin importar el tiempo en el que se produce este cambio de volumen pulmonar, por lo tanto el paciente puede respirar a la velocidad que lo desee.

## INDICACIONES DE LAS PRUEBAS RESPIRATORIAS

1. Útiles para valorar objetivamente el tipo y grado de repercusión funcional de una enfermedad pulmonar con manifestaciones clínicas, radiológicas o ambas.
2. Para descubrir anormalidades presentes sin manifestaciones clínicas ni radiológicas.
3. Para orientar el pronóstico de diferentes tipos de enfermedades pero fundamentalmente que requieren terapéutica quirúrgica.

4. Para evaluar objetivamente las medidas terapéuticas y profilácticas de acuerdo con las anormalidades fisiológicas observadas.

## LIMITACIONES PARA LA PRACTICA DE LAS PRUEBAS FUNCIONALES:

Estas limitaciones son de diferentes aspectos y explican el retardo en la introducción de este tipo de estudios en la medicina clínica. Las limitaciones son las siguientes:

1. Las pruebas funcionales indican la alteración de la función pulmonar pero no pueden hacer diagnósticos anatómicos, bacteriológicos o patológicos.
2. Las pruebas funcionales se alteran en enfermedades con suficiente extensión para modificar el funcionamiento del órgano y muchas veces el diagnóstico funcional no se relaciona con las condiciones clínicas o radiológicas del paciente.
3. Las pruebas funcionales completan en último caso anormalidades fisiológicas, pero no sustituyen a una historia clínica, radiografías o exámenes bacteriológicos.

## VOLUMENES PULMONARES

Los volúmenes pulmonares son medidas estáticas que refieren la cantidad de aire contenido en el pulmón en diversas condiciones, para esto Comroe no los considera pruebas funcionales, sino mediciones de cambios anatómicos o morfológicos. Puesto que las alteraciones morfológicas se relacionan íntimamente con la función, es importante conocer sus valores normales y sus modificaciones.

Como técnica para efectuarlos es fácil y el equipo simple, es una determinación útil, que orienta sobre la necesidad de otros estudios y el tipo de ellos. La frecuencia con que han sido utilizados estos estudios, ha credo diferentes terminologías que se prestan a confusión. La Sociedad Americana de Fisiología estableció desde 1950 unas definiciones que han sido adoptadas por todos los trabajadores de la especialidad y que evitan confusiones.

### DIAGNOSTICOS DE ALTERACIONES POR EL ESPIROGRAMA

De los diferentes índices que se obtienen en un espirograma, pueden diagnosticarse las siguientes alteraciones:

- 1 Alteraciones obstructivas que se manifiestan por disminución de todas aquellas medidas que indican velocidad de aire, tales como la capacidad respiratoria máxima, los volúmenes espirados en los tres primeros segundos de la capacidad vital cronometrada, las velocidades máximas espiratoria e inspiratoria. Las alteraciones obstructivas indican disminución de las vías aéreas, al flujo del aire.
- 2 Los datos que indican atrapamiento de aire, los cuales generalmente acompañan a las alteraciones obstructivas se manifiestan porque aparece una diferencia en el volumen de la capacidad vital en un solo esfuerzo y por los cambios en el nivel espiratorio. Ya sea por colapso de las vías distales que se presentan cuando existen cambios estructurales del tipo denominado "Debilidad Bronquial".
- 3 Las alteraciones restrictivas se caracterizan por disminución de la capacidad vital y nos indica disminu-

ción de volumen de aire que puede entrar y salir de los pulmones, lo cual corresponde a una disminución funcional del parénquima pulmonar.

- 4 Alteraciones mixtas restrictivas y obstructivas en las cuales existen las dos alteraciones antes mencionadas.

Con lo anterior, es útil denominar a las anomalías detectadas por espirometría "Alteraciones Mecánicas" de tipo obstructivo, restrictivo o mixto. Si existe dichas anomalías puede suponerse que existe insuficiencia respiratoria asociada, pero por medio de estos datos nunca puede afirmarse directamente el diagnóstico de insuficiencia.

### APARATOS:

Los volúmenes pulmonares se pueden medir con diversos aparatos: los que se usan con más frecuencia son los espirómetros.

Fundamentalmente, un espirómetro consiste en un depósito cilíndrico, C.C.I. abierto hacia arriba y comunicado por sus tubos al exterior, que se encuentra dentro de otro recipiente similar y diámetro mayor; entre ambos hay agua en la cual flota un tercer recipiente de forma similar a la de los anteriores, que pende invertido como campana de polea. La posición de esta campana depende y varía proporcionalmente a la cantidad de aire contenido entre ambos. Cuando la campana ha descendido completamente aún queda cierto volumen de aire que se denomina "Espacio Muerto" del aparato; generalmente el espacio muerto del aparato comprende también el volumen contenido en los tubos que le conectan al exterior. La campana está sostenida por una cadena de polea en cuyo extremo opuesto está una plumilla que registra sus movimientos en un cilindro ins-

criptor llamado quimógrafo. Ver Esquema de un Espirómetro.

Los espirómetros se construyen habitualmente en forma de cilindros, como el de Benedict Roth, el de Tissot y Mackeeson. También pueden ser planos como el de Krog; su capacidad varía desde 15 a 1,000 litros.

Al espirómetro se le agregan sistemas de válvulas en donde el aire es dirigido en una sola dirección. Hay diferentes formas y tipos de válvulas; sus características ideales son el oponer resistencia mínima al paso del aire, procurar el cierre hermético y tener un espacio muerto pequeño.

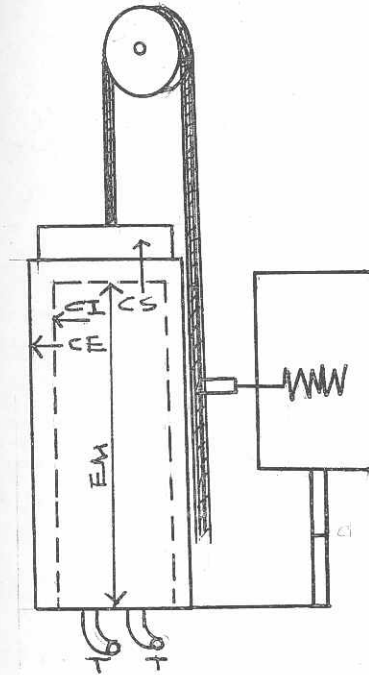
Para determinar volúmenes pulmonares se usa habitualmente un sistema cerrado. Los sistemas cerrados son aquellos en los cuales hay un volumen de gas constante que influye en el de los pulmones del sujeto. Están formados de un espirómetro, una válvula inspiratoria-espíra-toria y un dispositivo para absorber el bióxido de carbono de la respiración con cal sodada.

Al determinar los volúmenes se obtienen datos de ventilación en reposo; es importante no confundir los volúmenes pulmonares que son medidas estáticas, con la ventilación que es un proceso dinámico.

#### ESPIROMETRO DE BENEDICT ROTH:

Consta de un depósito de cal sodada y una válvula interior que ayuda a dirigir la corriente aérea. Los tubos de salida están conectados a una válvula inspiratoria-espíra-toria, tiene además una comunicación con el interior que permite introducir aire u oxígeno.

#### ESQUEMA DE UN ESPIRÓMETRO



ESQUEMA DE UN ESPIROMETRO

: Cilindro interno hueco, conectado por los tubos T al exterior en uno de los tubos se puede colocar una válvula que dirija el aire y el otro un depósito de cal sodada que absorba el bióxido de carbono, CS: Cilindro suspendido por una cadena de la polea superior. CE: Cilindro externo, entre este cilindro y el cilindro interno hay agua en la que flota el cilindro suspendido; cuando el cilindro sube contiene más aire, cuando el cilindro suspendido está en la posición más inferior, sólo queda dentro el volumen de aire del espacio muerto del aparato EM.



El sistema inscriptor tiene un motor que mueve el cilindro inscriptor, consta de dos velocidades, una lenta que causa un desplazamiento de 32 mm. por minuto y otro rápido de 48 mm. por segundo.

Este aparato tiene la ventaja de ser un instrumento simple y resistente, de uso casi universal. Sus desventajas fundamentales son: la resistencia impuesta por la cal sodada, los cambios de temperatura producidos por la absorción del bióxido de carbono, el que esta absorción puede ser incompleta y el que la concentración del oxígeno contenido disminuye conforme el sujeto respira. Este último inconveniente puede obviarse llenando el espirómetro con oxígeno pero en estas condiciones la mezcla que se respira no es normal. Pero es altamente satisfactorio para determinar volúmenes pulmonares con excepción del volumen residual.

#### ANALISIS DE LOS TRAZOS:

Los trazos de los volúmenes pulmonares es necesario que terminen en una horizontal, lo que indica que verdaderamente el sujeto espiró la máxima cantidad posible de aire.

Los trazos se miden en milímetros y se toma el máximo valor obtenido. Esta cifra que indica la longitud del trazo se multiplica por un factor de acuerdo con el espirómetro y habitualmente está inscrito en el aparato por el fabricante; significa el volumen de un cilindro que tenga de base una circunferencia igual a la del espirómetro. Al multiplicar el número de milímetros del trazo por el factor del espirómetro se convierte en una unidad lineal a una medida de volumen.

Los volúmenes pulmonares se expresan a la presión ambiente y a la temperatura del cuerpo.

#### FACTORES QUE MODIFICAN LA CAPACIDAD VITAL:

1. La presencia de ropas ajustadas por lo que es importante evitarlas para efectuar el estudio, sobre todo en mujeres.
2. Sexo: las mujeres tienen menos capacidad vital que los hombres de la misma estatura.
3. Edad: la edad aumenta la capacidad vital en los niños proporcionalmente al aumento de estatura, peso, superficie corporal. A los 15 años o 16 la C.V. disminuye con el aumento de la edad.
4. Posición del cuerpo: afecta el volumen de la capacidad vital. Los valores máximos se obtienen en posición de pie; se produce una pequeña disminución al sentarse.
5. Ejercicio: el ejercicio intenso disminuye la capacidad vital, la cual se atribuye a cambios en el volumen de sangre contenida en el lecho vascular pulmonar.
6. Temperatura ambiente: modifica la capacidad vital de acuerdo con los desplazamientos que produce en la distribución de la sangre; cuando hay vasoconstricción periférica por el frío aumenta la capacidad vital. Cuando ocurre vasodilatación periférica por el calor ocurre lo contrario.
7. Altura: la altura no modifica la capacidad vital en sujetos aclimatados y en residentes de alturas hasta 2,500 metros.

En vista de las grandes variaciones que existen de la capacidad vital, de acuerdo con sexo, edad y estatura, la valoración de un caso particular se hace comparando el volumen observado con el valor teórico normal, calculado con alguna de las múltiples fórmulas derivadas de estudios de sujetos normales, muchas de ellas han servido como base para construir monogramas en los cuales se puede consultar rápidamente el valor deseado.

Las variaciones tan amplias que se pueden observar tanto en un mismo sujeto, como en personas con características morfológicas similares, indican que en un caso de terminante, un valor bajo de la capacidad vital no puede considerarse definitivamente anormal sino es por lo menos 15% inferior al valor teórico normal para ese individuo.

#### FACTORES PATOLOGICOS QUE AFECTAN LA CAPACIDAD VITAL

La capacidad vital puede disminuir por diferentes causas patológicas. En muchos casos la disminución traduce una reducción absoluta de la cantidad de tejido pulmonar, como por ejemplo, neumonía o resecciones pulmonares; en otras ocasiones, esta disminución es debida a condiciones no pulmonares que impiden distender el parénquima pulmonar.

Siempre que esté disminuida la capacidad vital se hace el diagnóstico de alteración restrictiva, entendiéndose por ello, una disminución de la cantidad máxima de aire que puede entrar o salir de los pulmones, ya sea porque el pulmón no exista, por estar destruido por procesos patológicos o porque no se pueda inflar como en el caso de la parálisis de los músculos respiratorios, en este caso hay una restricción del volumen pulmonar funcionante.

