

11231

2 ej 9



# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina  
División de Estudios Superiores

UTILIDAD DEL CALCULO DE LOS CORTO CIRCUITOS  
INTRAPULMONARES EN EL PACIENTE EN ESTADO CRITICO,  
TOMANDO EL CONTENIDO VENOSO DE OXIGENO EN LA  
AURICULA DERECHA.

TESIS DE POSTGRADO

Que para obtener el Título de  
ESPECIALISTA EN NEUMOLOGIA  
P r e s e n t a

DR. GERARDO E. MARTINEZ MORALES



Asesor: Dr José Luis Torres

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

Departamento de Enseñanza e Investigación  
Hospital de Cardiología y Neumología  
Centro Médico Nacional  
Av. Cuauhtémoc No. 330 México



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION -----	1
ANTECEDENTES -----	2
OBJETIVOS -----	6
HIPOTESIS -----	7
MATERIAL Y METODOS-----	8
RESULTADOS -----	10
GRAFICAS -----	11
DISCUSION -----	15
CONCLUSIONES -----	17
BIBLIOGRAFIA -----	19

## INTRODUCCION.

La utilidad del cálculo de los  $Q_s/Q_t$  en el paciente en estado crítico, es de mucho valor para su pronóstico y seguimiento.

Para la determinación de los mismos por medio de la ecuación de Bergreen, necesitamos conocer el  $CvO_2$  de la arteria pulmonar, para lo cual necesitamos tener y colocar Catéter de Flotación.

Nosotros consideramos que el  $CvO_2$  puede ser obtenido de Aurícula Derecha con un Catéter Central, y esta muestra nos sería de la misma utilidad que si tomáramos el  $CvO_2$  de Arteria Pulmonar para el cálculo de los  $Q_s/Q_t$ .

El objetivo de este trabajo es conocer si existe una diferencia significativa en el cálculo de los  $Q_s/Q_t$ , tomando el contenido venoso de oxígeno de la Aurícula Derecha ó de la Arteria Pulmonar indistintamente.

## ANTECEDENTES.

Los conductos anatómicos normales que desembocan en la aurícula izquierda con sangre venosa mixta, más las comunicaciones existentes de derecha a izquierda normales intrapulmonares, se les da el nombre de corto circuitos ( $Q_s/Q_t$ ) anatómicos y si a éstos les agregamos el flujo sanguíneo que pasa por unidades con relación ventilación/perfusión disminuida ( $V/Q$ ), nos da como resultado final los corto-circuitos fisiológicos.

(1) (2) (10)

La medición de los corto-circuitos intrapulmonares, tienen que ser considerados como un seguimiento importante de los pacientes en estado crítico en una unidad de cuidados intensivos. (17) Como se sabe Haldane, Krogh y Linhard, a principios del siglo, determinaron que el intercambio gaseoso en cualquier lugar del pulmón, es determinado por la adecuada relación entre el flujo sanguíneo y la ventilación (8) (9), por lo que anomalías en la relación ( $V/Q$ ) condicionan Insuficiencia Respiratoria y ésta en algunas ocasiones, podría llevar a nuestro paciente hasta la muerte. (2) (3) (10)

Para el cálculo de los corto-circuitos intrapulmonares, existen varios métodos, pero al momento no hay ninguno que sea exacto para la medición de los mismos, por lo que su cálculo únicamente nos orientará so

bro el estado de ventilación/perfusión que en un momento dado existe en el paciente. (1) (2) (16)

La mezcla venosa que se combina normalmente con la sangre arterializada, se puede ver aumentada en algunas patologías, dando por resultado disminución en la presión parcial de oxígeno ( $P_{aO_2}$ ), y por lo tanto, producir insuficiencia respiratoria; esta mezcla venosa la consideramos como corto circuito patológico, si depende de comunicaciones de derecha a izquierda, se cuantifica entre los corto circuito anatómicos y si dependen de aumento de irregularidades entre  $V/Q$ , la consideramos como funcionales. (14) (2)

