

11202



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

97

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACION
FACULTAD DE MEDICINA
SUBDIVISION DE ESPECIALIDADES MEDICAS
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCION DE PRESTACIONES MEDICAS
DIRECCION REGIONAL SIGLO XXI
DELEGACION 3 SUROESTE DEL DISTRITO FEDERAL
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
" DR. BERNARDO SEPULVEDA G. "
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI
INDICE " SATURACION ARTERIAL DE
OXIGENO / FRACCION INSPIRADA DE
OXIGENO " COMO INDICADOR DE
DISFUNCION PULMONAR

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA

P R E S E N T A

DRA. PERLA CORINA MARTINEZ MARTINEZ

A S E S O R E S

DR. GILBERTO FELIPE VAZQUEZ DE ANDA
DR. ALFONSO QUIROZ RICHARDS



IMSS

MEXICO.D. F.,

FEBRERO DEL 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

HOJA DE AUTORIZACION	1
AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN..	3
SUMMARY.	4
MARCO TEORICO	5
PROCEDIMIENTOS.	14
RESULTADOS	16
DISCUSION.	17
CONCLUSION.	18
BIBLIOGRAFIA	19
ANEXOS.	21

DR. JOSE HALABE, CHEREM
MEDICO INTERNISTA

**JEFE DE LA DIVISION DE EDUCACION E INVESTIGACION MEDICA
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G."
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI**

DR. ALFONSO QUIROZ RICHARDS
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ANESTESIOLOGIA
JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G."
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DR. GILBERTO FELIPE VAZQUEZ DE ANDA
JEFE DEL SERVICIO DE TERAPIA RESPIRATORIA
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA"
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

No. De registro del protocolo 12402

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por darme la fuerza necesaria para lograr mis objetivos

A MI MADRE:

Por orientar a sus hijos por el camino del bien

A MIS HERMANOS:

Por su cariño y su apoyo incondicional

A MIS MAESTROS:

Por sus consejos y enseñanzas

RESUMEN

Indice saturación/ FiO_2 como indicador de disfunción pulmonar

Objetivo: Determinar la capacidad del Índice saturación/Fracción inspirada de oxígeno (Sat/FiO_2) para diferenciar a un pulmón "sano" de uno con disfunción pulmonar

Material y Método: Realizamos un estudio prospectivo, casi-experimental, comparativo, en el cual se incluyeron cinco grupos de pacientes Grupo I: pacientes sanos, Grupo II: sanos sometidos a cirugía electiva; Grupo III: sanos con ventilación mecánica; Grupo IV: pacientes con daño pulmonar agudo en ventilación mecánica, Grupo V: pacientes en retiro de la ventilación mecánica. Se determinó el índice $SatO_2/FiO_2$ mediante el gradiente que se genera de un cambio en la $SatO_2$ con FiO_2 al 100% y FiO_2 al 21%. Se efectuó la prueba U de Mann Whitney para la comparación entre grupos.

Resultados: Hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) en el índice entre los grupos I (5.4 ± 4.1) vs IV (43.4 ± 25.23) vs V (35.4 ± 9.9), entre los grupos II (6.2 ± 1.9) vs IV (43.4 ± 25.23) vs V (35.4 ± 9.9), entre los grupos III (5.6 ± 6.2) vs IV (43.4 ± 25.23) vs V (35.4 ± 9.9). No hubo diferencias entre I vs II vs III, ni entre los grupos IV vs V.

Conclusión: Con el índice $SatO_2/FiO_2$ es posible diferenciar un pulmón "sano" de uno con disfunción pulmonar.

SUMMARY

Objective: to determine the accuracy of the Saturation/Inspired oxygen fraction index ($SatO_2/FiO_2$) to identify the difference between a functional healthy lung and a dysfunctional diseased lung

Study desing: prospective,quasi-experimental, comparative study

Methods: We studied four groups of patients and a healthy control group, which were selected according to lung funtion Group I healthy control group; Group II healthy patients under general anaesthesia; Group III patients under mechanical ventilation with a disease that did not involve lung, Group IV patients under mechanical ventilation with Respiratory dosteress Syndrome (RDS), Group V patients under weaning from mechanical ventilation. The $SatO_2/FiO_2$ index was calculated from the saturation gradient after 15 minutes on 100% oxygen and thereafter a gradual reduction to 21% of oxygen A mean Whitney's test was performed to compare groups

Results: There were statistical differences between Group I (5 4*4 1) vs IV (43.4*25 23) vs V (35 4*9 9) Between gropus II (6 2*1.9) vs IV (43 4*25 23) vs V (35.4*9 9), between groups II (5 6*6 2) vs IV (43 4*25.23) vs V (35 4*9.9) There were no differences between groups I vs II and III, nor between groups IV vs V.