Las causas pulmonares de la alteración restrictiva son:

1. La limitación de los movimientos respiratorios por depresión del centro respiratorio o por enfermedades neuromusculares. Como en la poliomielitis, la miastenia grave, la depresión central en infantes prematuros.
2. Limitación a la expansión torácica; como en el caso de posiciones anormales como el decúbito lateral en cirugía de tórax; vendajes apretados, escleroderma, deformidades del tórax como cifoescoliosis.
3. Limitación al descanso del diafragma por el embarazo, ascitis, etc.
4. Limitación a la expansión del tórax por disminución del espacio intratorácico, como los derrames pleurales, derrames pericárdicos abundantes, hernia diafragmática, neumotórax o neumoperitoneo.

La disminución de la capacidad vital es una anomalía frecuente encontrada en una gran variedad de enfermedades y la causa anatómica de la disminución, en algunas ocasiones no se pueden explicar fácilmente y muchas veces nos damos cuenta que coexisten causas intrapulmonares y extrapulmonares para producir disminución de la capacidad vital.

Con la espirometría se pueden obtener medidas que indican el volumen de aire contenido en los pulmones, los cambios de la velocidad del aire, la ventilación y el consumo de oxígeno y con pruebas que se consideran como un

índice u orientación general de la función mecánica del pulmón y del tórax.

### TECNICA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD VITAL

1. Asegurarse del buen funcionamiento del aparato: que esté conectado a la electricidad, que haya tinta, nuevo papel, etc.
2. Sujeto lo más cómodamente posible; sin ropas que limiten la movilidad torácica o abdominal, principalmente en mujeres; ambiente lo más quieto posible; se explica al paciente en términos simples lo que va a hacer, así como la importancia decisiva de cooperación.
3. Colocar la boquilla y poner una pinza para ocluir la nariz al paciente.
4. Hacer respirar al paciente sin conectar el aparato.
5. A. Hacer caminar el espirómetro a velocidad lenta observando la amplitud y el ritmo de los movimientos. Si estos son regulares, un minuto es suficiente para esta observación.
- B. Al final de una espiración normal, se ordena al paciente inspirar lo más que pueda; cuando el trazo muestra un nivel horizontal; se indica que respire normalmente. Después de medio minuto de respiración normal se repite esta maniobra que es la determinación de la capacidad inspiratoria.
- C. Dejando siempre al menos medio minuto entre cada determinación, se procede a efectuar la reserva espiratoria dos veces al menos: indicar al sujeto



expirar al máximo después de una espiración normal. Luego sugerir respirar normalmente.

- D. Efectuar la capacidad vital dos veces, empezando por hacer la inspiración máxima.

Se retiran las plumillas, se para el motor, se desconecta al sujeto y se retira la pinza nasal, se anota la temperatura del espirómetro, el peso, edad y estatura del paciente.

Si se usa un aparato de Benedict Roth, con aire, nunca debe prolongarse la observación por más de 6 minutos porque la cantidad de oxígeno puede disminuir demasiado.

Las maniobras se efectuarán siempre por duplicado para asegurar que son satisfactorias desde el punto de vista técnico.

#### CAPACIDAD RESPIRATORIA MAXIMA (C.R.M.)

#### VENTILACION VOLUNTARIA MAXIMA (V.V.M.)

Es la cantidad de aire que puede ser respirado en un minuto voluntariamente, ambos términos se utilizan como sinónimos, "C.R.M.", "V.V.M.", aunque el segundo es más exacto puesto que el sujeto respira voluntariamente.

**Técnica:** se puede realizar con un espirómetro tipo Tissot, y se puede utilizar el circuito cerrado con lo que se obtiene una gráfica que es un registro objetivo y en el cual se puede observar atrapamiento cuando existe.

Se usa boquilla o pinza de la nariz como las que se

han descrito. El sujeto debe estar cómodo y no usar ropa ajustada. Se le explica en qué consiste la prueba y es muy útil que el explorador efectúe algunos movimientos respiratorios como ejemplo, para que el sujeto oiga y vea lo que tiene que hacer. Después se pone la boquilla, se coloca la pinza nasal y se le deja respirar unas 4 ó 5 veces en forma normal, después se le indica respirar hondo y profundo durante 15 segundos. Durante la prueba se debe estimular al sujeto indicándole: ¡Respire hondo!, ¡respire profundo!, ¡más!, ¡más!, ¡muy bien!, ¡sople!, ¡más fuerte!, ¡más aprisa!

Las palabras de estímulo del sujeto no deben hacer énfasis ni en sentido de estimular la frecuencia respiratoria diciendo: ¡hondo!, ¡profundo!, sino que es preferible que se indiquen las dos alternativamente para que el sujeto regule voluntariamente el ritmo respiratorio, adaptándose a las condiciones mecánicas del aparato respiratorio. La cooperación del sujeto es fundamental. Las determinaciones de todos ellos siempre debe hacerse por duplicado, si el sujeto hizo realmente un esfuerzo máximo, los trazos son siempre iguales entre sí y el sujeto se encuentra cansado.

#### FACTORES NORMALES QUE MODIFICAN LA CAPACIDAD RESPIRATORIA MAXIMA

La frecuencia respiratoria varía de 70 a 100 X<sup>1</sup> y el volumen circulante aumenta de 50 a 70% de la capacidad vital.

La resistencia de las vías aéreas aumenta proporcionalmente a la velocidad de la corriente aérea y disminuye con el aumento del volumen pulmonar.

La integración de estos factores normalmente se efectúan por la acción del nervio vago.

En sujetos con alteraciones restrictivas habitualmente se disminuye la amplitud y aumenta la frecuencia de los movimientos respiratorios.

La capacidad respiratoria máxima en sujetos normales aumenta proporcionalmente al peso, a la superficie corporal y a la estatura; la mejor correlación se establece con la superficie corporal. Los hombres tienen mayor capacidad respiratoria máxima que las mujeres de igual superficie corporal; con la edad la capacidad respiratoria máxima disminuye. Por eso las tablas de valores teóricos normales generalmente consideran la edad, el sexo y la superficie corporal.

La capacidad respiratoria máxima es mayor en las alturas que a nivel del mar. Así Speth ha encontrado que la velocidad espiratoria e inspiratoria máximas aumentan con la altura. Esto podría estar relacionado con la disminución de la densidad del aire.

La capacidad respiratoria máxima disminuye en sujetos con alteraciones restrictivas se altera poco la capacidad respiratoria máxima

#### CAUSAS QUE PRODUCEN ALTERACIONES MECANICAS RESTRICTIVAS Y OBSTRUCTIVAS

Las alteraciones mecánicas restrictivas puras se presentan en las fibrosis intersticiales, la tuberculosis en fases iniciales, la neumonía, derrames pleurales, las resecciones pulmonares y en general todas las enfermedades que disminuyen la movilidad del tórax sin producir alteraciones bronquiales; siendo las lesiones bronconeumónicas las más severas.

Todos los padecimientos en general producen altera-

ciones mixtas con predominio de unos de los tipos descritos.

Valor diagnóstico de la capacidad vital y de la capacidad respiratoria máxima; cuando la capacidad vital está disminuida siempre se hace el diagnóstico de alteraciones mecánicas restrictivas. Pero para afirmar el diagnóstico es necesario tener más de un indicio de la anormalidad.

Para afirmar que existen alteraciones obstructivas se requiere que exista capacidad respiratoria máxima disminuida.

Los sujetos con alteraciones restrictivas presentan hiperventilación principalmente por aumento de la frecuencia respiratoria; en cambio los sujetos con alteraciones obstructivas tienen baja frecuencia respiratoria y aumento del aire corriente.

#### FUNCION PULMONAR EN ESTADO PATOLOGICO

Las pruebas de función pulmonar permiten descubrir la presencia de un trastorno en la misma y en grado considerable identificar las fracciones perturbadas. En muchos casos tal estudio permitirá comparar la función del paciente con la que se considera normal según estudios de personas de igual edad y sexo.

Debe recordarse que los estudios de función pulmonar se llevan a cabo para descubrir alteraciones que pueden ocurrir en estado patológico y posibles mecanismos de enfermedad.

La alteración de la función pulmonar es variable en el curso de enfermedades fibrosantes o granulomatosas del pulmón. Pequeños granulomas o zonas limitadas de fibrosis

pueden no acompañarse de alteración manifiesta de función pulmonar. Lesiones sólidas o fibrosis pueden ser mucho más extensas sin alterar los resultados de las pruebas de función pulmonar cuando estos procesos patológicos se limitan a un pulmón.

En la fibrosis y en los procesos más difusos puede haber invalidez restrictiva casi totalmente limitada a la ventilación. La capacidad pulmonar total, la capacidad vital y el volumen residual pueden estar disminuidos, con reducción menor de la ventilación voluntaria máxima. Ello puede representar un pulmón "apretado" y pérdida de distensibilidad puede estimular reflejos de estiramiento que con el menor ejercicio provoquen hiperventilación importante.

Las alteraciones funcionales en la tuberculosis pulmonar avanzada son secundarias a infiltración parenquimatosa, pérdida de sustancia pulmonar, fibrosis y enfermedad pleural. Las infiltraciones provocan destrucción de los alveolos y rigidez localizada del pulmón.

La pérdida de sustancia pulmonar por sí misma raramente es grave, debido a la gran reserva de los pulmones. La ventilación normal por minuto es del orden de cinco litros por minuto, y puede aumentar en caso de necesidad hasta 150 litros. Sin embargo, la pérdida puede ser crítica si se acompaña de fibrosis extensa de sustancia pulmonar y la pleura resultante en aumento de rigidez de los pulmones (pérdida de adaptabilidad) y disminución de la rapidez tanto de la inspiración como de la espiración, defecto de la mezcla de gases y enfisema compensados. Las pruebas funcionales pulmonares revelan estos cambios patológicos, así como disminución de la capacidad vital, aumento del espacio muerto, aumento de la proporción entre aire residual y capacidad pulmonar total y disminución de

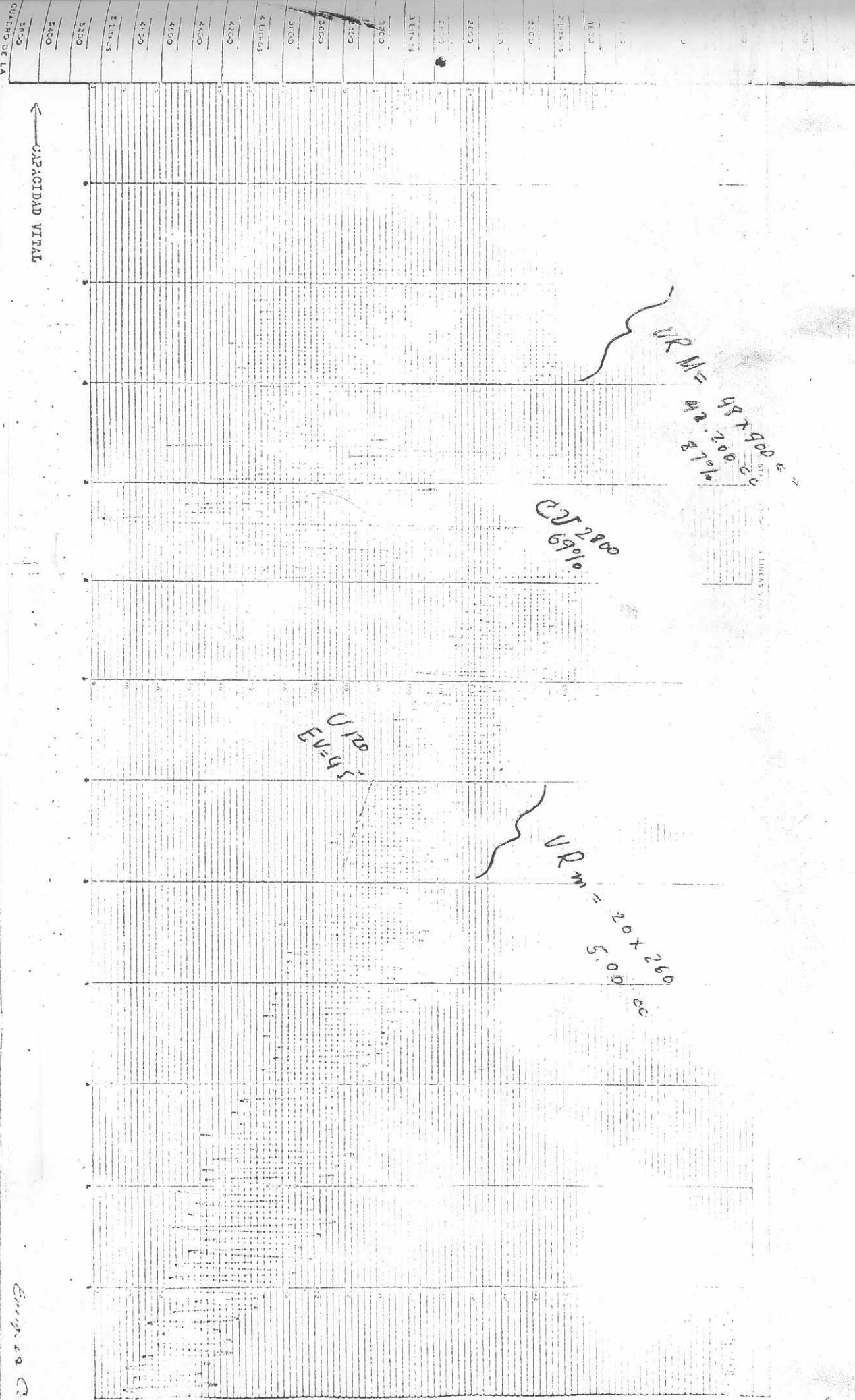
la saturación de oxígeno de la sangre arterial durante el ejercicio.

