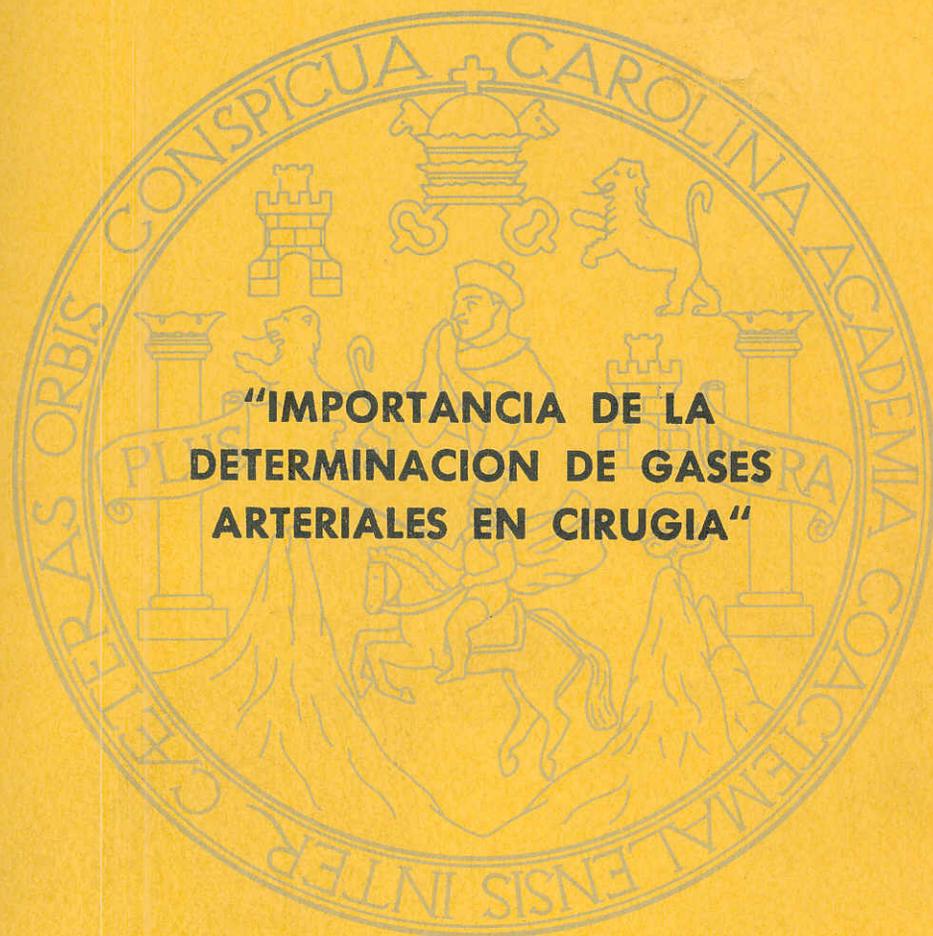


57  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS



**"IMPORTANCIA DE LA  
DETERMINACION DE GASES  
ARTERIALES EN CIRUGIA"**

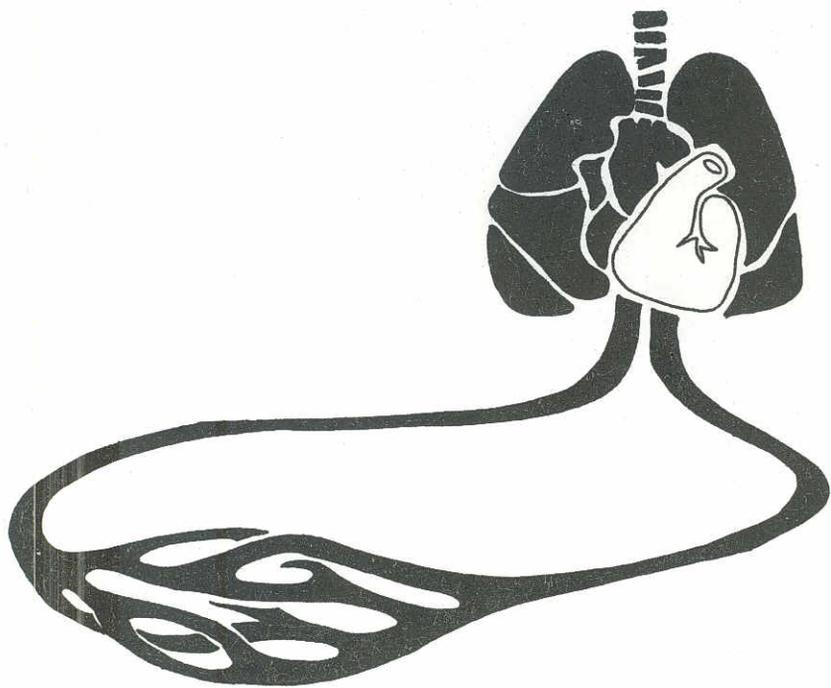
**LIONEL FERNANDO FONCEA KROKER**

GUATEMALA, AGOSTO 1974

## PLAN DE TESIS

- I. *INTRODUCCION*
  - a. *Historia*
  - b. *Fisiología*
- II. *OBJETIVOS*
- III. *MATERIAL Y METODOS*
- IV. *RESULTADOS*
- V. *DISCUSION*
- VI. *CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES*
- VII. *BIBLIOGRAFIA.*

IMPORTANCIA DE LA DETERMINACION  
DE GASES ARTERIALES EN CIRUGIA



- I -  
INTRODUCCION

Antiguamente, muchos clínicos asumían que una presión sanguínea normal era uno de los parámetros principales para mantener la vida de los pacientes. El objetivo en el post operatorio de los pacientes, era el de mantener una presión sistólica por arriba de los 100 mm. de Hg. Actualmente, se da menos importancia a los valores relativos de presión sanguínea y se enfatiza más en los principios básicos de regulación del sistema cardio vascular. Los vasopresores tienen indicaciones precisas y se usan con menos frecuencia de manera empírica. La administración racional de líquidos para expandir el espacio vascular es más frecuentemente usada y la terapia médicamente está dirigida a corregir o soportar componentes específicos del sistema cardio respiratorio.

