

11237

30
29



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA**

**EFICIENCIA DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN EL CALCULO
DE CORTOS CIRCUITOS INTRAPULMONARES Y F_{iO_2} REQUERIDA
EN PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA**

TESIS QUE PRESENTAN

**DRA. ENNA ALICIA COSSIO OCHOA
DR. ROBERTO MORALES RAMIREZ**

**PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTAS EN
PEDIATRIA MEDICA**



INP

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

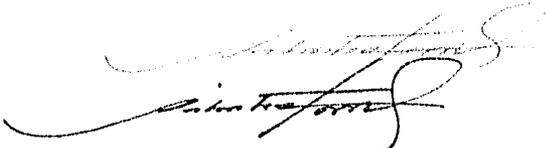
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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.

HOJA DE APROBACION

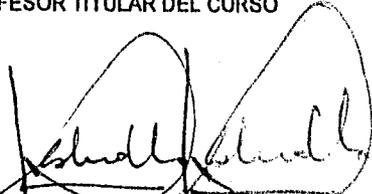
**EFICIENCIA DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN EL CALCULO DE
CORTOS CIRCUITOS INTRAPULMONARES Y FIO2 REQUERIDA EN
PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA**



DR. SILVESTRE FRENK FREUND
DIRECTOR GENERAL Y
PROFESOR TITULAR DEL CURSO



DR. RIGOBERTO MARTINEZ BENAVIDEZ
SUBDIRECTOR GENERAL DE ENSEÑANZA



DR. LUIS HSHIKI NAKANDAKARI
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE
ENSEÑANZA DE PRE Y POSGRADO



DRA. IRENE MAULEN RADOVAN
TUTOR DE LA TESIS



INDICE

	PAG.
I. RESUMEN	3
II. ANTECEDENTES	4
III. OBJETIVO	8
IV. MATERIAL Y METODOS	8
V. ANALISIS E INTERPRETACION DE LA INFORMACION	10
VI. RESULTADOS	11
VII. CONCLUSIONES	12
VIII. BIBLIOGRAFIA	14
IX. ANEXOS	15

RESUMEN

El oxígeno es esencial para la vida. Debido a su incapacidad para alcanzar directamente el microambiente tisular, ha originado el desarrollo en el ser humano de un sistema eficiente de transporte y entrega celular. Dado que la medición de la presión arterial de oxígeno brinda en realidad información limitada acerca de la eficiencia de este transporte es necesaria la medición de otros parámetros que permitan un análisis integral de la eficiencia ventilatoria.

Objetivo: Evaluar la sensibilidad y especificidad de los índices de oxigenación para predecir la existencia de cortos circuitos intrapulmonares patológicos, demostrar la correlación entre los índices de oxigenación y los cambios en la FiO_2 y evaluar la sensibilidad y especificidad de la fórmula usada para el cálculo de la FiO_2 requerida para predecir la PaO_2 deseada.

Material y métodos: Estudio prospectivo, transversal y observacional. Se incluyeron 90 muestras gasométricas tomadas en 50 pacientes con edades comprendidas entre 1 y 14 años de edad bajo ventilación mecánica (asistida o controlada), atendidos en las unidades de cuidado intensivo del Instituto Nacional de Pediatría en el período comprendido del 01 de junio al 31 de diciembre de 1994. Se determinaron los valores de presión arterial de oxígeno, presión arterial de bióxido de carbono, saturación arterial de oxígeno, % de cortos circuitos intrapulmonares (Q_{sp}/Q_t) y se calculó el gradiente alveolo-arterial de oxígeno ($P(A-a)O_2$), relación entre la presión arterial y la presión alveolar de oxígeno (Pa/PAO_2), relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno (Pa/FiO_2) y el cálculo de la FiO_2 requerida para una presión arterial de oxígeno deseada. Los valores se sometieron a análisis estadístico mediante cálculo de medias y desviación estándar, análisis de correlación lineal y cálculo de sensibilidad y especificidad.