Aunque el corazón pulmonar es menos frecuente en la tuberculosis que en la bronquitis crónica y el enfisema ocurre en casos de larga duración como consecuencia de destrucción vascular extensa por inflamación y fibrosis, y aumento de corto circuito de sangre desde las arterias bronquiales hacia las venas pulmonares.



COLUMBO DE LA

← CAPACIDAD VITAL

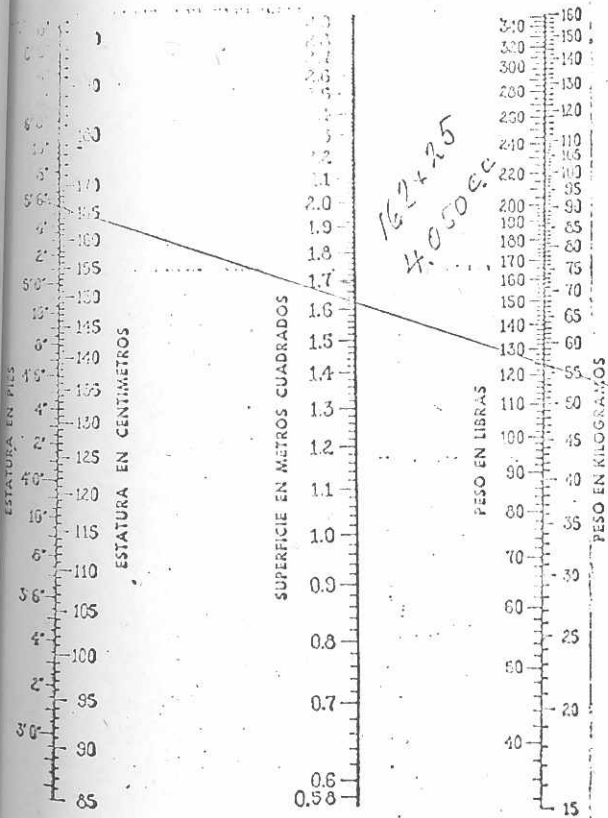


Empresa Robinson

TABLA "A"

GRAFICO DE DUBOIS PARA LA DETERMINACION METABOLICA

(Creada por BOOTHBY y BARKSON, modificada por Benedict y Roth)



INDICACIONES:

Consulte las tablas de cómputos de esta hoja es para determinar el metabolismo Basal de personas de ambos sexos entre 5 y 80 años de edad, de acuerdo con el método DUBOIS modificado por BOOTHBY y BARKSON de la Clínica Mayo.

Para determinar la normal, véase la tabla A, trace una línea que partiendo del peso del paciente, registrado en la columna "PESO EN LIBRAS", se prolongue en la columna "PESO EN KILOGRAMOS" hasta la línea "C". La cifra obtenida en la línea "C" se transferirá a la columna "LÍNEA 02" del cuadro de cómputos. En la tabla "B" y cuando la edad del paciente (relacionada a su cumpleaños más próximo) y su sexo, léanse las calorías por metro cuadrado y por hora. Transfírase a la tabla "B", en el cuadro de cómputos, la cifra obtenida. Multiplíquese III por B y el producto dará el total NORMAL DE CALORÍAS POR HORA, para una persona de esa talla, peso, edad y sexo.

Para determinar la Prueba actual, transfírase la diferencia de altura del periodo de 6 minutos, o sea el consumo de oxígeno (del trazo del limnógrafo, obtenido en el reverso de esta hoja) al espacio "línea 02". En seguida compruebe la temperatura de la campana de oxígeno y la presión barométrica expresada en milímetros. Usando la tabla "C" trace un círculo alrededor de la temperatura y de la presión barométrica; en la intersección de esas dos columnas se encontrará el factor de corrección. Este factor de corrección transfírase a "tabla C" en el espacio de los cómputos. Multiplíquese la cifra de la "línea 02" por la cifra de "tabla C" y el producto dará el total ACTUAL DE CALORÍAS POR HORA.

Así se tiene ya el consumo normal de oxígeno determinado por las tablas y el consumo actual de oxígeno, encontrado por las pruebas, en términos de calorías por hora.

Para encontrar la cifra del METABOLISMO BASAL réstese simplemente el producto menor del mayor (en el cuadro de cómputos) y la diferencia divídase siempre por la normal. Esto dará una fracción decimal, la cual, multiplicada por cien, dará el METABOLISMO BASAL EN POR CIENTO. Para determinar si este metabolismo es más o menos, simplemente obsérvese cuándo la prueba actual es mayor o menor que la normal. Si es mayor, el resultado será MAS, si es menor, el resultado será MENOS.

ESTA HOJA USESE CON EL APARATO DE METABOLISMO DE BENEDICT - ROTH.

TRADUCCION DEL DR. FAUSTO AGUILAR RODRIGUEZ.

1,825

COMENTARIOS Y FECHA

*Benedict* *Sept 11 1931*  
 Observaciones: *Obs. -*  
 Edad: *166* Peso: *124*

U. S. No. *42* RX *11473*

NORMAL	PRUEBA ACTUAL
Tabla B =	Tabla C =
III X B =	Tabla C X C =

Restar la menor de la mayor, dividir la diferencia por la normal.

*La ad. este normal - La C1 de*  
*prueba 67% de normalidad. El C. Y.*  
*este normal - La RR por mayor*  
*huyen.*  
*Razonamiento equitativo normal*

EL METABOLISMO EN TAL ES %

AQUI OTROS DATOS EN METROS TALES COMO

Pulso

Temperatura del cuerpo

Temperatura de la boca

CAJA Avenida Butler 1024

## V. ANALISIS, DISCUSION Y RESULTADOS DE LOS INDICES VOLUMETRICOS

La valoración de la función pulmonar tiene un lugar manifiesto en el estudio preoperatorio, las determinaciones de la invalidez y el tratamiento de los pacientes que sufren insuficiencia respiratoria.

Por ejemplo: Ariza-Mendoza y Woolf han comprobado que la medición de la capacidad vital forzada total puede preveer el desarrollo de una insuficiencia respiratoria en el curso de la cirugía con desviación cardíaca.

En el transcurso del trabajo utilizaremos varios términos que a continuación explicaremos: el término "Capacidad" se utiliza para los volúmenes clínicos, mientras que el término "Volumen", es para las subdivisiones primarias del volumen pulmonar.

También sabemos que el movimiento del aire entrando y saliendo de los alveolos, y la mezcla de los gases en conjunto, reciben el nombre de Ventilación.

Interesa considerar la función pulmonar en dos subdivisiones principales: la ventilatoria y la respiratoria; subdivisión que se basa en las funciones diferentes de determinadas estructuras (por ejemplo, el árbol respiratorio hasta los bronquiolos respiratorios casi es bastante ventilatorio).

Como consecuencia del ritmo de los movimientos respiratorios y la facilidad con la cual es aire que se desplaza puede registrarse gráficamente, la ventilación pulmonar, analizando espirogramas, pueden medirse naturalmente los trazos que permiten medir las bases en las cuales parece dividirse el acto de la respiración con los denominados volúmenes pulmonares.

La fracción pulmonar de la respiración es el paso de los gases a través de la membrana alveolo-capilar hacia el tejido líquido, o sea la sangre. Desde el punto de vista funcional, el árbol vascular pulmonar es mejor considerado como parte del pulmón, y la relación de dichos vasos con el movimiento de los gases es parte de la fracción pulmonar de la respiración. Una vez que los gases han alcanzado de la fracción celular o no celular de la sangre comienza la fase circulatoria de la respiración. Por fin el recambio de gases es un proceso celular.

Nuestro objeto principal, es analizar cada uno de los índices volumétricos y para mejor comprensión, se explicará cada uno de los mismos, definiendo algunos de ellos. Se citará un ejemplo con uno de los pacientes estudiados, para así interpretar los valores obtenidos en los trazos:

Así tenemos que estos son los índices volumétricos en su orden (que se refieren al orden que seguimos en el trabajo, tanto en los datos obtenidos como en las gráficas):

A. Apnea Inspiratoria .....	A.I.
B. Capacidad Vital .....	C.V.
C. Consumo de Oxígeno .....	O <sub>2</sub>
D. Volumen Respiratorio minuto .....	V.R.m.
E. Volumen Respiratorio Máximo .....	V.R.M.
F. Equivalente de Ventilación .....	E.V.
G. Reserva Ventilatoria .....	R.V.

#### A. Apnea Inspiratoria:

Es el tiempo de retención máxima del aire inspirado, que sigue una respiración normal. Para realizarla, se pide al paciente que cierre la boca y se tape la nariz con los dedos índice y pulgar de su mano derecha y que suspenda la respiración después de haber hecho

una inspiración profunda, hasta donde le sea posible; luego anotar el tiempo en segundos que tarda en la misma, EL TIEMPO NORMAL DE ESTA PRUEBA SE CONSIDERA DE 25 SEGUNDOS COMO MINIMO, ABAJO DE ESTE VALOR HAY DEFICIT RESPIRATORIO.

#### B. Capacidad Vital:

Es una medida estática y representa las posibilidades de la mecánica ventilatoria exterior (caja torácica, diafragma, pared abdominal, pleuras).

Sabemos que varía de acuerdo con la edad, sexo, talla, superficie corporal y posición, siendo mayor en la sentada que en la de pie y decúbito, por razón de los cambios aportados por posición del volumen sanguíneo intra pulmonar y a la dinámica del fuelle toracodiafragmático.

Para juzgar la importancia de las modificaciones patológicas, es indispensable comparar el valor teórico calculado para el paciente al calcular la capacidad vital teórica calculado para el paciente al calcular la capacidad vital teórica en el hombre, tomamos su peso y talla para luego determinar su superficie corporal en metros cuadrados: el peso en libras o Kg. y la talla en centímetros. Se multiplica la superficie corporal encontrada por la constante 25 y el resultado será la capacidad vital teórica. Lo mismo ocurre en la mujer, sólo que la constante será 20. Ejemplo:

Paciente de 50 años con peso de 153 libras y talla de 1.72 cms. Su superficie corporal corresponde a 1.72 M<sup>2</sup>. Ya encontrado este valor, lo multiplicamos por la constante 25 (ver la gráfica donde se explica la superficie



corporal) y nos dará relacionando valores.

Sexo: Masculino.

Edad: 50 años.

Peso: 152 Lbs.

Talla: 1.72 cms.

Superficie corporal: 1.72 M<sup>2</sup>

Constante: 25

C.V. Teórica: 4300 c.c. valor que resulta de multiplicar: 1.72 x 25 = 43000 c.c.