We conclude that it is possible to differentiate a functional healthy lung from dysfunctional diseassed lung by using the $SatO_2/FiO_2$ index

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

I. MARCO TEORICO

1.1 ANTECEDENTES CIENTIFICOS

La función más importante de los pulmones es el intercambio de gases constituido por la toma de oxígeno del aire a la sangre arterial y de la eliminación de bióxido de carbono de la sangre venosa mezclada al ambiente. Esta función está adecuada tanto para estados en reposo o ejercicio. Sin embargo, en casos de enfermedad pulmonar i.e. síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA) el intercambio de gases se encuentra alterado resultando en hipoxemia arterial con o sin hipercapnia secundarios al colapso alveolar y por consiguiente, al corto circuito intrapulmonar (1,2)

La gasometría arterial proporciona información suficiente respecto al intercambio de gases orientando al clínico con respecto a la medida terapéutica a utilizar (oxigenoterapia y/o ventilación mecánica). Hoy en día se cuentan con diversos índices para establecer la oxigenación y simplificar la compleja medición de parámetros más específicos como lo es la cuantificación de cortocircuitos intrapulmonares, entre estos índices se encuentran la diferencia alveolo-arterial de oxígeno, la relación entre la tensión alveolo/arterial de oxígeno, la relación tensión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno, y el índice respiratorio. En todos estos casos es necesaria la toma de por lo menos una gasometría arterial. Desafortunadamente, no existe un parámetro exacto que refleje la eficiencia del intercambio de gases de un paciente sano y uno gravemente enfermo.

El desarrollo y perfección de la oximetría de pulso como técnica no invasiva de monitoreo del transporte de oxígeno e hipoxemia ha permitido hacer de ésta técnica la ideal para el monitoreo continuo de la oxigenación. La oximetría de pulso utiliza la espectrofotometría para medir la absorción de la luz roja e infrarroja por la hemoglobina oxigenada y la hemoglobina reducida. La oxihemoglobina absorbe principalmente la luz infrarroja y la hemoglobina reducida absorbe más la luz roja. El porcentaje de oxihemoglobina es determinado midiendo la relación de la luz roja e infrarroja que atravesó el tejido (5,6). La saturación por oximetría de pulso tiene buena correlación con la PaO_2 a valores de

saturación por debajo del 90% debido a la forma de la curva de saturación de la hemoglobina, dicha correlación se pierde a valores superiores al 95%. Se ha establecido que una saturación del 95% corresponde aproximadamente a una presión arterial de oxígeno (PaO_2) de 100 mmHg, cuando se tiene una saturación del 90% corresponde a una PaO_2 de aproximadamente 60 mmHg, y una SatO_2 de 80% corresponde a una PaO_2 de 50 mmHg.

Se ha establecido por estudios de fisiología pulmonar que la oxigenación y el intercambio de gases se encuentran estrechamente relacionados con tres factores. la difusión, la presencia de cortocircuitos y la relación ventilación-perfusión. Un componente importante para la difusión a nivel de la interfase aire-líquido lo constituye la integridad del sistema surfactante que, entre otras funciones, mantiene estabilidad alveolar al final de la espiración y permite que exista un volumen residual y una capacidad funcional residual (CFR) que favorecen el intercambio de gases durante la espiración a presiones intrapulmonares bajas. (4)

Las alteraciones agudas en el intercambio de gases se observan en pacientes sanos sometidos a cirugía bajo anestesia general y en condiciones patológicas como el SIRA. Estudios clínicos realizados en pacientes bajo efecto de la anestesia general en ventilación mecánica, han demostrado que el intercambio de gases es irregular, dando como resultado una disminución en la tensión arterial de oxígeno (5-13). Por otro lado, se ha determinado que en estados de lesión pulmonar que permiten colapso alveolar e incremento en los cortocircuitos existe una CFR disminuida relacionada con áreas de consolidación (4), la cual puede ser reestablecida mediante ventilación mecánica a altas presiones positivas de la vía aérea y altos niveles de presión positiva al final de la espiración (PEEP)(2). Tal es el caso del SIRA en el cual la ventilación mecánica se ha venido utilizando por más de 20 años como la medida terapéutica más importante. Sin embargo, existe aún dificultad para establecer los requerimientos de PEEP y FiO_2 suficientes para reestablecer el intercambio de gases en pacientes con diversos grados de lesión pulmonar (2,14).