Con el advenimiento de nuevas pruebas de laboratorio para evaluación de funciones específicas del aparato respiratorio, entramos a una nueva etapa que comprende la determinación de gases sanguíneos como medida de la función respiratoria. Debemos de recordar que estos valores, como los de la presión arterial están sujetos a errores ya sea en la forma en que la muestra es tomada, en el manejo de la muestra, o bien errores propios de los aparatos de laboratorio. Los gases sanguíneos arteriales sólo son válidos en el instante en que se toma la muestra y reflejan el estado de ventilación pulmonar e indirectamente el de perfusión tisular en un momento determinado. Es por esto que la determinación periódica de gases arteriales es una mejor manera de evaluar la función dinámica del aparato respiratorio. Esta medición periódica no fue común hasta medidado de 1960 cuando el auge de la medida de la tensión de oxígeno y la tensión del dióxido de carbono se hicieron más comunes. Sin embargo esto no es posible en todos los centros hospitalarios de Guatemala aún; y en el Hospital Roosevelt se pueden obtener estas medidas durante ciertos períodos de trabajo, y dependiendo de la importancia que se les den y de la familiarización que los médicos tengan con ellos.

En la última década la determinación y monitorización de tensiones parciales de oxígeno, dióxido de carbono y pH en

sangre arterial, al igual que otro tipo de monitorizaje con respecto a los cambios hemodinámicos y bioquímicos, han reducido marcadamente la morbilidad y mortalidad asociada con cirugía mayor. Las alteraciones en la tensión de gases sanguíneos y pH detectan alteraciones fisiológicas más tempranamente que otros métodos diagnósticos, lo que permite la institución de tratamiento inmediato y adecuado de esos trastornos.

En un principio hubo problemas debido a lo complejo de la determinación de los gases sanguíneos, pero con la introducción de sistemas de electrodos, la medición de tensiones sanguíneas se efectúa fácilmente y en un tiempo rápido. Desde la aparición de estos métodos de tecnología se ha reportado numerosas comunicaciones que definen los factores específicos que han ocasionado la alteración en los gases sanguíneos.

Observaciones hechas por los autores Bjork, Maier y Berggren (12) demostraron que la presión parcial de oxígeno en pacientes hospitalizados era frecuentemente menor a los valores normales de una población no hospitalizada, y que estos valores disminuían más durante y después del acto quirúrgico. Cambios en la tensión parcial de oxígeno durante y después de cirugía han provocado gran interés y preocupación de anestesiólogos, fisiólogos y cirujanos. Estas alteraciones pueden deberse a problemas pulmonares, secundarios a problemas en la administración de anestesia o bien problemas de tipo mecánico de la máquina de anestesia. Dichas complicaciones pulmonares continúan siendo una de las causas de mayor morbilidad y mortalidad en pacientes quirúrgicos a pesar de los avances de anestesia, agentes quimioterapéuticos, y técnica quirúrgica.

### Historia

Hace un poco más de un siglo que se iniciaron las mediciones de oxígeno en sangre completa. Los primeros análisis de gases sanguíneos fueron hechos por Gustav Magnus, profesor de física y tecnología de Berlín en 1837. (2, 11) Por medio de una bomba de vacío de mercurio logró analizar sangre arterial y venosa. Encontró más oxígeno en sangre arterial que en sangre venosa. Explicó que el intercambio de gases en el pulmón era por medio de difusión y . . . "parece que el oxígeno inhalado es absorbido en el pulmón por la sangre que lo transporta a todo el

cuerpo, donde es liberado en los capilares asociado con la producción de ácido carbónico . . ." (2)

A partir de entonces, se fueron descubriendo nuevas técnicas para la medición de gases sanguíneos p.e. técnicas de absorción, manométricas, etc.

En 1864 Stokes (2) estima indirectamente los niveles de oxígeno sanguíneo por la diferencia de espectro entre la hemoglobina oxigenada y la hemoglobina reducida. En 1894 Hufner (2) determinó las constantes espectrofotométricas de la hemoglobina permitiendo calcular la capacidad de oxígeno en la sangre sin tener que recurrir a análisis gaseosos. Se desarrollaron instrumentos para la medición constante de la saturación de oxígeno sanguíneo, y es hasta 1949 que aparece el primer oxímetro. (2)

Luego vino el desarrollo de membranas plásticas permeables para oxígeno y dióxido de carbono pero no para agua ni iones; asociado al gran desarrollo de la ingeniería electrónica fue posible la construcción de electrodos por Severinghaus, Bradley y Clark en 1958 (2) con los cuales la medición de la tensión de gases se facilitó.

### Fisiología

La función del aparato respiratorio es la de proveer oxígeno a las células y eliminar el exceso de dióxido de carbono como resultado del metabolismo celular. Para lograr esto, la ventilación pulmonar necesita aumentar la presión parcial del oxígeno en el alveolo por arriba de los valores del oxígeno venoso que fluye a través de los capilares alveolares; ésto permite que se sature de oxígeno la sangre destinada a la nutrición celular. Además necesita disminuir la presión parcial de dióxido de carbono en el alveolo por debajo de los valores del dióxido de carbono venoso y ésto permite eliminar el exceso del mismo.

Debido a que el movimiento de gases entre el alveolo y el capilar se efectúa por diferencia entre sus presiones parciales, a continuación explicaremos qué significa presión parcial de oxígeno ( $PO_2$ ) y presión parcial del dióxido de carbono ( $PCO_2$ ).