La Capacidad Vital Teórica (C.V.T.) será entonces 4300 c.c.

El mismo ejemplo se puede aplicar en el sexo femenino, cambiando la constante a 20 así:

Superficie Corporal x 20 = C.V.T en la mujer.

El valor encontrado de la capacidad vital teórica servirá para relacionarlo con la capacidad vital real (CVR) que es la encontrada en cada caso en el trazo que se marca en el papel del espirómetro.

En el ejemplo tomado del mismo paciente, su CVR fue de 3000 c.c. Ya con este valor aplicamos la siguiente fórmula:

$$\frac{CVR \times 100}{CVT} = \% C.V.$$

en donde C V R quiere decir CAPACIDAD VITAL REAL y C V T, CAPACIDAD VITAL TEORICA.

Aplicando la fórmula en nuestro paciente, tenemos que

CVR: 3000 c.c.

CVT: 4300 c.c.

%CV: ? es el resultado que queremos encontrar en % aplicando la fórmula.

Operando y sustituyendo valores de la fórmula:

$$\frac{CVR \times 100}{CVT} = \frac{3000 \text{ c.c.} \times 100}{4300} = \frac{300000}{43} = \frac{3000}{43} = 70\%$$

Es decir, del 100 % de la capacidad vital teórica de nuestro paciente le corresponde el 70 % con una diferencia del 30 %. Para interpretar el resultado, tomamos como NORMAL arriba del 50 % como mínimo. El resultado en el ejemplo fue 70 % que está dentro de límites normales.

El procedimiento aplicado en el sexo masculino se hace en el femenino, recordando que únicamente cambia la constante en 20.

En resumen, nuestro ejemplo siguió los siguientes pasos:

1. Superficie corporal x 25 = CVT

2.  $\frac{CVR \times 100}{CVT} = \% CV$

### C. Consumo de Oxígeno:

Con el método de la espirometría, por simple lectura de la ascensión de la curva se puede medir la cantidad de oxígeno consumido en un minuto. La misma se efectúa trazando una línea oblicua, entre la primera y la última respiración del minuto. Encontrado el valor es fácil compararlo con los otros valores (índices volumétricos).

La medida del consumo de oxígeno en reposo puede

realizarse durante 3 minutos con el paciente en reposo. EL VALOR NORMAL ES MAS O MENOS 300 c.c.

Así también el consumo de oxígeno es proporcional al esfuerzo, es decir, a mayor esfuerzo mayor consumo de oxígeno.

Para calcular el consumo de oxígeno, se mide el ascenso de la curva (se busca la curva más uniforme) en un minuto.

El consumo de oxígeno está disminuido cuando hay lesiones parenquimatosas, y aún más si son mayores las lesiones. Por ejemplo, en un pulmón con caverna gigante, la ventilación puede ser normal, mientras que el consumo de oxígeno, a veces alcanza sólo un 75 por ciento.

En el paciente que tomamos como ejemplo, el consumo de oxígeno fue de 92 c.c., es decir que el valor es bajo, ya que EL VALOR NORMAL CONSIDERADO ES DE 3,000 c.c.

#### D. Volumen Respiratorio minuto V.R.m.:

El V.R.m. es una medida dinámica de la función respiratoria pulmonar. Es el producto del aire corriente por la frecuencia respiratoria, que suele referir a un minuto.

El valor medio de 5,000 a 1,200 c.c.

El V.R.m. durante el reposo puede compararse con la necesidad ventilatoria durante el ejercicio y la capacidad respiratoria máxima. También si se determina con todo cuidado la ventilación por minuto en reposo, el dato tiene utilidad en relación tanto con la magnitud como con la ventilación voluntaria máxima.

Si en un minuto se hacen 7 respiraciones de 500 c.c. el V.R.m. será de 7,000 c.c. = 7 litros, o sea:

$$500 \text{ c.c.} \times 14 = 7,000 \text{ c.c.} = 7 \text{ litros.}$$

Aplicando este ejemplo en el gráfico, se encuentran 7 picos que se multiplican por 2 y se mide el volumen en c.c. que reporta el gráfico. Así el número de picos fue 7, al multiplicarlos por 2 da 14 y este resultado lo multiplicamos por 500 c.c. que es el volumen encontrado.

#### RESUMEN:

$$\begin{aligned} 7 \times 2 \times \text{volumen encontrado en c.c.} \\ 7 \times 2 \times 500 \text{ c.c.} = 7,000 \text{ c.c.} = 7 \text{ litros.} \end{aligned}$$

#### E. Volumen Respiratorio Máximo V.R.M.:

Es la cantidad de aire que penetra en los pulmones cada minuto mientras el paciente respira con la amplitud y frecuencia máxima de que es capaz.

Como es fatigosa para el paciente se puede determinar únicamente durante medio minuto como mínimo, pero normalmente se hace durante un minuto.

Esta polipnea artificial representa las posibilidades máximas del fuelle toracopulmonar.

#### Ejemplo:

El paciente durante la prueba logró 25 respiraciones (25 picos) en el gráfico; entonces multiplicamos por 2 y medimos el volumen expresado también en el gráfico que fue de 800 c.c.

Relacionando valores tenemos:

$$\begin{aligned} 25 \text{ respiraciones por } 2 \text{ por volumen de } 800 \text{ c.c.} = \\ 25 \times 2 \times 800 \text{ c.c.} = 50 \times 800 \text{ c.c.} = 40,000 \text{ c.c.} \\ = 40 \text{ litros.} \end{aligned}$$

De donde la fórmula es:

$$V.R.M. = \text{No. de respiraciones} \times 2 \times \text{el volumen encontrado.}$$

F. Equivalente de Ventilación E.V.:

Es una expresión que relaciona la absorción de oxígeno con la ventilación. Se utiliza para indicar el número de litros de aire que hay que ventilar para consumir 100 c.c. de oxígeno, dicho de otra manera: es la cantidad de aire expresada en litros, que los pulmones deben movilizar para consumir 100 c.c. de oxígeno, durante un minuto. Se encuentra por medio de la espirometría, relacionando el consumo de oxígeno durante un minuto al volumen respiratorio y a 100.

Ejemplo:

Una persona para consumir 300 c.c. de oxígeno en un minuto, ventila 8 litros de aire; para consumir 100 c.c. de oxígeno, ¿cuánto ventilará? Planteando la proporción tendremos:

$$\begin{array}{r} 300 \text{ c.c.} \text{ ————— } 8 \text{ Lts.} \\ 100 \text{ c.c.} \text{ ————— } X \end{array} = \frac{8 \times 100}{300} = 2.66$$

Es decir que esa persona, para consumir 100 c.c. de oxígeno necesita ventilar 2.66 lts. de aire por minuto. Su equivalente de Ventilación E.V. es de 2.66 Lts.

Lógicamente, mientras ese equivalente es mayor, la función respiratoria estará más comprometida y viceversa.

Si recordamos que el valor de V.R.m. fue de 7,000 c.c. y el consumo de oxígeno es de 92 c.c. según en ejemplos anteriores y aplicando la siguiente fórmula tenemos que:

$$EV = \frac{VR_m}{O_2 \times 10} \quad \text{sustituyendo:}$$

$$EV = \frac{7000 \text{ c.c.}}{92 \times 10} = \frac{700 \cancel{0} \text{ c.c.}}{92 \cancel{0}} = \frac{700}{92} = 7.60$$

Aproximadamente es igual a: 8 Lts.

Es decir que el EV está aumentado, lo normal es de 5 Lts.

G. Reservas Ventilatorias o Reserva Respiratoria:

Es la diferencia entre el V RM y VRm expresado en %

$$RV = \frac{VRM - VR_m \times 100}{VRM}$$

Ejemplo:

El VRM de un paciente de 50 años es 46,200 c.c. y el VRm de 7,600 c.c.; aplicando la fórmula y sustituyendo valores tenemos que:

$$RV = \frac{(VRM - VR_m) \times 100}{VRM} = \frac{46200 \text{ c.c.} - 7600 \text{ c.c.}}{46200}$$

$$\times 100 = \frac{(38600) 100}{46200} = \frac{3860000}{46200} = 83 \%$$

$$RV = 83 \%$$

Para interpretar la respuesta de RV de 83 % nos vamos de la siguiente tabla para clasificar el resultado obtenido:

A.	50 - 60 %	RV	Baja
B.	60 - 70 %	RV	Regular
C.	70 - 80 %	RV	Buena
D.	80 % y más	RV	Muy buena

El valor obtenido para el ejemplo citado es considerado como RV muy buena, al comparar con la tabla.

Después de haber enumerado cada uno de los índices volumétricos con algunos ejemplos; ahora para aclarar en mejor forma, analicemos otra vez las fórmulas y apliquémoslas a unos de los casos estudiados:

Paciente: Emilio López de 51 años de edad con peso de 124 lbs., talla de 1.66 cms. con AI de 42 segs.

¿Qué orden vamos a seguir teniendo estos datos y los encontrados en el espirómetro?

PRIMERO: relacionaremos el sexo, la talla y peso para conocer el valor de la superficie corporal y luego la CVT. Para ello utilizamos la tabla "A" adjunta y observamos que el valor de la superficie corporal es de 1.62, para (sí ganse instrucciones de tabla "A") la talla de 1.66 cms. y peso de 124 lbs.

Aplicando la fórmula:

1. Superficie corporal x 25 = CVT en el hombre.
2. Superficie corporal x 20 = CVT en la mujer.

para nuestro caso utilizamos la fórmula (1) y sustituyendo tenemos:  $CVT = 1.62 \times 25 = 4050$  c.c.

SEGUNDO: medimos la CVR encontrada y el gráfico de-

muestra 2800 c.c. para ello en una hoja cualquiera marcamos el trazo de la CV y la transferimos al cuadro de la capacidad vital que nos marca 2800 c.c. Nuestro paso siguiente, ya teniendo los valores de la CVT = 4050 c.c. y la CVR = 2800 c.c. aplicamos la siguiente fórmula, que nos dice que el 100 % es para la CVT y nos da el % de la CVR encontrada. Así:

$$\% \text{ CVR} = \frac{\text{CVR} \times 100}{\text{CVT}} \quad \text{sustituyendo:}$$

$$\frac{2800 \text{ c.c.} \times 100}{4050} = \frac{280000 \text{ c.c.}}{4050} = 69\%$$

CV normal arriba del 50 %.

TERCERO: buscamos en nuestro gráfico el trazo uniforme por encontrar el VRm y equivalente de ventilación.

PARA EL VOLUMEN RESPIRATORIO MINUTO: observamos que hay 10 "picos" que corresponden a cada uno a un ciclo respiratorio. Luego medimos el volumen dado por el trazo sabiendo que cada espacio tiene un valor de... 20 c.c., apliquemos la fórmula:

$$VRm = \text{No. de FR} \times 2 \times \text{volumen encontrado.}$$

$$VRm = 10 \times 20 \times 260 \text{ c.c.}$$

$$VRm = 20 \times 260 \text{ c.c.}$$

$$VRm = 5200 \text{ c.c.}$$

Para el consumo de oxígeno: trazamos una línea oblicua ascendente como está indicado en el trazo, luego medimos el volumen encontrado, recordando que cada espacio es de 20 c.c., nuestro ejemplo en el gráfico marca 6 espacios de 20 c.c., entonces sólo multiplicamos 6 x 20 c.c. y obtenemos 120 c.c. que corresponde al consumo de



oxígeno en un minuto. Ya con estos valores obtenidos, es fácil encontrar el equivalente de Ventilación.