El SIRA se caracteriza por una constelación de signos y síntomas asociados con una etiología variada y que sigue un cuadro clínico consistente y predecible (2), el cual incluye hipoxemia refractaria al incremento en la FiO_2 , aumento en los cortocircuitos de derecha a

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

izquierda, edema pulmonar no cardiogénico, y microatelectasias (2). En todos los casos de insuficiencia respiratoria existe cierto déficit de surfactante alveolar, lo que condiciona incremento de la tensión de superficie alveolar (1,2). Esta claro que entre más sea el número de unidades alveolares colapsadas mayor será la insuficiencia respiratoria (1).

Wegenius y cols, establecieron que un alveolo no tiene estados intermedios, es decir se encuentra abierto (aireado) o cerrado (colapsado), lo cual fue corroborado por Hedestierna y cols , mediante tomografía axial computada (11). Por otro lado existe una clara relación entre bajos volúmenes pulmonares al final de la espiración, incremento en los cortocircuitos intrapulmonares que requieren concentraciones cada vez mayores de FiO_2 con la presencia de colapso pulmonar. Gattinoni y cols establecieron la relación entre las presiones en la vía aérea y la cantidad de tejido pulmonar reclutado durante la ventilación mecánica. Los autores establecieron que las áreas con tejido atelectásico se distribuyen principalmente en las zonas dependientes o posteriores del pulmón, y que a medida que se incrementan las presiones en las vías aéreas se reclutan dichas áreas colapsadas incrementando la oxigenación Lachmann y cols (4) describieron una técnica para abrir o ventilar áreas pulmonares colapsadas en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda siguiendo la ley de LaPlace Los autores describieron que incrementando las presiones en la vía aérea es posible sobrepasar el punto de apertura en donde la mayoría de los alveolos colapsados son reaireados hasta reestablecer una capacidad pulmonar total similar a la normal, una vez abierto o reexpandido el pulmón, las presiones en la vía aérea son disminuídas hasta el punto previo al colapso alveolar Lachmann ha sugerido esta maniobra por más de 20 años y ha establecido que una presión arterial de oxígeno de más de 450 mmHg con una FiO_2 al 100% caracteriza a un pulmón abierto. Esta condición también se observa con saturación arterial de 92-96% a una concentración de FiO_2 al aire ambiente (21%)(15) En un estudio previo (17) nuestro grupo utilizó el concepto de Lachmann con los hallazgos de Gattinoni, demostrando que la mejoría en los parámetros de oxigenación durante la maniobra de reclutamiento pulmonar monitorizada mediante TAC de tórax es debida a la reexpansión pulmonar

En el presente estudio asumimos que en pacientes con condiciones hemodinámicas estables

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

es posible determinar un gradiente que permita establecer la presencia o no de disfunción pulmonar usando los cambios en la saturación arterial por oximetría de pulso y la concentración de FiO_2

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General:

Crear un índice clínico constituido por la saturación arterial de oxígeno mediante oximetría de pulso a dos concentraciones diferentes de fracción inspirada de oxígeno que permita diferenciar un pulmón sano de uno con lesión pulmonar.

1.2.2 Objetivos Específicos:

Caracterizar un pulmón sano mediante la aplicación del índice $\text{SatO}_2/\text{FiO}_2$ alta- FiO_2 baja

Caracterizar lesión pulmonar mediante la aplicación del índice $\text{SatO}_2/\text{FiO}_2$ alta- FiO_2 baja

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cambios en la oxigenación arterial dependen de un volumen pulmonar elevado al final de la espiración (CFR integra) y de las concentraciones inspiradas de oxígeno, las cuales manifiestan un alto porcentaje en la saturación arterial de oxígeno medido por oximetría de pulso. Por lo tanto, al utilizar una maniobra que permita establecer los cambios en la saturación arterial de oxígeno a dos concentraciones diferentes de fracción inspirada de oxígeno permitirá diferenciar a un pulmón sano de uno con lesión pulmonar

1.4. HIPOTESIS

1.4.1. Hipótesis Nula:

El índice de un pulmón sano no es diferente al de uno con lesión pulmonar ($p \geq 0.05$)

1.4.2. Hipótesis Alterna:

El índice $SatO_2/FiO_2$ alta- FiO_2 baja de un pulmón sano es diferente al de uno con lesión pulmonar ($p \leq 0.05$)