**Presiones Parciales:**

A diferencia de los líquidos, los gases se expanden hasta llenar el volumen que ocupan, y el volumen ocupado por un número de moléculas de un tipo de gas a una temperatura y presión determinada es el mismo sin importar la composición del gas. De allí tenemos que la presión ejercida por un tipo de gas en una mezcla de gases (su presión parcial) es igual a la presión total por la fracción de la cantidad total que ese gas representa. (8)

La composición del aire a nivel del mar es:

Oxígeno .....	20.98 o/o = 160 mm. de Hg.
Dióxido de Carbono .....	.04 o/o = 3 mm. de Hg.
Nitrógeno .....	78.06 o/o = 600 mm. de Hg.
Otros .....	.92 o/o
(Incluidos en el Nitrógeno)	
TOTAL ..... 100.00 o/o = 760.3 mm. de Hg.	

La presión barométrica (P<sub>B</sub>) a nivel del mar es de 760 mm. de Hg. (una atmósfera). La presión parcial del oxígeno en aire a nivel del mar es de .21 x 760 = 160 mm. de Hg.; la del nitrógeno y otros gases inertes es de 600 mm. de Hg. y la del dióxido de carbono 0.3 mm. de Hg. El aire insiprado se satura con vapor de agua al pasar por nariz, boca y garganta, y al llegar a la tráquea la presión parcial del vapor de agua es de 47 mm. de Hg. (P<sub>H<sub>2</sub>O</sub>). Por lo tanto, las presiones parciales a nivel del mar para los gases en el aire que llegan al pulmón son:

Oxígeno .....	760-47 x .21 = 149 mm. de Hg.
Dióxido de carbono .....	760-47 x .04 = 3 mm. de Hg.
Nitrógeno (más los otros gases inertes) .....	760-47 x 78.06 = 564 mm. de Hg.

A nivel alveolar se encuentra que el CO<sub>2</sub> ha aumentado como consecuencia del recambio sangre venosa/ alveolo, y esto altera la proporción de los valores de gases en la siguiente manera:

PO <sub>2</sub>	=	104 mm. de Hg.
PCO <sub>2</sub>	=	40 mm. de Hg.
PN <sub>2</sub>	=	569 mm. de Hg.
PH <sub>2</sub> O	=	47 mm. de Hg.

En la sangre arterial hay nueva alteración de estos valores debido a que pequeñas cantidades de oxígeno se difunden a los tejidos. Los valores de los gases arteriales son:

PO <sub>2</sub>	=	90 a 100 mm. de Hg.
PCO <sub>2</sub>	=	35 a 45 mm. de Hg.

El oxígeno es transportado a las células por medio de la hemoglobina, y las células ceden dióxido de carbono a la sangre, el cual es uno de los productos finales del metabolismo celular. Los valores de los gases en sangre venosa son:

PO <sub>2</sub>	=	30 a 40 mm. de Hg.
PCO <sub>2</sub>	=	40 a 50 mm. de Hg.

Estas alteraciones que sufren los gases sanguíneos pueden ser sintetizados en la figura No. 1.

Las moléculas de oxígeno se mueven desde el aire hasta el lugar de su función que es la mitocondria. Para llegar a la célula de oxígeno necesita ser transportado por la hemoglobina, de donde se infiere que no solamente los valores de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) son importantes en el funcionamiento celular, sino que valores normales de hemoglobina son de suma importancia para que el oxígeno llegue a su destino final.

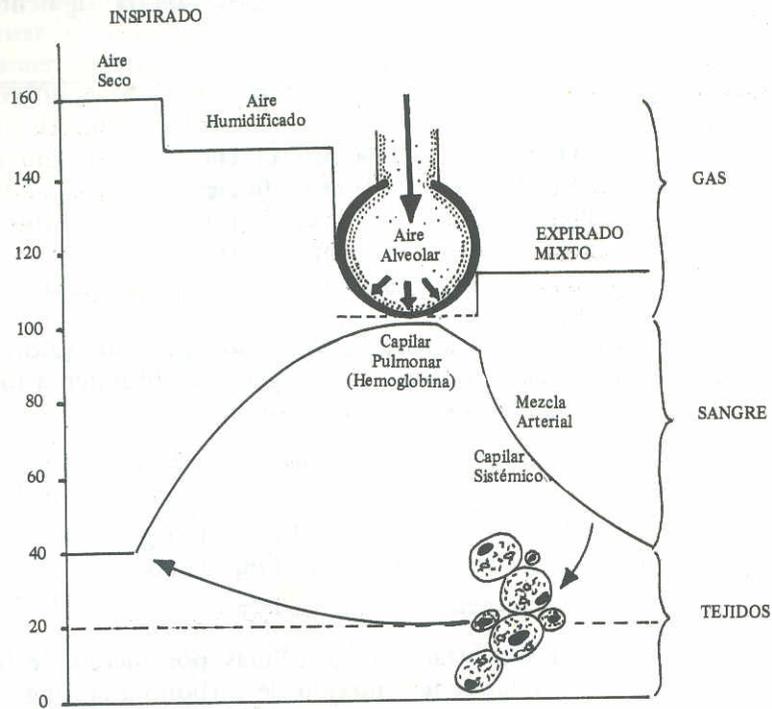


Figura No. 1 - PRESION PARCIAL DE OXIGENO (PO<sub>2</sub>)

## - II - OBJETIVOS

Recientes publicaciones han puntualizado la importancia de la determinación de gases arteriales en el período pre y post operatorio. Varios autores han demostrado hipoxemia arterial en estas condiciones y han descrito diferentes mecanismos responsables de la misma. En nuestro medio no contamos con ninguna experiencia sobre el tema, por lo que el presente trabajo de tesis es el primero que se hace en Guatemala sobre una investigación en sangre arterial de pacientes sometidos a cirugía con el objeto de:

1. Determinar los valores de gases arteriales en pacientes quirúrgicos en el período pre operatorio, post operatorio inmediato y 24 horas después de la intervención quirúrgica.
2. Determinar los cambios de los gases arteriales durante estos períodos.
3. Encontrar una explicación fisiológica de estos cambios.
4. Correlacionar los valores de gases y su alteración con el tipo de intervención quirúrgica.
5. Proponer ciertas medidas en pacientes que tengan alteraciones en los gases arteriales relacionados a cierto tipo de intervención quirúrgica.