### Equivalente de Ventilación:

Sabemos que:

$$VR_m = 5200 \text{ c.c.}$$

$$\text{Consumo de oxígeno} = 120 \text{ c.c.}$$

El equivalente de Ventilación se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$EV = \frac{VR_m}{0.2 \times 10} \quad \text{sustituyendo:}$$

$$EV = \frac{5200 \text{ c.c.}}{120 \text{ c.c.} \times 10} = \frac{5200 \text{ c.c.}}{1200 \text{ c.c.}}$$

$$EV = 4 \text{ Lts.}$$

$$EV \text{ normal} = 3 \text{ Lts.}$$

**CUARTO:** analizando el gráfico buscamos el valor del  $VR_m$  en un minuto, para ello contamos el número de picos (cada pico representa un ciclo respiratorio) que en el gráfico, de 24. Medimos el volumen encontrado, contando el número de espacios de arriba abajo y viceversa y nos da 900 c.c. (ya sabemos que cada espacio equivale a 20 c.c. y cada 5 espacios de 20 equivalen a 100 c.c., el ejemplo trazado en el gráfico demuestra 9 espacios de 100 c.c. que multiplicar  $9 \times 100$  nos da 900 c.c.). En resumen nuestro valor de  $VR_m$  es:

$$VR_m = 43200$$

$$VR_m = 5200$$

Cuál será el valor de RV? Aplicada la siguiente fórmula y sustituyendo obtendremos el % de RV así:

$$RV = \frac{VR_m - VR_m \times 100}{VR_m} \quad \text{sustituyendo:}$$

$$RV = \frac{(43200 - 5200) 100}{43200} = \frac{3800000}{43200}$$

$$RV = 87 \%$$

Comprobándolo con la tabla mencionada la RV son muy buenas por estar arriba del 80 %.

Recordando la tabla:

50 - 60 %	RV baja
60 - 70 %	RV regular
70 - 80 %	RV buena
80 - o más	RV muy buena.

Con los valores encontrados podemos dar el informe de examen funcional global del aparato respiratorio del paciente estudiado.

Este es un ejemplo de cómo informar el caso que hemos analizado paso a paso.

## SERVICIO DE ESPIROMETRIA

### EXAMEN FUNCIONAL GLOBAL AL APARATO RESPIRATORIO

FECHA: 11-IX-73 INFORME: No. 1,825

SALA: 4a. Med. H CAMA: 28 No. RAYOS X: 11473

ENFERMO: Coopera.

NOMBRE: Emilio López.

EDAD: 51 años. PESO: 124 Lbs. TALLA: 1.66 cms.

APNEA RESPIRATORIA AI: 42 segundos.

CAPACIDAD VITAL C.V.: 2,800 c.c.

CONSUMO DE OXIGENO O<sub>2</sub>: 120 c.c.

VOLUMEN RESPIRATORIO MINUTO VR<sub>m.</sub>: 5,200 c.c.

VOLUMEN RESPIRATORIO MAXIMO VR<sub>M</sub>: 43,200 c.c.

EQUIVALENTE DE VENTILACION EV: 4 Lts.

RESERVA VENTILATORIA RV: 87 %

INFORME: La AI es normal, la CV representa el 69% de la teórica, el EV está normal. Las RV son muy buenas.

RESUMEN: Función Respiratoria Normal.

Los siguientes cuadros corresponden a los valores encontrados en cada uno de los índices. El primer cuadro corresponde al sexo masculino y el segundo al femenino.

CUADRO No. 1

### EDAD EN SEXO MASCULINO Y FEMENINO.

#### CLASIFICACION POR DECADAS

EDAD	No. CASOS	%	EDAD	No. CASOS	%
50-55	22	40.00	50-55	19	76
56-60	24	43.63	56-60	3	12
61-65	5	9.09	61-65	1	4
66-70	2	3.64	66-70	2	8
71-75	1	1.82			
76-80	0	0			
81 y más	1	1.82			

Con este cuadro de valores y la gráfica No. 1, se relaciona el número de caso por edad y sexo. En la gráfica el eje de la abscisa corresponde a la edad en años y en el eje de las ordenadas el número de casos.

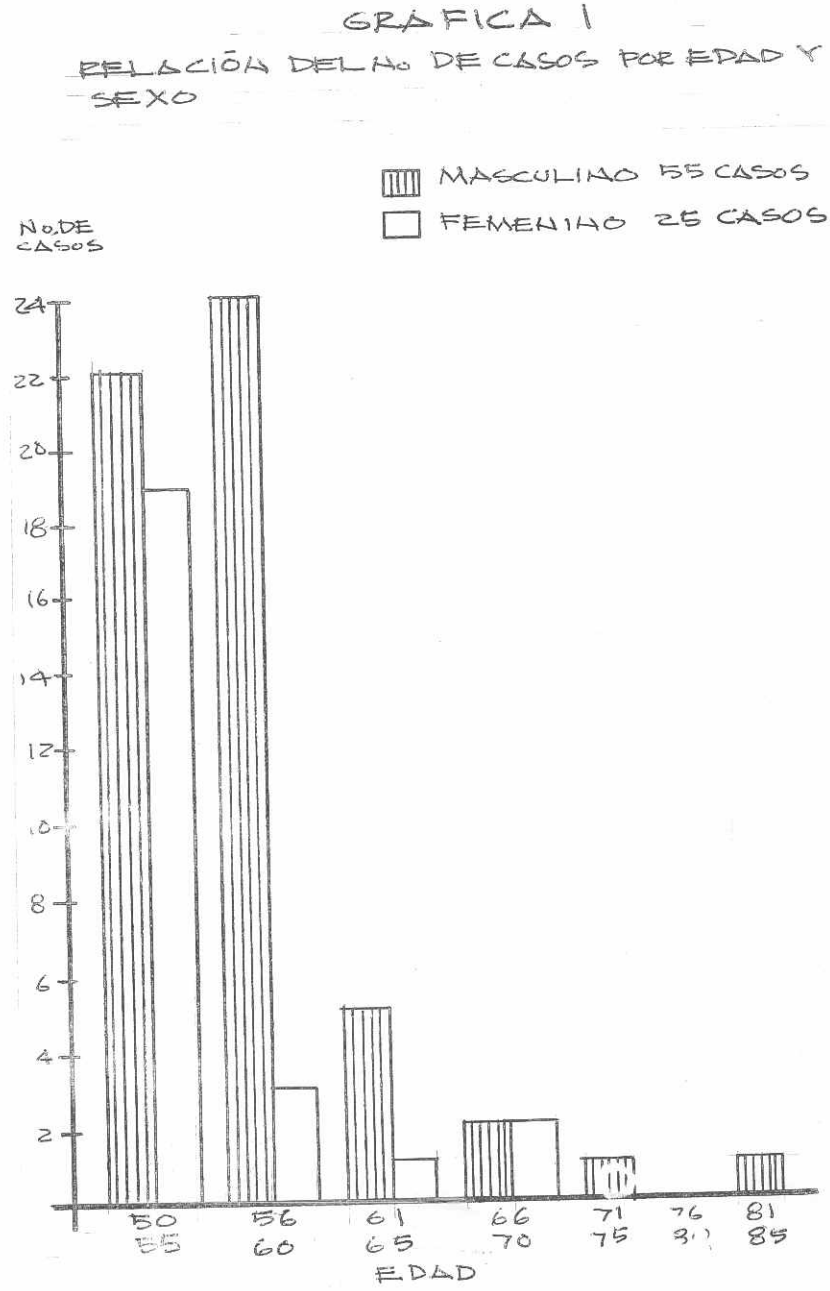
Se observa que la edad en ambos sexos está comprendida entre los 50 y 55 años de edad.

CUADRO No. 2  
PESO EN SEXO FEMENINO Y MASCULINO.

CLASIFICACION POR DECADAS

PESO	No. CASOS	%	PESO	No. CASOS	%
80- 90	2	3.64	80- 90	5	20
91-100	10	18.18	91-100	3	12
101-110	14	25.45	101-110	4	16
111-120	9	16.36	111-120	8	32
121-130	12	21.83	121-130	1	4
131-140	5	9.09	131-140	2	8
141-150	1	1.82	141-150	0	0
151-160	2	3.64	151-160	1	4
161-170	0	0	161-170	1	4

El cuadro No. 2 y la gráfica No. 2 relacionan en número de casos con peso y sexo. En el eje de las abscisas peso en libras y en el eje de las ordenadas el número de casos. Se observa que el peso en ambos sexos está comprendido entre 100 y 120 libras; lo que demuestra que tanto los pacientes de sexo masculino, como el femenino presentaron un peso más o menos estandarizado.



CUADRO No. 3

TALLA EN SEXO MASCULINO Y FEMENINO.  
CLASIFICACION EN INTERVALOS DE CINCO.

TALLA	No. CASOS	%	TALLA	No. CASOS	%
135-140	0	0	135-140	1	4
141-145	0	0	141-145	5	20
146-150	2	3.64	146-150	6	24
151-155	7	12.73	151-155	6	24
156-160	14	25.45	156-160	3	12
161-165	20	36.36	161-165	3	12
166-170	7	12.73	166-170	1	4
171-175	5	9.09	171-175	0	0

El cuadro No. 3 y la gráfica No. 3 relacionan con los valores expresados, el número de casos con talla y sexo. En el eje de las abscisas la talla en cms. y en el eje de las ordenadas el No. de casos. Se observa que la talla en el sexo masculino es mayor que en el sexo femenino. Al relacionarlo con el peso nos damos cuenta que los valores obtenidos, comparándolos con la talla, son índices invariables.



CUADRO No. 4

APNEA INSPIRATORIA A.I. EN SEXO MASCULINO Y FEMENINO.

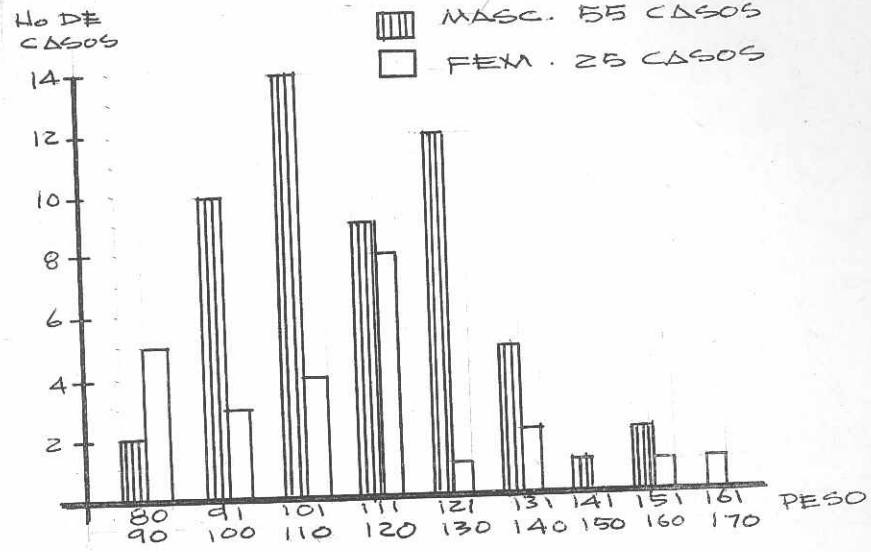
CLASIFICACION POR DECADAS

AI	No. CASOS	%	AI	No. CASOS	%
15-25	11	20.00	15-25	6	24
26-35	21	38.19	26-35	12	48
36-45	15	27.28	36-45	5	20
46-55	3	5.45	46-55	2	8
56-65	3	5.45	56-65	0	0
66-75	2	3.64	66-75	0	0

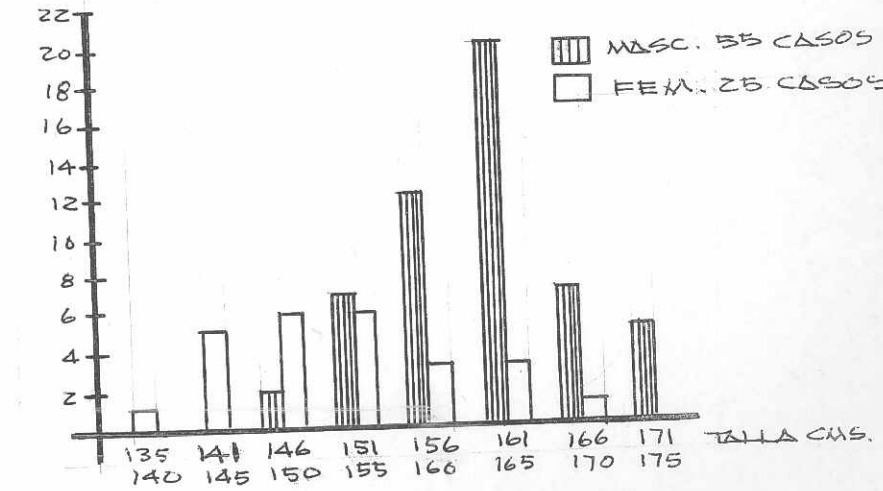
Con el cuadro anterior y la gráfica No. 4, se relaciona el No. de casos con la A.I. y el sexo. En el eje de las abscisas la A.I. en segundos y en el eje de las ordenadas el No. de casos. Se observa que la Apnea Inspiratoria A.I. en ambos sexos está entre valores normales de 35 segundos.