Una unidad que tiene una baja relación ventilación/perfusión mientras el sujeto respira en aire ambiente, tendrá una presión parcial de oxígeno disminuida en sangre arterial. Si se enriqueciera la mezcla de oxígeno hasta un 100%, esperaríamos que el oxígeno que va desde el alveolo al capilar aumentará teóricamente y bajo algunas circunstancias, así se lleva a cabo en una persona normal, pero debido al lavado de nitrógeno -- que sufre el alveolo y a la baja de  $P_{aO_2}$ , que tiene la sangre venosa mixta, ésta tiende a que el alveolo se colapse y no indicaría un aumento de los corto circuitos. (6) (1) (2) (11). Otras variaciones que tendríamos en el cálculo de los corto circuitos sería, el gasto cardíaco, el transporte de oxígeno, el consumo de oxígeno y la extracción del oxígeno de parte de los tejidos. (13) (9) (5)

Por la variable anteriormente descrita, los cortos circuitos intrapulmonares, tienen un valor clínico controversial, debido al cambio tan rápido en la unidad de tiempo, pero a pesar de su dificultad para la toma y el cálculo de ellos, tienen un importante valor en el seguimiento de un paciente en estado crítico. (14) (3)

Por lo que sabemos, hasta la fecha, la utilidad del cálculo de los cortos circuitos, estriba en conocer éstos como un mecanismo productor de insuficiencia respiratoria, y a la vez como monitores en los pacientes que se encuentran recibiendo ventilación mecánica debido a una insuficiencia-respiratoria de cualquier etiología. (4) (12)

En 1969, Sheinman y asociado (18), mostraron una buena correlación entre la saturación de oxígeno y el contenido de oxígeno, tomando la muestra de dos diferentes exposiciones, una en la arteria pulmonar y la otra en la aurícula derecha.

Para el cálculo de los cortos circuitos utilizando la ecuación de Bergreen, necesitamos conocer la presión barométrica, la hemoglobina, la  $PaO_2$ , la  $PcO_2$  y la saturación de oxígeno tanto arterial, como del sitio que se hubiese elegido para el cálculo de la mezcla venosa de oxígeno, ya con esto, poder calcular los contenidos capilares, arteriales y venosos mixtos. Con los datos señalados calculamos el porcentaje de  $Qs/Qt$ , mediante la fórmula:  $Qs/Qt = (CcO_2 - CaO_2) / (CcO_2 - CvO_2)$ , tomando en cuenta que el valor normal para los  $Qs/Qt$  es de 5 a 6%. (7) (10) (15)

Sabemos que las variaciones normales en la aurícula derecha y en la arteria pulmonar de oxígeno, son de 2.1 MI/100 y de 1.1 MI/100, respectivamente, lo que nos hace una diferencia de un volúmen de oxígeno. Debido a que la cateterización de la arteria pulmonar conlleva sus riesgos y equipo para su manejo es más costoso y difícil de tener en cualquier centro donde se manejen pacientes en estado crítico, consideramos que la inserción de un cateter en la arteria pulmonar, podría ser reemplazado por un cateter en la aurícula derecha para la toma de muestras y medición de los Qs/Qt. (11) (16) (17)



## OBJETIVOS.

1. Conocer si la diferencia del contenido venoso mixto de oxígeno entre la muestra tomada en la aurícula derecha y en la arteria pulmonar, tienen significancia estadística para el cálculo de los corto circuitos intrapulmonares.
2. Conocer cuáles son las diferencias en la determinación de -- los corto circuitos intrapulmonares tomados y calculados en la aurícula derecha y en la arteria pulmonar.
3. Demostrar que el cálculo de los corto circuitos se puede realizar con la misma exactitud, mediante un cateter de flotación colocado en la arteria pulmonar o mediante un catéter central colocado en la aurícula derecha.

## HIPOTESIS .

No existe diferencia significativa en el cálculo de los  $Q_s/Q_t$  intra pulmonares, tomando la muestra de sangre para la determinación de  $CvO_2$  en la arteria pulmonar o en la aurícula derecha, en el paciente con Insuficiencia Respiratoria aguda.

## **HIPOTESIS.**

No existe diferencia significativa en el cálculo de los  $Q_s/Q_t$  intrapulmonares, tomando la muestra de sangre para la determinación de  $CvO_2$  en la arteria pulmonar o en la aurícula derecha, en el paciente con Insuficiencia Respiratoria aguda.

## MATERIAL Y METODOS.

Se estudiaron 19 pacientes hospitalizados en la UCIR, con insuficiencia respiratoria, cualquiera que sea su patología, a excepción de los pacientes con cardiopatía congénita o cardiopatía izquierda, que aumentan los corto circuitos de una forma inversa a los intrapulmonares. Todos los pacientes tenían instalado un cateter de flotación en arteria pulmonar.