## - III - MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 60 pacientes en el Departamento de Cirugía del Hospital Roosevelt de Guatemala, cuyas edades variaron de 17 a 82 años con un promedio de 44.6 años. De estos pacientes, 39 pertenecían al sexo femenino y 21 pacientes masculinos. El

análisis de los gases arteriales (determinación de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) y la presión parcial del dióxido de carbono (PCO<sub>2</sub>), se efectuó en el período pre operatorio, post-operatorio inmediato (en el término de 3 horas después de completada la intervención quirúrgica) y durante el primer día post operatorio. El estudio se llevó a cabo durante el período comprendido del mes de Marzo al mes de Junio de 1974.

Ninguno de los pacientes estudiados presentaba síntomas agudos de enfermedad respiratoria. No fueron incluidos en este estudio pacientes de neurocirugía u ortopedia. También fueron excluido todos aquellos pacientes que recibieron anestesia regional o local y fueron incluidos únicamente aquellos pacientes que recibieron anestesia general. Los anestésicos que se aplicaron a estos pacientes son los comúnmente empleados por el Departamento de Anestesiología del Hospital Roosevelt. Por vía intravenosa, neuroleptoanlgesia más relajante y por vía inhalatoria Halotane y Fluotano más relajante.

Sangre arterial fue obtenida por punción arterial directa usando aguja No. 22 y jeringas de plástico descartables. Tanto la jeringa como la aguja fueron heparinizadas previa punción arterial. Se escogió la jeringa de plástico debido a la facilidad de obtención de las mismas y debido a que estudios exhaustivos no han demostrado que exista diferencia entre la presión parcial de oxígeno de una muestra obtenida con jeringa de plástico o con jeringa de vidrio. (17) Como anticoagulante se empleó heparina sódica ya que no altera el pH de la muestra. (17) La punción arterial se efectuó en la arteria braquial, teniendo la precaución de efectuar la punción con el brazo en hiperextensión y rotación externa. Se tomaron todas las medidas de precaución para evitar el contacto entre la muestra obtenida y el aire del medio ambiente. Con este propósito, al obtener la muestra si se formaban pequeñas burbujas en la jeringa, éstas eran eliminadas; inmediatamente la aguja fue ocluida por medio de un corcho y se colocó la muestra en hielo hasta el momento de ser procesada para evitar el consumo anaeróbico de oxígeno por las células sanguíneas. Se efectuó compresión en el lugar de la punción arterial durante un período de 4 a 5 minutos y no se reportó ningún hematoma en el sitio de la punción. En caso de obtenerse sangre venosa o en la duda de que la muestra obtenida fuera venosa, se efectuó una segunda punción arterial. Para el

análisis de la muestra obtenida se empleo el analizador digital de gases y pH sanguíneo (IL-213) y un regulador de temperatura (IL-329).

#### - IV - RESULTADOS

La tabla No. 1 muestra el diferente tipo de intervenciones quirúrgicas que se practicaron en los pacientes en este estudio. Podemos apreciar que la cirugía fue variada, comprendiendo tórax, parte alta de abdomen, parte baja de abdomen y regiones fuera de las ya mencionadas. El análisis completo de las 60 operaciones es el siguiente. (Ver tablas No. 1).

Como ya fue mencionado a todos estos pacientes se les determinaron presiones parciales de oxígeno (PO<sub>2</sub>) y presión parcial del dióxido de carbono (PCO<sub>2</sub>). Ningún paciente se encontraba en hipoventilación durante el período pre operatorio ya que los valores de la presión parcial del dióxido de carbono (PCO<sub>2</sub>) se encontraron dentro de límites normales (35-45 mm. de Hg.)

La distribución de los valores de presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) en los pacientes estudiados puede ser apreciado en la tabla No. 2.

más de 80 mm. de Hg. = 46 pacientes = 76.6 o/o
60 a 80 mm. de Hg. = 13 pacientes = 21.6 o/o
50 a 60 mm. de Hg. = 1 paciente = 1.6 o/o
menos de 50 mm. de Hg. = 0 pacientes = 0.0 o/o
<b>TOTAL ; ; ; ; = 60 pacientes = 98.8 o/o</b>

Tabla No. 2. PO<sub>2</sub> Inicial.

Observamos que la mayoría de pacientes se encontraba con presión parcial del oxígeno (PO<sub>2</sub>) por arriba de 80 mm. de Hg., y que solamente un paciente presentaba hipoxemia por debajo de 60 mm. de Hg.

En el período post operatorio inmediato, 39 pacientes que no recibieron terapia con oxígeno presentaron una baja en los valores de presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) en comparación con sus valores iniciales. Ver tabla No. 3.