Recordando que el valor mínimo normal es de 25 segundos. La apnea inspiratoria máxima puede considerarse como tiempo normal de 120 segundos. Pasado este tiempo podemos considerar que se entra en la fase de anoxia y anoxemia.

GRAFICA 2  
RELACION DEL NO DE CASOS  
CON PESO Y SEXO



GRAFICA 3  
RELACION DE NO DE CASOS, TALLA  
Y SEXO



CUADRO No. 5

CAPACIDAD VITAL C.V. EN SEXO MASCULINO Y FEMENINO  
CLASIFICACION DE INTERVALOS DE QUINIENTOS.

C.V.	No. CASOS	%	C.V.	No. CASOS	%
1000-1500	9	16.36	1000-1500	8	32
1501-2000	16	29.09	1501-2000	11	44
2001-2500	14	25.45	2001-2500	5	20
2501-3000	14	25.46	2501-3000	0	0
3001-3500	1	1.82	3001-3500	0	0
3501-4000	1	1.82	3501-4000	0	0
4001-4500	0	0	4001-4500	1	4

Con el anterior cuadro y la gráfica No. 5 se relaciona el No. de casos con la capacidad vital real y el sexo. En el eje de las abscisas la CVR en cc. y en el eje de las ordenadas el número de casos.

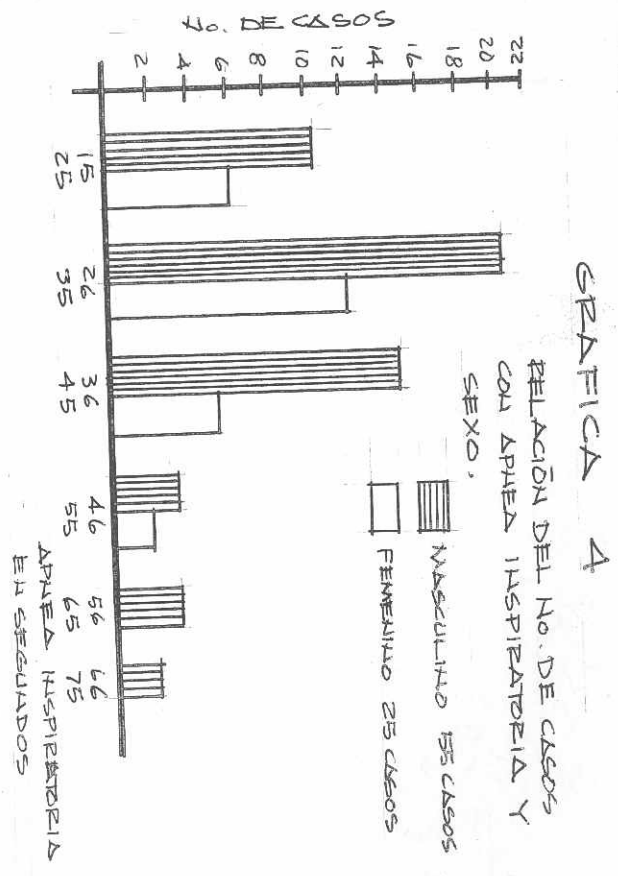
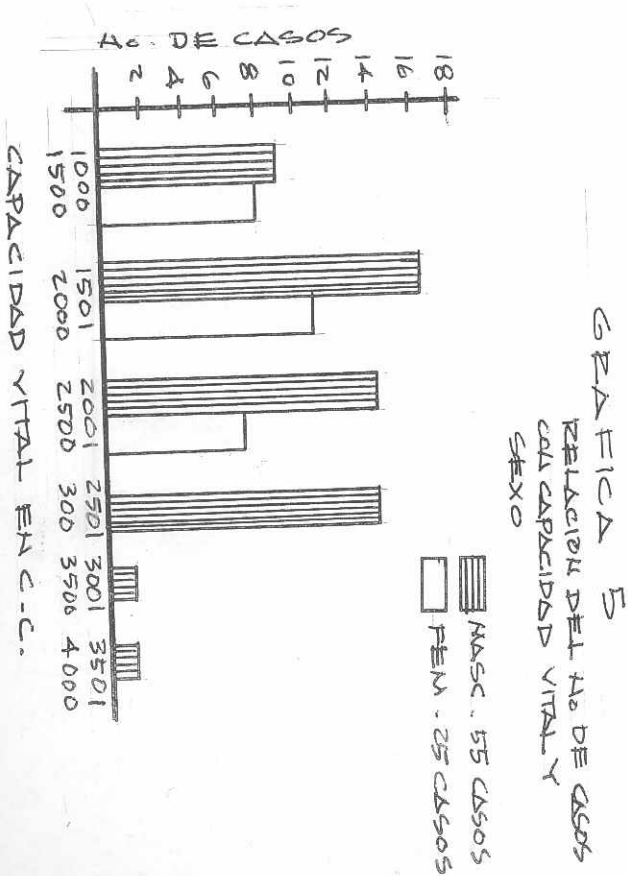
Se observa que la C VR en ambos sexos da valores entre 1 a 2 litros.

CUADRO No. 6

CONSUMO DE OXIGENO EN SEXO MASCULINO Y FEMENINO.  
CLASIFICACION EN INTERVALOS DE CIEN.

OXIGENO	No. CASOS	%	OXIGENO	No. CASOS	%
0-100	4	7.27	0-100	1	4
101-200	36	65.45	101-200	11	44
201-300	11	20.00	201-300	6	24
301-400	2	3.64	301-400	6	4
401-500	1	1.82	401-500	0	0
500 y más	1	1.82	500 y más	0	0

Con el cuadro anterior y la gráfica No. 6, se relaciona el número de casos con el consumo de oxígeno y sexo. En el eje de las abscisas el consumo de oxígeno en c.c. y en el eje de las ordenadas el número de caso. Se observa que el consumo de oxígeno en ambos sexos está entre 101 y 200 c.c. que son valores inferiores a lo normal. Recuérdese que el valor normal oscila más o menos en 300 c.c.



CUADRO No. 7

VOLUMEN RESPIRATORIO MINUTO VR<sub>m</sub> EN SEXO MASCULINO Y FEMENINO  
CLASIFICACION EN INTERVALOS DE DOS MIL

VR <sub>m</sub>	No. CASOS	%	VR <sub>m</sub>	No. CASOS	%
0-2000	0	0.00	0-2000	1	4
2001-4000	0	0.00	2001-4000	1	4
4001-6000	5	9.09	4001-6000	5	20
6001-8000	10	18.18	6001-8000	4	16
8001-10000	13	23.64	8001-10000	3	12
10001-12000	8	14.55	10001-12000	6	24
12001-14000	9	16.36	12001-14000	3	12
14001-16000	4	7.27	14001-16000	2	8
16001 y más	6	10.91	16001 y más	0	0

Con los valores expresados anteriormente en el cuadro y la gráfica No. 7, se relaciona el número de casos con el VR<sub>m</sub> y el sexo. En el eje de las abscisas VR<sub>m</sub> en cc. y en el eje de las ordenadas el número de casos. Se observa que el VR<sub>m</sub> es mayor en la mujer de 10 a 12 litros y en el hombre de 8 a 10 litros.

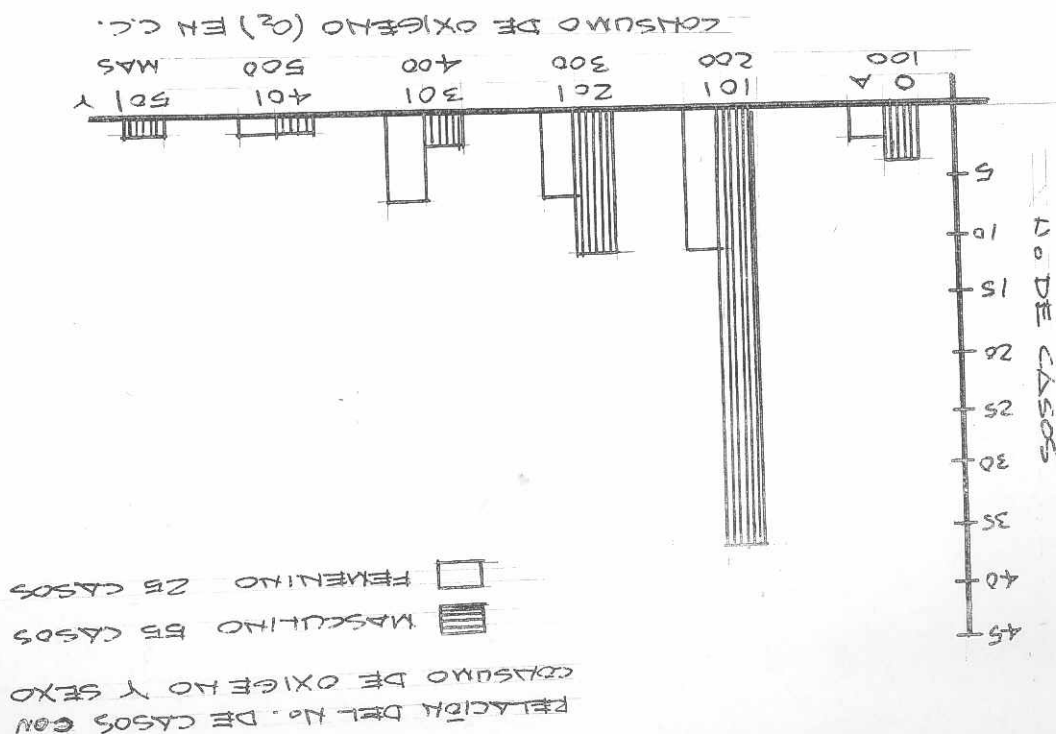


VOLUMEN RESPIRATORIO MAXIMO VRM EN SEXO MASCULINO Y FEMENINO

CLASIFICACION EN INTERVALOS DE DIEZ MIL

VRM	No. CASOS	%	VRM	No. CASOS	%
0-20000	1	1.82	0-20000	1	4
20001-40000	23	41.82	20001-40000	13	52
40001-50000	10	25.45	40001-50000	2	8
50001-60000	10	18.18	50001-60000	1	4
70001 y más	2	3.64	70001 y más	0	0

Los valores obtenidos de la tabla anterior y la gráfica No. 8, relaciona el número con VRM y sexo. En el eje de las abscisas VRM en c.c. y en el eje de las ordenadas el número de casos. Se observa que ambos sexos el VRM da valores entre 30 y 40 litros. Puede considerarse que en ambos sexos hay una disminución sensible, en relación a las cifras que se consideran normales.