1.5. VARIABLES DE ESTUDIO

1.5.1 Variables Independientes

- a) Pulmón sano
- b) Pulmón con lesión

1.5.2 Variable Dependiente

Índice $SatO_2/FiO_2$ alta- FiO_2 baja

2. PROGRAMA DE TRABAJO

2.1. TIPO DE ESTUDIO

Prospectivo, comparativo, casiexperimental, transversal,

2.2 UNIVERSO DE TRABAJO

Pacientes del Hospital de Especialidades “Dr Bernardo Sepúlveda G” Centro Médico Nacional Siglo XXI, sometidos a ventilación mecánica controlada por volumen

2.3. AMBITO GEOGRAFICO

Departamentos de Anestesiología, Cuidados intensivos y Terapia Respiratoria del Hospital de Especialidades “Dr Bernardo Sepúlveda G” Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS.

2.4. CRITERIOS DE INCLUSION

Pacientes con edad entre 18 y 70 años

Pacientes sanos, sin patología pulmonar y sin ventilación mecánica

Pacientes sanos (ASA I y II), sin patología pulmonar, programados para cirugía electiva, sometidos a anestesia general balanceada y extubados al término de la cirugía

Pacientes sin datos de daño pulmonar agudo de acuerdo al índice de Kirby >250 y Murray <1.5 , sometidos a ventilación mecánica

Pacientes con lesión pulmonar aguda, con un índice de Kirby <250 y Murray >1.5 , en ventilación mecánica

Pacientes que fueron sometidos a ventilación mecánica y que se encuentran en proceso de retiro del ventilador

2.5. CRITERIOS DE EXCLUSION

Pacientes con inestabilidad hemodinámica caracterizada por una presión arterial media menor de 60 mmHg

Pacientes fumadores

Pacientes con enfermedad pulmonar crónica

2.6. CRITERIOS DE ELIMINACION

Pacientes que sufren inestabilidad hemodinámica o $\text{SatO}_2 <85\%$ durante el procedimiento

2.7. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Cuatro grupos de cinco pacientes cada uno y un grupo constituido por cuatro sujetos sanos.

Universo de trabajo: Pacientes del servicio de Anestesiología, Terapia Respiratoria y Cuidados intensivos sometidos a ventilación mecánica

Fenómeno a estudiar. Cambios en la saturación arterial de oxígeno a dos concentraciones diferentes de FiO_2 como reflejo de funcionalidad pulmonar

Estadística de base:

N=número de pacientes a estudiar: 24

2.8. ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó estadística descriptiva para cada una de las variables

Se utilizó la prueba de U de Mann Whitney para la comparación entre grupos, considerando una $p < 0.05$ para determinar diferencia estadística

2.11. RECURSOS HUMANOS

Dra Perla Corina Martínez Martínez: realizadora y coautora del trabajo de investigación

Dr. Gilberto Felipe Vázquez de Anda asesor, realizador y coautor del trabajo de investigación

Dr. Alfonso Quiroz Richards. asesor, realizador y coautor del trabajo de investigación

2.12. RECURSOS MATERIALES

Los disponibles en los servicios participantes

2.12.RECURSOS FINANCIEROS

Se financió con los recursos del propio hospital

3. PROCEDIMIENTOS

Entre enero y febrero del 2002 se incluyeron 20 pacientes hospitalizados en el Hospital de Especialidades del CMNSXXI, y cuatro estudiantes de inhaloterapia sanos, que se encuentran realizando práctica hospitalaria

Indice SatO₂/FiO₂

En los cinco grupos se realizó oximetría de pulso con equipos convencionales (Datex Omheda) Para determinar el índice se utilizó la siguiente maniobra: ante condiciones hemodinámicas y respiratorias estables, se procedió a incrementar la FiO₂ al 100% después de 15 minutos se disminuyó la FiO₂ en dos pasos de 40% cada uno (al 60 y al 21%) por 15 minutos. En cada paso se anotó la SatO₂ registrada por oximetría de pulso

Para el grupo I se procedió a realizar la maniobra antes descrita ventilando a través de mascarilla facial y con un ventilador Puritan Bennett tipo PR 1, con un flujo continuo y sensibilidad abierta, con FiO₂ al 100%.