OPERACIONES EFECTUADAS	TIPO DE CIRUGIA
1. Lobectomía derecha .....	TORACICA
2. Pleuroneumectomía izquierda .....	
3. Decorticación pulmonar izquierda .....	
4. Ligadura y sutura de ductus .....	
5. Esófago-gastrectomía, piloroplastia .....	ABDOMINO-TORACICA
6. Esófago-gastrectomía, esplenectomía, .....	
7. Sustitución de esófago por colon .....	ABDOMINAL ALTA
8. Gastrectomía total .....	
9. Antrectomía y vagotomía .....	
10. Colectomía, coledocostomía .....	
11. Colectomía .....	
12. Laparotomía exploradora .....	
13. Nefro-ureterectomía izquierda .....	
14. Colostomía .....	ABDOMINAL BAJA
15. Cierre de Colostomía .....	
16. Resección abdómino perineal .....	
17. Prostatectomía supra retropública .....	
18. Hernia incisional .....	
19. Hernia umbilical .....	
20. Histerectomía abdominal .....	
21. Histerectomía abdominal y linfadenectomía .....	
22. Exploración pélvica .....	
23. Colpoplastia colon sigmoide .....	
24. Resección cisto adenoma gigante del ovario .....	OTROS
25. Apendicectomía .....	
26. Tiroidectomía subtotal .....	
27. Histerectomía vaginal radical .....	
28. Colpotomía y ligadura de trompas .....	
<b>TOTAL .....</b>	<b>60</b>

Tabla No. 1. Clasificación del tipo de cirugía efectuada.

0 a 5 mm. de Hg.	=	8 pacientes
5 a 10 "	=	7 "
10 a 15 "	=	7 "
15 a 20 "	=	9 "
mas de 20 "	=	8 "
<b>TOTAL</b>	<b>=</b>	<b>39 pacientes</b>

Tabla No. 3. PO<sub>2</sub> en post operatorio inmediato.

Es de hacer notar que 24 pacientes presentaron una disminución en la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) de más de 10 mm. de Hg. Diez y nueve de estos 24 pacientes fueron sometidos a cirugía abdominal alta, lo que hace un promedio de 79.1 o /o. En este grupo de pacientes, la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) disminuyó en un promedio de 18.7 mm. de Hg. Dos pacientes que fueron sometidos a cirugía abdominal baja tuvieron un promedio en la disminución de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) de 14.5 mm. de Hg. Pacientes a los cuales se les sometió a cirugía torácica, 1 (4.1 o/o) presentó disminución de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) de 16.5 mm. de Hg. y otro paciente sometido a cirugía abdomino-torácica (4.1 o/o) presentó una disminución de la presión parcial del oxígeno (PO<sub>2</sub>) de 18.7 mm. de Hg. Un paciente sometido a una tiroidectomía presentó una disminución de 31 mm. de Hg. en lo que respecta a la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>).

En el período post operatorio inmediato, 11 pacientes que no recibieron terapia con oxígeno presentaron aumento de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) como se puede apreciar en la tabla No. 4.

0 a 5 mm. de Hg.	=	6 pacientes
5 a 10 "	=	2 "
10 a 15 "	=	2 "
15 a 20 "	=	0 "
más de 20 "	=	1 "
<b>TOTAL</b>	<b>=</b>	<b>11 pacientes</b>

Tabla No. 4. PO<sub>2</sub> en post operatorio inmediato sin oxígeno.

En el período post operatorio inmediato, 3 pacientes que se encontraron recibiendo terapia con oxígeno presentaron disminución de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>). Ver tabla No. 5.

0 a 5 mm. de Hg.	=	0	pacientes
5 a 10 "	=	1	"
10 a 15 "	=	0	"
15 a 20 "	=	1	"
más de 20 "	=	1	"
TOTAL		=	3 pacientes

Tabla No. 5. PO<sub>2</sub> en post operatorio inmediato con oxígeno.

El análisis de estos pacientes demostró que 2 de ellos fueron sometidos a cirugía abdomino-torácica (esófago-gastrectomía) y al otro paciente se le efectuó una sustitución de esófago por colon. La disminución de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) tuvo un promedio de 13.3 mm. de Hg.

El resto de pacientes que recibieron terapia con oxígeno en el período post operatorio inmediato presentaron alza en su presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>). Ver tablas No. 6.

0 a 5 mm. de Hg.	=	0	pacientes
5 a 10 "	=	0	"
10 a 15 "	=	2	"
15 a 20 "	=	0	"
más de 20 "	=	5	"
TOTAL		=	7 pacientes

Tabla No. 6. PO<sub>2</sub> en post operatorio inmediato con oxígeno.

Desafortunadamente no podemos hacer una correlación entre la cantidad de oxígeno inspirado que se encontraban

recibiendo estos pacientes y el alza de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) en la sangre arterial. Estos pacientes habían sido sometidos a cirugía torácica 2, cirugía abdominotorácica 1, cirugía abdominal alta 3, y cirugía abdominal baja 1.

En el primer día post operatorio, 41 pacientes sin terapia de oxígeno presentaron disminución en la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) en la sangre arterial. Ver tabla No. 7

0 a 5 mm. de Hg.	=	10	pacientes
5 a 10 "	=	8	"
10 a 15 "	=	10	"
15 a 20 "	=	4	"
más de 20 "	=	9	"
TOTAL		=	41 pacientes

Tabla No. 7. PO<sub>2</sub> en primer día post operatorio.

De estos 41 pacientes, 23 pacientes presentaron una disminución de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) mayor de 10 mm. de Hg., de los cuales 17 pacientes habían sido sometidos a cirugía abdominal alta (73.9o/o) con un promedio en la disminución de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) de 17.1 mm. de Hg. Cuatro pacientes habían sido sometidos a cirugía abdominal baja (17.3o/o) con un promedio en la disminución de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) de 17.3 mm. de Hg. A un paciente a quien se le practicó cirugía torácica, presentó disminución de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) arterial de 26.5 mm. de Hg. y un paciente sometido a cirugía abdomino-torácica presentó disminución de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) de 14.7 mm. de Hg.