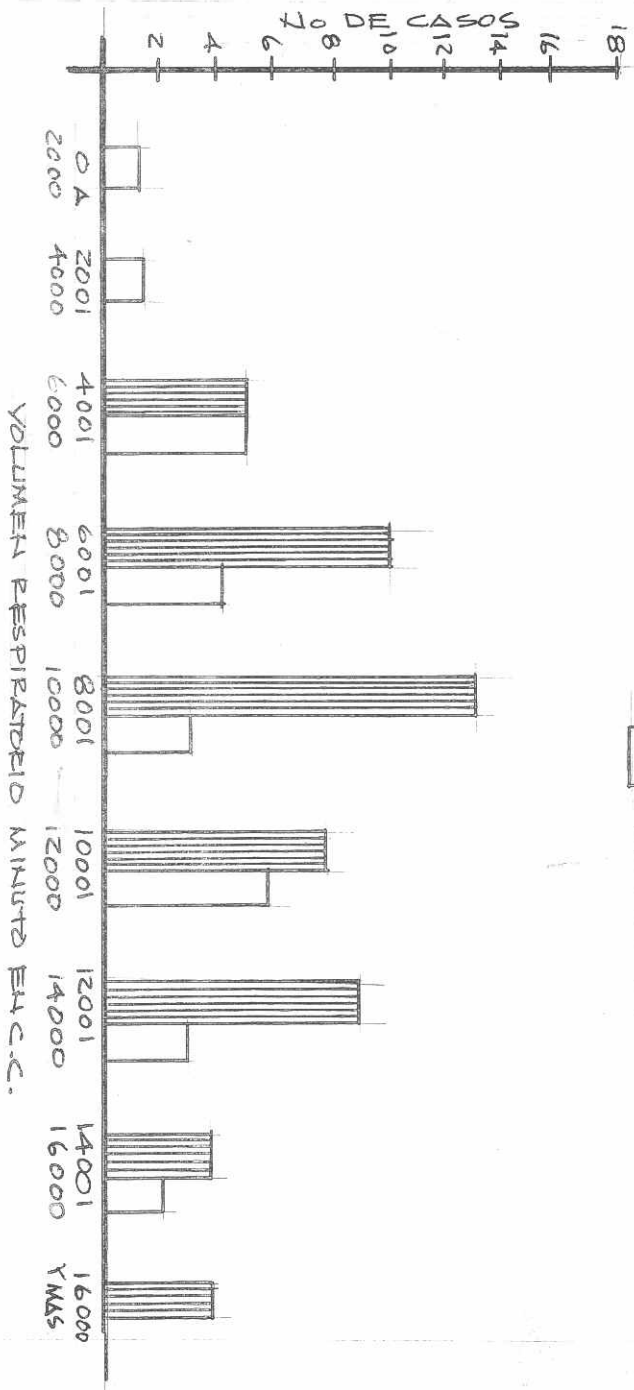


GRAFICA 6

GRAFICA 7

RETARDO DEL N.º DE CASOS CON  
VOLUMEN RESPIRATORIO MINUTO Y

SEXO  
 MASC. 85 CASOS  
 FEM. 26 CASOS



CUADRO No. 9

EQUIVALENTE DE VENTILACION E.V. EN SEXO MASCULINO Y FEMENINO

CLASIFICACION EN INTERVALOS DE TRES

EV	No. CASOS	%	EV	No. CASOS	%
0-3	12	21.82	0-3	9	36
4-6	16	29.09	4-6	10	40
7-9	23	41.82	7-9	4	16
10-12	3	5.45	10-12	2	8
13-14	1	1.82	13-14	0	0

Con los valores obtenidos en el cuadro anterior y la gráfica No. 9, relaciona el número de casos con el EV y sexo. En el eje de las abscisas EV en litros y en el eje de las ordenadas número de casos. Se observa que el EV está aumentado en ambos sexos: en la mujer de 4 a 6 litros y en el hombre de 7 a 9 litros. Recordar que lo normal es de 3 litros.

CUADRO No. 10  
RESERVA VENTILATORIA R. V. EN SEXO MASCULINO  
Y FEMENINO

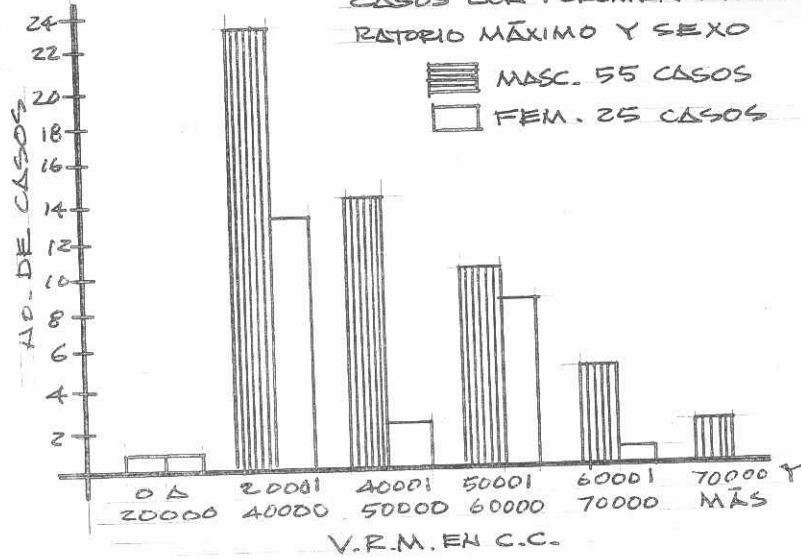
CLASIFICACION EN INTERVALOS DE DIEZ

RV	No. CASOS	%	RV	No. CASOS	%
30-40	1	1.82	30-40	1	4
41-50	2	3.64	41-50	0	0
51-60	7	12.73	51-60	2	8
61-70	10	18.18	61-70	3	12
71-80	13	23.63	71-80	13	52
81 y más	22	40.00	81 y más	6	24

Con los valores obtenidos en las tablas anteriores y según el cuadro y la gráfica No. 10, se relaciona el número de casos con R V y sexo. En el eje de las abscisas el % de RV y en el eje de las ordenadas el No. de casos. Se observa que en el hombre el % de RV da valores de 81 y más, que representa RV muy buenas; en la mujer da valores entre 71 y 80 que representa RV buenas.

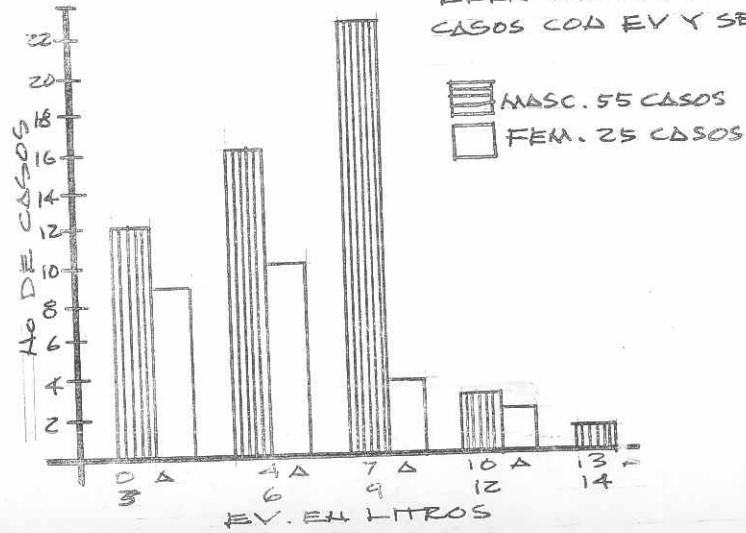
GRAFICA 8

RELACION DEL NUMERO DE CASOS CON VOLUMEN REBPI-  
RATORIO MÁXIMO Y SEXO



GRAFICA 9

RELACION DEL NO DE CASOS CON EV Y SEXO



## CUADRO No. 11

CAPACIDAD VITAL CV EN SEXO MASCULINO Y FEMENINO  
CLASIFICACION EN INTERVALOS DE DIEZ.

CV	No. CASOS	%	CV	No. CASOS	%
30-40	10	18.18	30-40	4	16
41-50	8	14.54	41-50	5	20
51-60	11	20.00	51-60	7	28
61-70	16	29.09	61-70	6	24
71-80	8	14.55	71-80	3	12
81 y más	2	3.64	81 y más	0	0

Con los valores obtenidos en los cuadros anteriores y la gráfica No. 11, relaciona la CVR con la CVT y el sexo. En el eje de las abscisas la CV en % y el eje de las ordenadas el número de casos. Se observa que en ambos sexos el % de CVR da valores mínimos normales, es decir, más del 50 %.

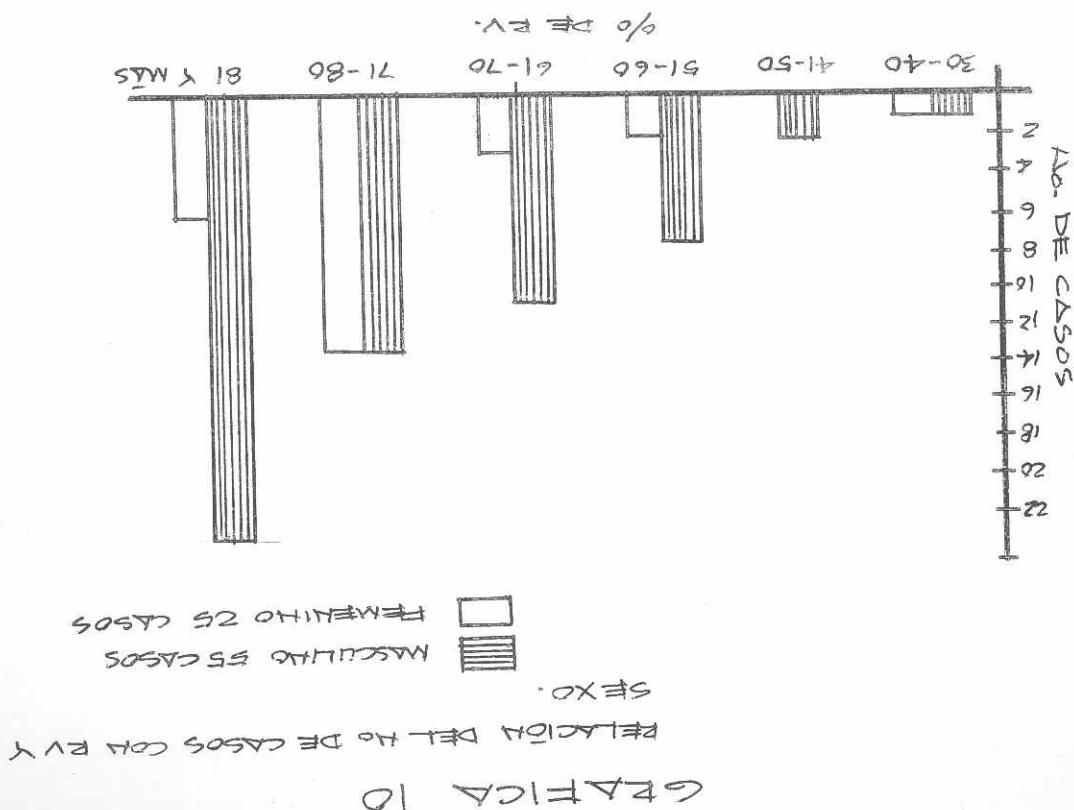


CUADRO No. 12

DIFERENCIA EN % DE CAPACIDAD VITAL TEORICA CVT Y CAPACIDAD VITAL REAL CVR EN SEXO MASCULINO Y FEMENINO, CLASIFICACION EN INTERVALOS DE QUINCE.

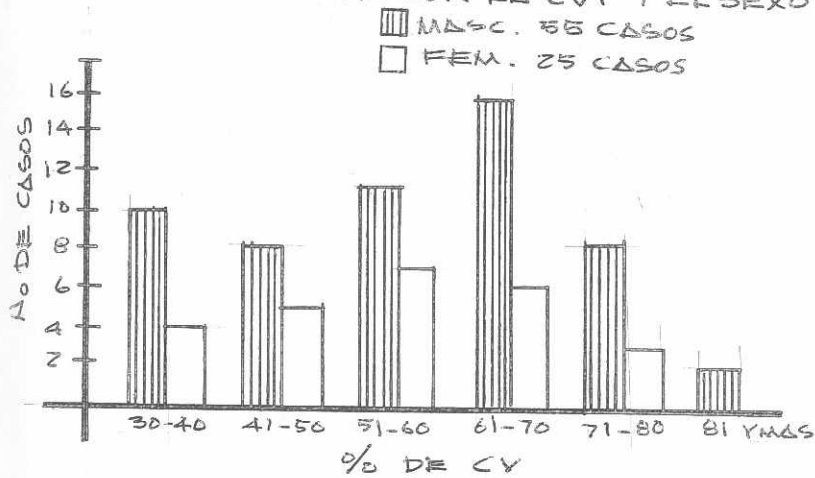
DIFERENCIA	No. CASOS	%	DIFERENCIA	No. CASOS	%
0-15	1	1.82	0-15	0	0
16-30	13	23.64	16-30	3	12
31-45	20	36.36	31-45	12	48
46-60	13	23.64	46-60	8	32
61-75	8	14.54	61-75	2	8

Con los valores obtenidos en las tablas anteriores y la gráfica No. 12, corresponde a la diferencia en % de CVT y CVR, según el sexo y número de casos. En el eje de las abscisas, la diferencia en % de CVT y CVR y en el eje de las ordenadas el número de casos. Se observa que ambos sexos da valores entre 31 a 45% en diferencia del 100% de la... CVT con la CVR.