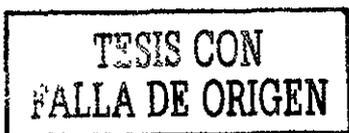
Para el grupo II una vez que los pacientes fueron intubados y bajo anestesia general se procedió a registrar la SatO₂ después de 15 minutos de iniciada la anestesia con una presión positiva la final de la espiración (PEEP) de 5 cm de H₂O y FiO₂ al 100% Al final de la cirugía se procedió a extubar al paciente Una vez despierto se proporcionó FiO₂ al 60 y al 21% y se obtuvo la SatO₂ para determinar el índice

Los pacientes del grupo III se encontraron con ventilación mecánica, se determinó por el índice de Kirby >250 y el índice de Murray <1.5 que el paciente no cursaba con lesión pulmonar aguda, se proporcionó una PEEP de 5 cm de H₂O con FiO₂ al 100, 60 y 21% y se obtuvo la SatO₂ por oximetría de pulso

Para el grupo IV se utilizaron los criterios de ingreso para lesión pulmonar aguda, índice de Kirby <250 y Murray >1.5, y se realizó la misma maniobra

Para el grupo V los pacientes fueron incluidos en el momento en que se encontraron en sistema de nebulización continua y recién extubados, respirando espontáneamente Se les proporcionó FiO₂ al 100, 60 y 21% y se registró la SatO₂ por oximetría de pulso .

Durante el tiempo en que se efectuó la maniobra, los pacientes estuvieron vigilados y



monitorizados estrechamente No se registraron accidentes ni incidentes durante la maniobra o posterior a la misma. Una vez finalizado el estudio, cada paciente recibió el tratamiento establecido previo a la maniobra

Se efectuó la prueba U de Mann Whitney para la comparación entre grupos, considerando una $p < 0.05$ para determinar diferencia estadística

4. RESULTADOS

Los cambios en la concentración de FiO_2 fueron bien tolerados en todos los pacientes sanos. Sin embargo, en los pacientes de los grupos IV y V, una FiO_2 al 21% condicionó un descenso rápido por debajo del 85%, por lo que la maniobra fue suspendida antes de alcanzar los 15 minutos.

Se observó que la relación de la $SatO_2$ y las diferentes concentraciones de FiO_2 en los grupos I, II y III, tienen un gradiente menor que los grupos IV y V, quienes presentan un descenso importante de la $SatO_2$ a bajas FiO_2 . Se pudo documentar que la media del índice $SatO_2/FiO_2$ fue menor a dieciséis en los pacientes sanos (5 6⁺⁴ 1 en el grupo I, 5 6⁺⁶ 2 en el grupo II y 6 2⁺¹ 9 en el grupo III). En todos los pacientes de los grupos IV y V se observó un índice por arriba de 16 y ninguno menor a 10.

La figura 1 muestra la distribución del índice en los cinco grupos. El grupo I no es diferente de los grupos II y III, pero sí muestra diferencia significativa con los grupos IV y V. Los grupos IV y V entre sí no son diferentes, pero sí con los otros grupos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5. DISCUSION

El presente estudio muestra que los cambios en la FiO_2 condicionan un gradiente menor de $SatO_2$ en los pacientes sin patología pulmonar aguda que los pacientes con disfunción pulmonar que presentan un gradiente mayor a una concentración de oxígeno al 21%

En nuestro estudio observamos que sujetos considerados clínicamente sanos mantienen una saturación del 100% con FiO_2 igual al 100% y que al disminuir la FiO_2 al 21% mantienen una saturación entre 96 y 100%. Esta observación fue igual para los pacientes de los grupos II y III. Está bien establecido que una persona sana que respira aire ambiente (FiO_2 al 21%) mantiene una saturación arterial entre 92 y 96% correspondiente a una PaO_2 entre 60 y 100 mmHg, y por otro lado a una fracción de sangre no oxigenada (cortocircuitos intrapulmonares) menor al 10% (16)

Se observó un índice elevado en pacientes que se encontraban en retiro de la ventilación mecánica o con daño pulmonar agudo. Estudios realizados por Rotten y Hedenstierna (5-13) han demostrado que existen alteraciones en la oxigenación en pacientes sometidos a anestesia general debido a pérdida del tono muscular y por bajos niveles de PEEP produciendo como consecuencia áreas pulmonares colapsadas

El índice de $SatO_2/FiO_2$ permite asumir el grado de severidad de la disfunción pulmonar a través del gradiente que se genera con la desaturación arterial a bajas concentraciones de oxígeno manteniendo una presión en la vía aérea cercana a la fisiológica. Esto podría explicar las diferencias encontradas en el índice de $SatO_2/FiO_2$ entre los grupos de pacientes sanos cuando se compararon con los grupos enfermos