Con respecto a la presión parcial del dióxido de carbono, de los 60 pacientes incluidos en este estudio solamente uno de ellos presentó elevación de la presión parcial del dióxido de carbono (PCO<sub>2</sub>) la cual fue mínima (52.8 mm. de Hg.). Este era un paciente anciano a quien se le practicó cirugía abdominal baja. Su evolución fue satisfactoria y no hubo complicaciones de tipo pulmonar.

## DISCUSION

La única manera de determinar el resultado final de la función pulmonar es la determinación de los valores de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre arterial. Esta es la manera más fiel de evaluar el intercambio gaseoso. Es por esto que basados en estudios efectuados por otros autores, (12, 13, 14, 18, 20, 21), se llevó a cabo el presente estudio con el objeto de determinar las alteraciones de la función respiratoria y por ende los gases arteriales, durante intervenciones quirúrgicas que afectaban diferentes áreas del organismo humano en nuestro medio. De los 60 pacientes estudiados en el pre y post operatorio, se analizaron 34 pacientes con cirugía abdominal alta, 15 pacientes con cirugía abdominal baja, 4 pacientes con cirugía abdomino-torácica y 4 pacientes con cirugía torácica. Además se incluyeron pacientes a los que se les practicó cirugía; que no interesaba las regiones respiratorias. Esto nos hizo incluir cirugía de diversa índole en este estudio y ver la influencia que estas áreas tienen sobre la respiración e intercambio gaseoso. Todos los pacientes que se incluyeron en este estudio presentaban una ventilación adecuada ya que sus presiones de dióxido de carbono fueron normales y la única forma de hacer el diagnóstico de hipoventilación es por alza o retención de dióxido de carbono en sangre arterial. (3).

Los valores iniciales de oxígeno en sangre arterial fueron más bajos que los reportados por otros autores (20). Sin embargo debemos considerar que Guatemala se encuentra a 4,500 pies sobre el nivel del mar y por lo tanto la presión parcial de oxígeno en la atmósfera es menor; y que los valores normales para nuestra población son de 80 a 85 mm. de Hg. La importancia en hacer determinaciones iniciales es el poder seleccionar previamente aquellos pacientes que se encuentran en límites bajos de oxígeno y que deben ser seguidos más cuidadosamente. Debemos de recordar que la curva de disociación de la hemoglobina (ver figura No. 2) en forma de "S" y la saturación de la hemoglobina es aceptable con valores de oxígeno por arriba de los 60 mm. de Hg. Sin embargo cuando los valores de oxígeno se encuentran dentro de 50 y 60 mm. de Hg, es considerado que el paciente puede presentar complicaciones mucho más fácilmente ya que una disminución

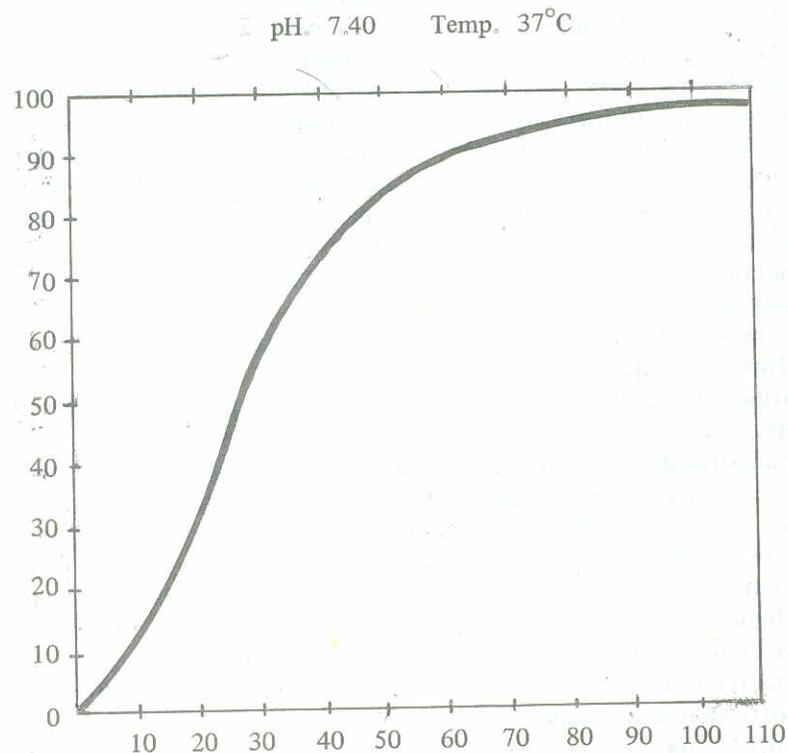


Figura No. 2 - Curva de Disociación de la Hemoglobina.

de pocos milímetros en la presión parcial de oxígeno ( $PO_2$ ) puede disminuir enormemente el transporte efectivo de oxígeno a los tejidos con las consecuencias que esto significaría; entre ellas problemas del sistema nervioso central o insuficiencia renal.