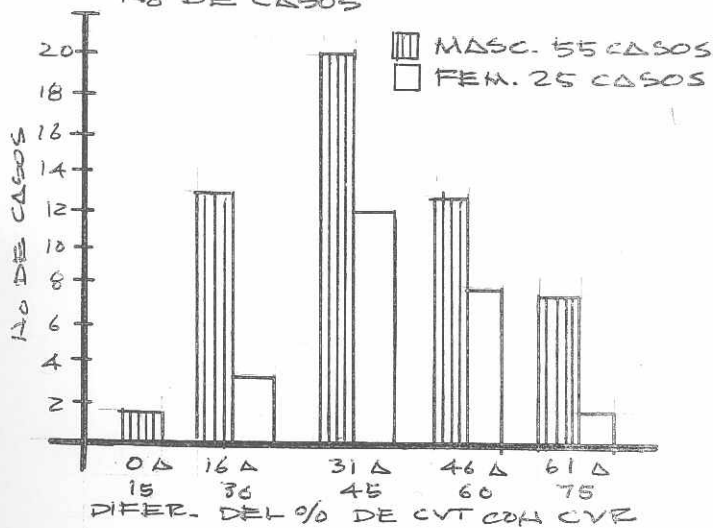
### GRAFICA 11

NO DE CASOS SEGUN LA RELACION DE LA CVR CON LA CVT Y EL SEXO



### GRAFICA 12

DIFFERENCIAS DEL PORCENTAJE DE LA CVT Y CVR SEGUN SEXO Y NO DE CASOS



## SUMARIO Y CONCLUSIONES

Como indicamos en las primeras páginas de este trabajo, como objetivo principal, la función respiratoria en adultos de ambos sexos, mayores de 50 años; nos permitimos, en primer lugar, expresar algunas nociones fisiológicas básicas, tratando de exponerlas en la mejor forma posible para interpretar la exploración funcional de los pulmones a través de la espirometría.

En segundo lugar, se expuso la mecánica, valoración e interpretación de los índices volumétricos, citando ejemplos de cada uno de ellos y aplicando fórmulas ya estudiadas en grupos de pacientes con función respiratoria normal. Al mismo tiempo se trató de adaptar un ejemplo, ilustrando un gráfico con sus trazos respectivos para medir y evaluar los índices mencionados.

En tercer lugar, por separado se anotaron tablas de valores con sus gráficas respectivas, para analizar cada uno de los índices y aprovechar conclusiones de los mismos.

En resumen, se obtuvieron en serie de datos numéricos, con el único fin de difundir los resultados obtenidos en un forma global, y tratar de exhortar a quienes lean este trabajo, dar mayor importancia a la función respiratoria del paciente anciano y en especial sí se decide en él; tratamiento quirúrgico. Actuando al mismo tiempo, que es indispensable, como ya se dijo, valorar los datos obtenidos por todos los métodos que exploran la función respiratoria, según está indicado en cada paciente para emitir un juicio adecuado, diagnóstico, pronóstico y terapéutico.

## RESUMEN

1. El presente trabajo fue efectuado en el departamento de fisiopatología del Sanatorio Antituberculoso "San Vicente", de la ciudad de Guatemala.
2. Se estudió la función respiratoria en adultos de ambos sexos mayores de 50 años basados en los informes obtenidos en el departamento citado en el período comprendido de 1951 a 1973.
3. Se encontraron 80 casos en total, de los cuales 55 fueron para el sexo masculino y 25 para el femenino. Se revisó cada informe y se anotó por separado cada uno de los índices a evaluar.
4. De cada caso se estudió: edad, sexo, talla, peso, superficie corporal, capacidad vital real CVR, capacidad teórica CVT, volumen respiratorio máximo VRM, volumen respiratorio minuto VRm, Apnea inspiratoria AI, consumo de oxígeno CO<sub>2</sub>, equivalentes de ventilación EV, reserva ventilatoria RV y el % de la capacidad vital CV.

Del citado trabajo se obtuvieron las siguientes Conclusiones que se citarán a continuación.

## VI. CONCLUSIONES

1. La edad en el sexo masculino se encontró entre los 56 y 60 años de edad, lo que representa el 43.63 % de los 55 casos y en el sexo femenino entre los 50 y 55 años de edad, lo que representa el 76 % de los 25 casos. La edad en ambos sexos, en su mayoría estaba comprendida entre los 50 y 60 años.
2. El peso en el sexo masculino se encontró entre 101 y 110 libras, lo que representa el 25.45 % de los 55 casos y en el sexo femenino entre las 111 y 120 libras, lo que representa el 32 % de los 25 casos. El peso en ambos sexos estaba entre 100 y 120 libras.
3. La talla en el sexo masculino se encontró entre 1.61 y 1.65 cms., lo que representa el 36 % de los 55 casos y en el sexo femenino entre 1.45 y 1.55 cms. lo que representa el 48 % de los casos. La talla en el sexo masculino es mayor que el sexo femenino.
4. La apnea inspiratoria A.I. en el sexo masculino estaba comprendida entre 26 y 35 segundos, lo que representa el 38.18% de los 55 casos y en el sexo femenino entre 26 y 35 segundos, lo que representa el 48 % de los 25 casos.
5. La capacidad real CVR en el sexo masculino dio valores entre 1501 y 2000 c.c., lo que representa el 29.09 % de los 55 casos y en el sexo femenino dio valores entre 1501 y 2000 c.c., lo que representa el 44 % de los 25 casos. La capacidad vital real CVR en el hombre y la mujer, dio valores entre de 1 a 2 litros; valor que se considera normal en relación a la C.V.T.

6. El consumo del oxígeno en el hombre dio valores entre 101 y 120 c.c., lo que representa el 65.45% de los 55 casos y en el sexo femenino dio como resultado (dio como valores) 101 y 200 c.c., lo que representa el 44% de los 25 casos.

El consumo de oxígeno en ambos sexos dio valores entre 101 y 120 c.c., que corresponden a límites bajos de lo normal que es de 300 c.c., en un minuto.

7. El volumen respiratorio minuto VRm en el sexo masculino dio valores entre 8001 a 10000 c.c., lo que representa el 23.64% de los 55 casos y en el sexo femenino dio valores entre 10001 a 12000 c.c., lo que representa el 24% de los 25 casos.

El volumen respiratorio minuto VRm, fue mayor en el sexo femenino (10 a 12 litros) que en el sexo masculino fue de 8 a 10 litros.

8. El volumen respiratorio máximo VRM en el sexo masculino dio valores entre 20000 y 40000 c.c., lo que representa el 52% de los 25 casos.

El volumen respiratorio máximo VRM en ambos sexos dio valores entre 20 y 40 litros. En ambos sexos el VRM es una cifra que se considera por debajo de lo normal.

9. El equivalente de ventilación EV en el sexo masculino dio valores entre 7 y 9 litros, lo que representa el 41.62% de los 55 casos y en el sexo femenino entre 4 y 6 litros, lo que representa el 40% de los 25 casos. El equivalente de ventilación EV fue mayor en el hombre (7 a 9 litros) y en la mujer, menor (4 a 6 litros). En ambos sexos el equivalente de ventilación EV está aumentando; ya que se considera como normal de 3-5 litros.

10. Las reservas ventilatorias RV en el sexo masculino dio valores arriba del 80% lo que representa el 40% de los 55 casos y en el sexo femenino dio valores entre 71 a 80% lo que representa el 52% de los casos. Los RV son muy buenos en el hombre y la mujer.

11. El porcentaje de la capacidad vital real CVR en el sexo masculino dio valores entre 60 a 70% lo que representa el 29.09 de los 55 casos y en el sexo femenino dio valores entre 51 y 60% lo que representa el 28% de los 25 casos. En ambos sexos esta relación se considera normal; ya que el mínimo aceptable para ambos sexos es del 50%.

12. La diferencia en % de la capacidad vital teórica con la real en sexo masculino dio valores entre 31 y 45%, que representa el 36.36% de los 55 casos y en el sexo femenino dio valores entre 31 y 45%, que representa el 48% de los 25 casos. La diferencia en % de la capacidad vital teórica CVT con la capacidad vital real CVR, en ambos sexos dio valores entre 31 a 45%.



## VII. RECOMENDACIONES

Las pruebas de la función respiratoria son útiles en las siguientes circunstancias:

1. Para evaluar el estudio de la función pulmonar en adultos mayores de 50 años, para hacer el diagnóstico de alteraciones obstructiva o restrictivas, basándose para ello en el estudio de la función pulmonar, tomando en cuenta la clínica y la radiología y la bacteriología.
2. Para establecer el pronóstico con base a las pruebas y a la historia natural de la enfermedad.
3. Para vigilar la evolución del paciente y que sirvan como guía para drogoterapia específica, así como para los distintos procedimientos quirúrgicos en cirugía mayor.
4. Para valor terapéutica; como el uso de esteroides, broncodilatadores, presión positiva intermitente y los procedimientos quirúrgicos.
5. Para valorar la incapacidad pulmonar y estimar la capacidad individual y adaptarse a determinado tipo de trabajo.
6. Para valorar la tolerancia a la cirugía mayor:
  - a) Estimar el riesgo de la toracotomía.
  - b) Conocer cuándo, después de neumonectomía, el pulmón restante es capaz de realizar una función satisfactoria.
  - c) Indicar cirugía electiva basada en defectos funcionales, como en bulas enfisematosas o en los quistes pulmonares.

7. Para valorar la tolerancia al tratamiento quirúrgico:
- Estimar el riesgo de la anestesia y tiempo adecuado en la misma.
  - Conocer como, después de cirugía abdominal, osteosíntesis, enclavijados, etc., los pulmones realizan una función satisfactoria.
  - Indicar cirugía electiva basada en defectos funcionales pulmonares previstos.
8. Por valor psicológico, tanto para el médico como para el paciente: el primero estará más seguro de su terapéutica y la explicación de la sintomatología al conocer mejor la alteración que tiene el enfermo, y el segundo se sentirá más protegido al estar mejor estudiado.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Torres, Gloria Eugenia. Insuficiencia Respiratoria. Editorial Fournier, S.A. México, 20 D. F. - 1967. Cuarta Edición, pp. 6-9, 31-32 y 84-95.
- Sodeman, A. William. Fisiopatología Clínica. Editorial Interamericana, S.A. México, D.F. 1967. Cuarta Edición, pp. 471-476 y 494-519.
- Guyton, Arthur C. Tratado de Fisiología Médica. Editorial Interamericana, S.A. México, D.F. 1971. Cuarta Edición, pp. 488-494.
- Pacheco, R. Carlos. Neumología, Diagnóstico y Tratamiento Quirúrgico. Editorial Fournier, S.A. México, D.F. 1968. Primera Edición, pp. 70-78.
- Surós, J. Semiología Médica y Técnica Exploratoria. Editorial Salvat, S.A. Barcelona, 1972. Quinta Edición, pp. 202-206.
- Jacque Arnaud. "L" Exploration de la Fonction Respiratoire. Masson Et Cie Editours. Francia, Paris, 1947, pp. 120-127.
- Aguilar, R. Fausto. Apuntes de la Función Respiratoria y su Exploración. Buenos Aires, 1948. pp. 57.

(f) Br. Roberto Ricardo Enríquez Contreras

(f) Dr. Fausto Aguilar Rodríguez  
Asesor

(f) Dr. Joaquín Escobar  
Revisor

(f) Dr. Julio de León Méndez  
Director de Fase III

(f) Dr. Mariano Guerrero Rojas  
Secretario General

Vo. Bo.:

(f) Dr. Carlos Armando Soto G.  
Decano.