6. CONCLUSION

El beneficio potencial de éste índice se basa en que permitirá hacer una evaluación de la función pulmonar a la cama del enfermo con un método no invasivo y una maniobra que no representa riesgos mayores para el paciente

Concluimos que el índice de $\text{SatO}_2/\text{FiO}_2$ permite diferenciar entre un pulmón funcional de uno con disfunción o daño pulmonar agudo

7. BIBLIOGRAFIA

- 1 Vazquez de Anda GF, Lachmann B Treatment and Prevention of Acute respiratory failure Physiological Basis Archives of medical Research 2001, 32 91-101
2. Ashbaugh DG, Begelw DB, Petty TI, Levine BE Acute respiratory distress in adults. Lancet 1967; 2 319-23
- 3 Amal J Pulse oximetry in Tobin M Principles and Practice of Intensive Care Monitoring McGraw Hill, 1997 pp261-287
4. Gatnoni L, Pelosi P, Crotti S, et al Effects of positive end-expiratory pressure on Regional distribution of tidal volume and recruitment in adult respiratory distress syndrome Am J. Respir Crit Care Med 1995, 151 1807-1814
5. Rothen HU, Sporre B, Engberg, Wegnius G, Atelectasis and pulmonary shunting during Induction of general anaesthesia can they be avoided? Acta Anesth Scand 1996;40 524-529
- 6 Rothen H, Spore B, Re-expansion of atelectasis during anaesthesia: a computed tomography study Br J Anaesth 1993; 71. 788-795.
- 7 Reber A, Engberg G, Sporre B, et al Volumetric analysis of aeration in the lungs during general anaesthesia Br. J Anaesth 1996,76 760-766
- 8 Lindberg P, Gunnarsson L, Tokics, et al Atelectasis and lung function in the Postoperative period. Acta Anesth Scand. 1992,36:546-553.
9. Klingsted G, Hedenstierna G, Baechrendtz S, et al Ventilation-perfusion relationships And atelectasis formation in the supine and lateral positions during conventional mechanical and differential ventilation. Acta Anaesth Scand 1990,34,421-429
10. Nunn JF, Williams IP, Jones JG, et al Detection and reversal of pulmonary Absorption collapse Br J Anaesth 1993,71:788-795
- 11 Tokics L, Hedenstierna, Strannberg A, et al Lung collapse and gas exchange During general anaesthesia effects of spontaneous breathing, muscle paralysis, and positive en expirature pressure Anaesth 1987,66 157-167

12. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, et al., Airway closure, atelectasis and gas Exchange during genral anaesthesia Br J Anaesth 1998;81 681-686.
- 13 Bom SH, Vázquez de Anda GF, Lachmann B "The open lung concept", in Vincent JL (ed), Yearbook of intensive care and emergency medicine. Springer-Verlag, 1998 430-440
- 14 Lachmann B, Danzmann E, Haendy B, et al. Ventilator settings and gas exchange In respiratory distress syndrome In Prakash O (ed). Applied physiology in clinical respiratory care Nijhoff, The Hague 1982.141-76
15. Lachmann B Open up the lung and keep the lung open Intensive Care Med 1992 118:319-21
- 16 Castañón JA, Vázquez de Anda GF, Martínez GM, et al Procedimiento de Reclutamiento alveolar en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda y asistencia mecánica ventilatoria Correlación entre la mecánica pulmonar, el índice de oxigenación y la tomografía axial computada de tórax Cir Ciruj 1998;66 189-195
- 17 Wegenius G, Wickers CJ, Hedenstierna G Radiological assesment of pulmonary Edema. A new principle Eur J Radiol 1994;4:146-54.
- 18 Hugh J Monitoring the anaesthesia patient In Barash Clinical anaesthesia. Lippincot 1997 320-33
- 19 Spiro A. Physiology In Comprehensive respiratory medicine. Mosby 1999 90-105

ANEXOS

Leyenda Fig. 1

En esta figura se observa la distribución de los resultados en el índice $\text{SatO}_2/\text{FiO}_2$ de los cinco grupos estudiados. Se puede observar que en los grupos sin patología pulmonar no existen diferencias entre sí. Existen diferencias ($p < 0.05$) entre los grupos sin patología pulmonar cuando se comparan con los que tienen cierto grado de disfunción pulmonar (Grupo IV* y Grupo V*).