Para la medición de los corto circuitos, utilizamos la ecuación de -- Bergreen, que expresa los corto circuitos fisiológicos, en la que la relación entre el volúmen minuto cardíaco total y el volúmen minuto cardíaco que pasa por el corto circuito, por la ecuación siguiente:  $(CcO_2 - CaO_2) / (CcO_2 - CvO_2)$ , en la que nos podemos dar cuenta, que tiene la ventaja de que se deriva como una relación, de modo que no requiere ninguna medición absoluta del volúmen minuto cardíaco.

## MEDIDAS FISIOLÓGICAS.

Durante el estudio, tomamos a pacientes que estaban recibiendo ventilación mecánica, ya sea ventilador de volúmen o de presión. La colocación del cateter de Swan Ganz en la aurícula derecha se determinó de

acuerdo a la distancia de la punta del catéter a la aurícula derecha, y ésta deberá ser entre 25 y 30 cms. Las muestras sanguíneas se tomaron en forma simultánea del orificio proximal del catéter, del distal y una muestra arterial. Se analizaron la PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> y pH, en un procesador IL 813, y la saturación de oxígeno se analizará en un procesador IL 282. Todas las mediciones se harán a 37°C. Para el cálculo de los contenidos de oxígeno se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$CcO_2 = 1.39 \times Hb \times \text{Sat de } O_2 + PAO_2 \times 0.0031$$

$$CaO_2 = 1.39 \times Hb \times \text{Sat de } O_2 + PaO_2 \times 0.0031$$

$$CvO_2 = 1.39 \times Hb \times \text{Sat de } O_2 + PvO_2 \times 0.0031$$

Por último la presión alveolar de oxígeno:

$$PAO_2 = FIO_2 \times (585-47) - PCO_2/0.8$$

Donde, 0.8 es usado como una constante entre la producción de CO<sub>2</sub> y el consumo de O<sub>2</sub>.

Se utilizó la *t* de Student y *p* de probabilidades, donde *p* es menor de 0.05 es significativo.

acuerdo a la distancia de la punta del catéter a la aurícula derecha, y ésta deberá ser entre 25 y 30 cms. Las muestras sanguíneas se tomaron en forma simultánea del orificio proximal del catéter, del distal y una muestra arterial. Se analizaron la PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> y pH, en un procesador IL 813, y la saturación de oxígeno se analizará en un procesador IL 282. Todas las mediciones se harán a 37° C. Para el cálculo de los contenidos de oxígeno se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$CcO_2 = 1.39 \times Hb \times \text{Sat de } O_2 + PAO_2 \times 0.0031$$

$$CaO_2 = 1.39 \times Hb \times \text{Sat de } O_2 + PaO_2 \times 0.0031$$

$$CvO_2 = 1.39 \times Hb \times \text{Sat de } O_2 + PvO_2 \times 0.0031$$

Por último la presión alveolar de oxígeno:

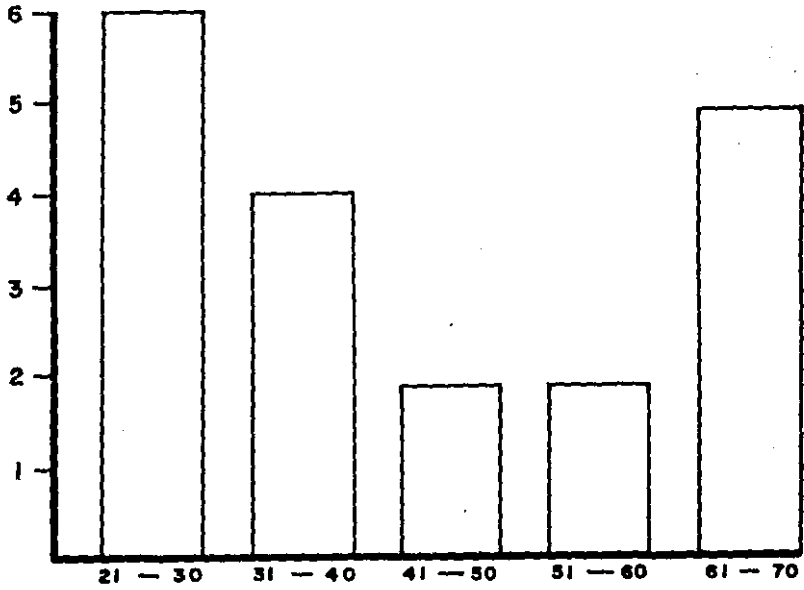
$$PAO_2 = FIO_2 \times (585-47) - PCO_2/0.8$$

Donde, 0.8 es usado como una constante entre la producción de CO<sub>2</sub> y el consumo de O<sub>2</sub>.