Resultados: Se encontró una sensibilidad de 0.66, 0.71 y 0.98 y una especificidad de 0.79, 0.91 y 0.29 de $P(A-a)O_2$, Pa/FiO_2 y Pa/PAO_2 para predecir la existencia de Q_{sp}/Q_t en valores patológicos. Se encontró correlación directa positiva entre $P(A-a)O_2$ y los cambios en la FiO_2 así como correlación directa negativa entre PaO_2/FiO_2 y los cambios en la FiO_2 , independientemente del valor existente de cortos circuitos intrapulmonares (Q_{sp}/Q_t). No se encontró correlación entre Pa/PAO_2 y los cambios en la FiO_2 . La sensibilidad y especificidad de la fórmula para el cálculo de la FiO_2 requerida fue de 0.93 y 0.75 respectivamente.

Conclusiones: El índice $P(A-a)O_2$ es poco sensible para la vigilancia de pacientes bajo ventilación mecánica, debido a la variabilidad observada según los cambios en la FiO_2 , sin que necesariamente su incremento signifique empeoramiento de las condiciones pulmonares del paciente. Pa/PAO_2 es el índice más sensible para la vigilancia de este tipo de pacientes dada su estabilidad a pesar de los cambios en la FiO_2 , aunado a su alta sensibilidad. Se propone al cociente PaO_2/FiO_2 como una prueba contrastante dado su alto valor de especificidad. Este estudio demuestra una alta sensibilidad y especificidad de la fórmula usada en el cálculo de la FiO_2 requerida para una PaO_2 deseada.

ABSTRACT

Oxygen is essential for life. Due to its incapacity to reach directly the tissues, the human body has developed an efficient transport and delivery system. Since measurement of oxygen arterial pressure gives limited information about the efficiency of this transport system, it is necessary to measure other parameters which allow an integral analysis of ventilator efficiency.

Objective: To evaluate the sensitivity and specificity of oxygenation indexes to predict the existence of pathologic intrapulmonary shunt, to show the correlation between oxygen indexes and changes in oxygen inspired fraction and evaluate the sensitivity and specificity of the formula used to calculate the oxygen inspired fraction required to predict the arterial oxygen pressure.

Methods and material: Prospective, transversal and observational study. There were 90 blood gases samples taken from 50 patients with ages range between 1 to 14 years old under mechanical ventilation (assisted or controlled) hospitalized at the Institute Nacional de Pediatria Critical Care Units from June to December of 1994. Arterial oxygen pressure, carbon dioxide arterial pressure, arterial oxygen saturation, intrapulmonary shunt (Q_{sp}/Q_t), oxygen alveoli-arterial gradient ($P(A-a)O_2$), relation between arterial oxygen pressure and alveolar oxygen pressure (Pa/PAO_2), relation between arterial oxygen pressure and inspired oxygen fraction and inspired oxygen fraction needed for a oxygen arterial pressure desired were determined and calculated. These data were statistically analyzed by calculation of means, standard deviation, linear correlation analysis and determination of sensitivity and specificity.

Results: A sensitivity of 0.66, 0.71 and 0.98 and a specificity of 0.79, 0.91 and 0.29 were determined for $P(A-a)O_2$, Pa/FiO_2 and Pa/PAO_2 for predict the existence of Q_{sp}/Q_t in pathological values. There was a directly positive correlation between $P(A-a)O_2$ and FiO_2 changes as well as a directly negative correlation between PaO_2/FiO_2 and changes in FiO_2 independent of Q_{sp}/Q_t values. No correlation was found between Pa/PAO_2 and changes in FiO_2 . The sensitivity and specificity of the formula used to calculate the FiO_2 required to obtain a PaO_2 desired was 0.93 and 0.75 respectively.

Conclusions: $P(A-a)O_2$ is not too sensitive for surveillance of patients under mechanical ventilation due to the observed variability according with changes in FiO_2 . Pa/PAO_2 is the most sensitive index for surveillance in these type of patients due to its stability during FiO_2 changes and its high sensitivity. PaO_2/FiO_2 is proposed as a contrasting test due to its high specificity. This study demonstrate a high sensitivity and specificity for the formula used in the calculation of required FiO_2 for a desired PaO_2 .