El análisis de los pacientes en el post operatorio inmediato es de notoria importancia ya que más del 50o/o de ellos presentaron disminución de la presión parcial de oxígeno ( $PO_2$ ) arterial. De más significación es el hecho de que la mayoría de pacientes que presentaban hipoxemia, eran pacientes que habían sido sometidos a cirugía abdominal alta. Es bien conocido el hecho que la cirugía abdominal alta interfiere con la mecánica de la respiración, debido en primer lugar a la interferencia de los movimientos diafragmáticos ya sea ésta por compresión de las vísceras abdominales o bien por irritación de los diafragmas; además tenemos que sumar el factor dolor que hace que el paciente mueva aún menos sus músculos abdominales y por lo tanto afecte su ventilación pulmonar. Las causas de hipoxemia que se mencionan en estos pacientes es la formación de micro atelectasias, macro atelectasias, hipo ventilación secundaria a la administración de sedantes y debido a una disminución franca de los movimientos respiratorios y a cambios regionales en los pulmones que alteran la relación que existe entre ventilación/perfusión. Podría analizarse que pacientes presentan derivación de sangre de derecha a izquierda, y esto se hace administrando oxígeno al 100o/o y midiendo el alza de la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial. Esto no fue efectuado en nuestros pacientes debido a razones técnicas. La mayoría de autores cita la mal distribución de aire y sangre (trastorno de ventilación/perfusión) (6) como la causa más probable de hipoxemia. Algunos autores (1, 3, 15) le dan importancia al débito cardíaco, y consideran que una disminución marcada del débito cardíaco causaría una redistribución de sangre en la red capilar pulmonar aumentando el problema de ventilación/perfusión. De los pacientes que fueron intervenidos quirúrgicamente, sólo uno de ellos presentó hipoxemia. Es de hacer notar que pacientes que van a ser intervenidos en el tórax son preparados cuidadosamente y obligados a respirar profundamente (ejercicios respiratorios) por lo que su ventilación es adecuada. Estos pacientes en el post operatorio inmediato son trasladados a la unidad de cuidados intensivos. Esto es en contraste con los pacientes que

presentaron cirugía abdominal alta, a quienes se les considera haber tenido un tipo de cirugía que no repercute sobre el aparato respiratorio y la mayoría de ellos son enviados a salas generales en donde no se les presta las mismas atenciones en lo que respecta a mantener una ventilación adecuada. En este estudio, encontramos pacientes que presentaron un alza en la presión parcial de oxígeno ( $PO_2$ ) en el período post operatorio inmediato y los cuales no se encontraban recibiendo oxígeno adicional. Hay varias explicaciones para este fenómeno y el más frecuentemente encontrado es hiperventilación, la cual es dada por el anestesista al finalizar la intervención quirúrgica. El alza también podría deberse a que el paciente recibió cantidades adicionales de oxígeno durante la intervención quirúrgica, y la muestra podría haber sido tomada cuando el efecto del oxígeno administrado aún se encontraba presente en la sangre arterial.

También se encontraron pacientes que a pesar de estar recibiendo cantidades adicionales de oxígeno, presentaron disminución en el oxígeno arterial. Es sabido que la única causa de hipoxemia que no es corregida por medio de la administración de oxígeno es la derivación de sangre de derecha a izquierda. Esto es debido a que el alveolo se colapsa o bien se encuentra ocupado por células o líquido de edema; el que puede ser inflamatorio o bien por exceso de líquidos y disminución de la presión oncótica intravascular. En casos extremos de trastornos de la ventilación/perfusión podría también presentarse hipoxemia a pesar de la administración de oxígeno. Como fue mencionado anteriormente, a estos pacientes no se les efectuaron pruebas adicionales para llegar a establecer la causa definitiva de la disminución de oxígeno. Los pacientes a los cuales nos estamos refiriendo habían sido sometidos a intervenciones mayores que interesaban tórax y región abdominal superior. Cuando se administra oxígeno a los pacientes, el determinar únicamente la presión parcial de oxígeno ( $PO_2$ ) en sangre arterial, no refleja el estado fisiológico del aparato respiratorio en su totalidad. Es necesario medir la concentración del oxígeno inspirado para así poder correlacionar directamente si los valores arteriales corresponden al alza de oxígeno inspirado. Es por ello que no podemos hacer una correlación fisisiológica en los 7 pacientes que presentaron alza en su presión parcial de oxígeno arterial en el momento de encontrarse recibiendo oxígeno.

Es interesante que las determinaciones efectuadas durante el primer día post operatorio demostraron que nuevamente más del 50o/o de los pacientes habían disminuido su oxígeno arterial en comparación a sus valores pre operatorios. Nuevamente encontramos que los pacientes sometidos a cirugía abdominal alta era el número mayormente afectado.

Las explicaciones fisiológicas de la disminución de oxígeno son las mismas que ya discutimos en el grupo de pacientes que presentó la disminución en el período post operatorio inmediato. Consideramos que estos resultados demuestran la importancia de la determinación de gases arteriales en pacientes que tienen aparato respiratorio intacto y valores de oxígeno en sangre arterial pero que pueden presentar factores que son bien conocidos, los cuales afectan la ventilación pulmonar. Entre ellos podemos citar; edad avanzada, (91) enfermedad pulmonar, obesidad, (10) dolor excesivo que impida la movilización del tórax, posición en el post operatorio, falta de movilización, congestión pulmonar, enfermedad cardíaca con insuficiencia cardíaca, etc. Todos los pacientes que presenten uno o varios de estos factores y que sean sometidos a cirugía abdominal alta, deberían de ser monitorizados de una manera más adecuada y que sea fiel reflejo de su función pulmonar. Como ya mencionamos anteriormente el único medio de llegar a establecer esa función es la determinación de gases arteriales.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- La determinación de la presión parcial de oxígeno y la presión parcial del dióxido de carbono es un medio de evaluación del sistema respiratorio.
- 2.- La determinación de gases arteriales como método de evaluación pre operatoria es de importancia en pacientes que presenten factores que interfieran con la función respiratoria.
- 3.- Pacientes que sean sometidos a cirugía abdominal alta, y presenten problemas pulmonares, deben ser evaluados adecuadamente, incluyendo determinación de gases arteriales.
- 4.- Los pacientes que presentaron disminución de la presión parcial de oxígeno en el post operatorio fueron en su mayor número pacientes que presentaron cirugía abdominal alta.
- 5.- Es necesario que todo paciente que sea sometido a cirugía abdominal alta tenga vigilancia adecuada en el post operatorio con respecto al aparato respiratorio. Esto incluye ventilación adecuada, movilización constante y mantenimiento de la permeabilidad de las vías aéreas.
- 6.- Pacientes con cirugía torácica recibieron una atención adecuada en lo que a la función respiratoria se refiere, por lo que hipoxemia no fue problema en el post operatorio inmediato.
- 7.- Las causas más frecuentes de disminución de oxígeno en la sangre arterial de pacientes quirúrgicos son trastornos en la ventilación/perfusión y derivación de derecha a izquierda.
- 8.- Para cualquier tipo de cirugía que no sea torácica, se reportan complicaciones pulmonares en 5-7o/o. Este porcentaje se duplica con cirugía abdominal alta, se

triplica para fumadores y se cuadruplica si hay evidencia de enfermedad pulmonar (7) crónica.