Se utilizó la *t* de Student y *p* de probabilidades, donde *p* es menor de 0.05 es significativo.

R E S U L T A D O S

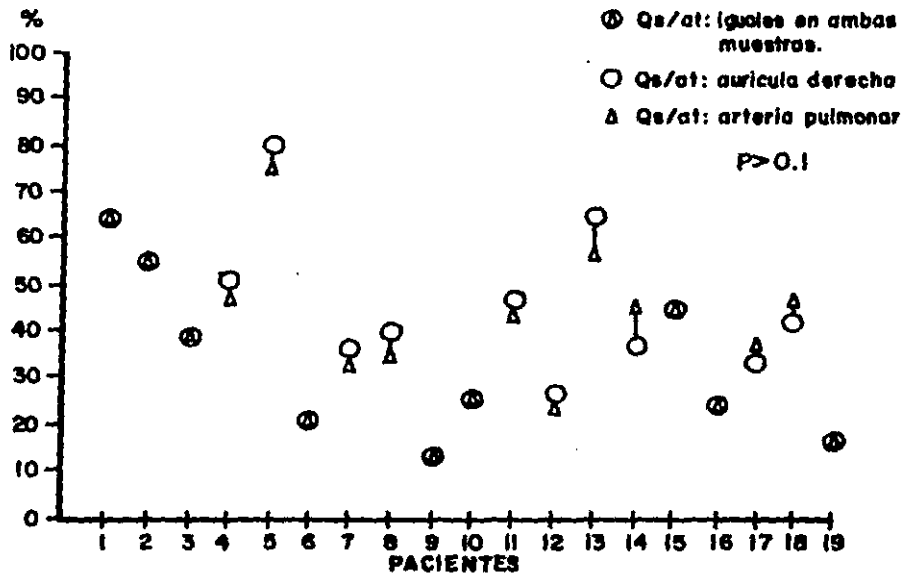
# EDAD



GRAFICA 1:



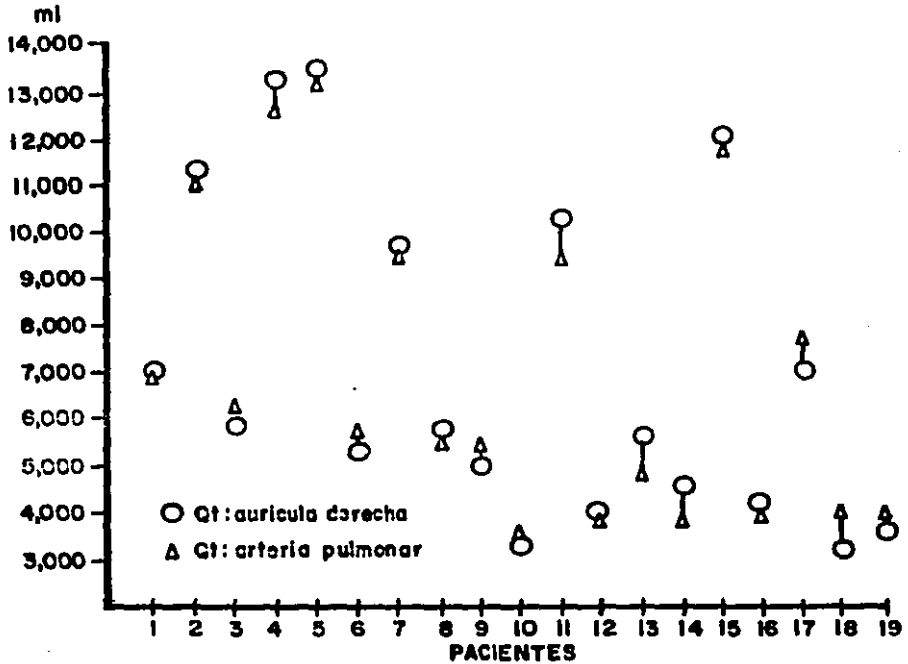
## CORTO CIRCUITOS



GRAFICA 2:

En esta gráfica nos indica que los Qs/Qt son iguales en 9 casos, tomando la muestra en la Aurícula Derecha y en la Arteria Pulmonar. Nótese que - en el resto de los pacientes es casi similar, a excepción del No. 13, que - su diferencia es casi de 10%. La diferencia promedio es de menos del 1% en los Qs/Qt tomando las muestras en dos puntos diferentes.

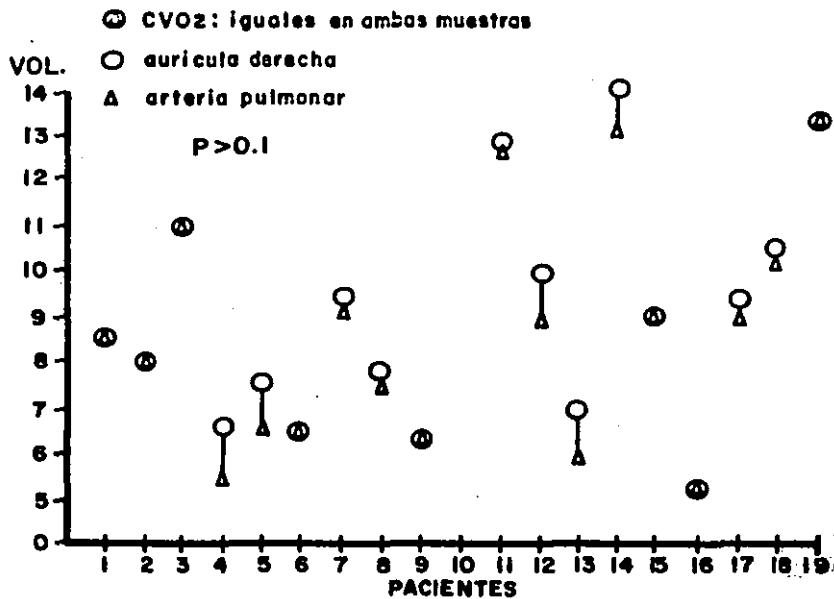
# GASTO CARDIACO



GRAFICA 3:

En la presente gráfica vemos las diferencias que se encontraron cuando se midió el gasto cardíaco en la Aurícula Derecha y en la Arteria Pulmonar. Nótese que la variación promedio fue de 237.20, lo cual estadísticamente no tiene significancia.

# CONTENIDO VENOSO MIXTO DE O<sub>2</sub>



GRAFICA 4:

Similar a la Gráfica 2, las diferencias de CVO<sub>2</sub> son las que nos dan los cambios en los Qs/Qt.

## DISCUSION.

Como en otros centros hospitalarios, la tecnología es cada vez más útil y necesaria para el diagnóstico y tratamiento de distintas enfermedades y en especial en lo que respecta a Neumología en los pacientes en estado crítico, ya que en ellos, el manejo hemodinámico es indispensable.

Como nos podemos dar cuenta, en la gráfica número 2, no existe ninguna diferencia significativa estadísticamente, en el cálculo de los  $Q_s/Q_t$ , al tomar la muestra de sangre indistintamente en la aurícula derecha o en la arteria pulmonar. Notese que únicamente el paciente 13 y 14 tienen una diferencia de casi 9% en el cálculo de los corteos circuitos, lo cual lo atribuímos a que en estos pacientes en catéter de Swan-Ganz pudo ser -- acufado en un punto más próximo en la arteria pulmonar que los otros pacientes, lo que traería como consecuencia que el orificio proximal del catéter quedara en una región muy alta de la aurícula derecha.

Con lo que respecta al contenido venoso mixto de oxígeno, que es la variable en la ecuación de Bergreen para el cálculo de los  $Q_s/Q_t$ , su diferencia fue mínima ( $p$  mayor de 0.1), por lo que consideramos que su toma debe de ser muy precisa y exacta para el cálculo de los  $Q_s/Q_t$ .

El gasto cardíaco calculado por el principio de Pick, no tuvo diferencia

significativa estadísticamente ( $p$  mayor de 0.1), por lo que podríamos calcular en forma adecuada el transporte de oxígeno, la extracción de oxígeno, a nivel de la aurícula derecha, sabiendo que no vamos a tener ninguna diferencia en los datos obtenidos.