#### RECOMENDACIONES

- 1.— Todo paciente que potencialmente pueda presentar complicaciones en el post operatorio, debiera ser instruido y entrenado en ejercicios respiratorios y en el manejo de equipo mecánico accesorio.
- 2.— Idealmente en hospitales en los que el número de intervenciones quirúrgicas sean numerosas debiera de existir un servicio de terapia de inhalación encargada de los cuidados pre y post operatorios y del manejo del equipo de ventilación asistida.
- 3.— Considero que este estudio debe continuarse, efectuando medidas adicionales en cuanto a procesos fisiopatológicos que intervienen en el paciente post operado.

#### —VII—

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.— Bay, J., Nunn, J. F. and Prys-Roberts, C. *Factors influencing arterial PO<sub>2</sub> during recovery from anaesthesia.* *British Journal of Anaesthesia* 40 (6): 398-406, June 1968.
- 2.— Breatnach, C. S. *The development of blood gas analysis.* *Medical History* 16 (1): 51-60, Jan. 1972.
- 3.— Comroe, Julius H., et al. *The lung 2 ed.* Chicago, Year Book Medical Publishers, 1962, 364 p.
- 4.— Comroe, Julius H. *Physiology of respiration, an introductory text.* Chicago, Year Book Medical Publishers, 1965, 290 p.
- 5.— Diament, M. L. and Palmer, K. N. V. *Post operative changes in gas tensions of arterial blood in ventilatory function.* *The Lancet* 2 (7456): 180-182, July 23, 1966.
- 6.— Diament, M. L. and Palmer, K. N. V. *Venous/arterial pulmonary shunting as the principal cause of post operative hypoxemia.* *The Lancet* 1 (7480): 15-17, January 7, 1967.
- 7.— Diener, Carl F. *Evaluation of disability and assessment of operative risk.* *The Medical Clinics of North America* 57 (3): 763-770, May 1973.
- 8.— Hanong, William F. *Review of Medical Physiology 6 ed.* California, Lange Medical Publications, 1973. 471-509 p.
- 9.— Kitamura, Hirobuni, Sawa, Takeshi and Ikezono, Etsutaro, *Post operative hypoxemia.* *Anesthesiology* 36 (3): 244-251, March 1972.
- 10.— Latimer, Ronald G., et al. *Ventilatory patterns and pulmonary complications after upper abdominal surgery determined by pre operative and post operative*

- computerized spirometry and blood gas analysis. *The American Journal of Surgery* 122: 622-631, November 1971.
- 11.— Laver, Myron., Serfen, Astrid. Measurement of blood oxygen tension in anesthesia. *Anesthesiology* 26 (1): 73-101, Jan-Feb. 1965.
- 12.— Marshall, Bryan E. and Wyche, Melville Q. Hypoxemia during and after anesthesia. *Anesthesiology* 37 (2): 178-201, August 1972.
- 13.— Overfield, William, Powers, Samuel R. Arterial Oxygen tension: significance in the surgical patient. *Surgery* 71 (1): 1-3, January 1972.
- 14.— Philibin, Daniel M., et al. Post operative hypoxemia. *Anesthesiology* 32 (2): 136-142, February 1970.
- 15.— Prys Roberts, C., Kelman, G. R. and Greenbaum, R. The influence of circulatory factors on arterial oxygenation during anaesthesia in man. *Anaesthesia* 22 (2): 257-273, April 1967.
- 16.— Salvatore, A. J., Sullivan, S. F., Papper, E. M. Post operative hypoventilation and hypoxemia in man after hyperventilation. *The New England Journal of Medicine* 280 (9): 467-470, Feb. 27, 1969.
- 17.— Shapiro, Barry A. Clinical application of blood gases. Chicago, Year Book Medical Publishers, 1973. 202 p.
- 18.— Siler, N. Janet, et al. Hypoxemia after upper abdominal surgery. *Annals of Surgery* 179 (2): 149-154, February 1974.
- 19.— Stein, Myron and Cassara, Evelyn L. Preoperative pulmonary evaluation and therapy for surgery patient. *JAMA* 211 (5): 787-790, February 2, 1970.
- 20.— Thompson, Dela S. and Eason, Carol N. Hypoxemia immediately after operation. *The American Journal of*

*Surgery* 120: 649-651, November 1970.

- 21.— Tice, David A. Monitoring of blood gas tensions and pH during surgical operations. *Arch Surg.* 96 (2): 247-253, February 1968.
- 22.— Wightman, J. A. K. A prospective survey of the incidence of post operative pulmonary complications. *The British Journal of Surgery* 55 (2): 85-91, February, 1968.

Vo. Bo.

Aura E. Singer S.

*Br. Lionel Fernando Foncea Kroker*

*Dr. León Arango P.  
Asesor*

*Dra. Yolanda Yong  
Revisor*

*Dr. Julio de León M.  
Director de Fase II*

*Dr. Francisco Sáenz Bran  
Secretario*

*Vo. Bo.*

*Dr. Carlos Armando Soto  
Decano*