## CONCLUSIONES.

- 1) No existe diferencia significativa en el cálculo de los  $Qs/Qt$ , tomando la muestra de sangre en la aurícula derecha, o en la arteria pulmonar.
- 2) El contenido venoso mixto de oxígeno, es la variable que tenemos que tomar en cuenta en el cálculo de los  $Qs/Qt$ , ya que es parte del denominador en la ecuación de Bergreen.
- 3) En el cálculo del gasto cardíaco, no hay diferencia en los datos obtenidos tomando la muestra de la aurícula derecha o de la arteria pulmonar indistintamente, por lo que el transporte de oxígeno y la extracción de oxígeno no tendrán cambios en su cálculo.
- 4) El cálculo de los  $Qs/Qt$ , es un dato importante de conocer en nuestro paciente en estado crítico, teniendo como etiología un padecimiento pulmonar severo.
- 5) El uso de catéter central, es bueno y no existe diferencia para el cálculo de los  $Qs/Qt$  y del  $Qt$ , con respecto al catéter de flotación.

6) La colocación y manejo del catéter central, es más fácil y a la vez, práctico y se necesita un personal menos especializado para su uso y manejo en forma adecuada.

7) El catéter central es entre 15 y 20 veces menor su costo que un catéter de flotación.

ESTA TESIS DEBE SER REVISADA  
SALIR

**BIBLIOGRAFIA.**

- 1) West J. B.  
Ventilation/Perfution relationships  
American Review Respiratori Disease  
1977; 116; 919-940
- 2) West J. B.  
Fisopatología Respiratoria  
Buenos Aires, Médica Panamericana  
1979.
- 3) West J. B.  
Fisiología Respiratoria  
Buenos Aires, Médica Panamericana  
1976.
- 4) Mohsenikor Z.  
Relationship between O<sub>2</sub> delivery and O<sub>2</sub> consumption  
in teh ARDS Chest  
1983; 84; 3; 267-273
- 5) Dantzker D.  
Depression of cardiac outpu is a mechanism of shunt  
reduction in the therapy of acute respiratory failure.  
Chest.  
1980; 77; 5; 43-48
- 6) West J. B.  
Blood flow to the lung and a gas exchange  
Anesthesiology  
1974; 41; 2; 124-138
- 7) Domínguez de Villela  
Oxigen transport, consumption and utilization during  
barbiture intoxication  
Intensive Care  
1982; 8; 275-278



- 8) Haldane  
New Haven, Yale University Press  
1922
- 9) Krogh A. Lind H.  
The Volume of the dead space in breathing and the  
mixing of gases in the lung of man.  
J. Physical Land  
1917; 51; 59-90
- 10) Kenneth F. Mc Clonell  
Current Respiratory Care  
1977
- 11) Grossman  
Cardiac Catheterization and Angiography.  
Philadelphia,  
Lea and Febbler,  
1976.
- 12) Shapiro B.  
Changes in intrapulmonary shunting with administration  
of 100%  
of O<sub>2</sub>.  
Chest.  
1980; 77; 138-142
- 13) Rossoff Leonard  
Change in Blood P50  
Chest.  
1980; 77; 142-144
- 14) Petty T.  
Clinical Pulmonary Disease; 3ed.  
St. Louis C.U. Mosb  
1982
- 15) Fishman Alfred  
Pulmonary Disease and Disorders  
Mc Eraw-Hill International  
1980

- 16) Harper R.  
A guide to respiratory care  
Philadelphia N.C. leam.  
1981.
- 17) Tahuannimen L.  
Can Central Venous blood replace mixed venous blood  
sample.  
Crit Care Med  
1982; 10; 11; 758-761
- 18) Brandl M. Pasch T.  
Comparative study on the calculation of intrapulmonary  
right -to left shunt using central venous and mixed venous  
blood.  
Crit Care Med  
1981; 9; 272
- 19) Sladen A. Klain M.  
Differences in and correlation of hemodynamic and  
respiratory variable in CV and PA samples  
Crit Care Med  
1981; 9; 230
- 20) Cane RD. Shapire BA  
Minimizing errors in intrapulmonary shunt calculations.  
Crit Care Med  
1980; 8; 294