ANTECEDENTES

El oxígeno (O₂) es esencial para la vida ya que en ausencia de éste, la producción de la energía necesaria para la vitalidad celular ocurre de manera inadecuada, produciéndose la muerte. El O₂ no puede alcanzar las células directamente desde su origen atmosférico, por lo que el ser humano ha desarrollado un efectivo sistema de entrega tisular que facilita el transporte de este elemento a todos los tejidos de la economía. Este sistema se ha dividido en 3 estadios: 1) Respiración externa representada por el movimiento de las moléculas de O₂ desde la atmósfera hasta la sangre contenida en los capilares pulmonares pasando por las unidades alveolares. 2) Transporte del O₂ desde los capilares pulmonares hacia las células, lo cual depende de la eficacia del sistema cardiovascular, de la existencia de un gasto cardíaco adecuado y de la concentración normal de hemoglobina (Hb). 3) Respiración interna la cual comprende el intercambio de O₂ y bióxido de carbono (CO₂) entre las células y los capilares tisulares (1).

La evaluación clínica de este sistema de oxigenación tisular se inicia con la evaluación de la respiración externa, mediante la determinación de la presión arterial de oxígeno (PaO₂). Esta medición aunque muy importante, provee poca información acerca de la eficiencia del transporte de oxígeno hacia el capilar pulmonar, por lo que se ha considerado necesaria la medición de los índices de oxigenación así como la determinación de los corto circuito intrapulmonares (Q_{sp}/Q_t) (2).

El concepto de Q_{sp}/Q_t se refiere a la cantidad de sangre que pasa a través del circuito pulmonar sin participar en la respiración externa, es decir es la sangre que entra al circuito pulmonar y sale de él con la misma concentraciones de oxígeno y bióxido de carbono. Existen dos mecanismos por los cuales puede ocurrir este fenómeno: 1) Cuando la sangre en su recorrido hacia el sistema pulmonar retorna al corazón sin haber pasado por los capilares pulmonares (corto circuito anatómico), generalmente a través de estructuras venosas especiales como las venas de Tebesio o las venas bronquiales. 2) Cuando la sangre pasa a través de una unidad alveolo-capilar que no contiene aire fresco intraalveolar (corto circuito capilar). Quizás el alvéolo en esta unidad se encuentre colapsado o lleno de líquido y por lo tanto no es funcional. Estos cortos circuitos capilares se dividen a su vez en verdaderos y relativos. En los cortos verdaderos no existe ventilación alveolar por lo que la

relación ventilación-perfusión es cero. Ejemplos de este tipo serían la neumonía, el edema pulmonar o las atelectasias. Los cortos relativos son unidades alveolo-capilares en las cuales el volumen de perfusión excede el volumen de ventilación y su relación ventilación es menor de 1, aunque no alcanza el cero. El corto circuito puede ser calculado mediante la fórmula: $(CcO_2 - CaO_2) / (CcO_2 - CvO_2)$ (Fórmula 1), donde CcO_2 representa el contenido capilar de oxígeno, CaO_2 representa el contenido arterial de oxígeno y CvO_2 representa el contenido venoso mezclado de oxígeno. El cálculo del CaO_2 se efectúa mediante la fórmula: $(Hb \times 1.34 \times SataO_2) + (PaO_2 \times 0.0031)$ (Fórmula 2) donde Hb es igual a hemoglobina del paciente y $SataO_2$ es la saturación arterial de oxígeno. Ya que el contenido capilar de oxígeno no pueda ser medido directamente se calcula mediante la fórmula: $(Hb \times 1.34 \times 1.0) + (PAO_2 \times 0.0031)$ ya que se asume que la saturación de la sangre capilar es 100% y la presión capilar de oxígeno ideal es similar a la PAO_2 . En relación con el contenido de sangre venosa mezclada de oxígeno requiere la toma de una muestra de sangre tomada a nivel de la aurícula derecha y mediante la fórmula: $(Hb \times 1.34 \times SatvO_2) + (PvO_2 \times 0.0031)$ (Fórmula 3), donde $SatvO_2$ representa la saturación venosa de oxígeno y PvO_2 la presión venosa parcial de oxígeno. Considerando la necesidad de corregir el cálculo del CcO_2 según los niveles de carboxihemoglobina ($HbCO$) y de metahemoglobina ($HbMet$) y dada la dificultad para la obtención de estos parámetros se ha intentado utilizar fórmulas que correlacionen de manera más estrecha con la medición de Qsp/Qt calculada por métodos invasivos, encontrándose que la fórmula que mejor correlaciona cuando no se tiene manera de corregir el CcO_2 en base a la $HbCO$ y la $HbMet$ es: $((PAO_2 - PaO_2) \times 0.0031) / ((CaO_2 - CvO_2) + ((PAO_2 - PaO_2) \times 0.0031))$ (Fórmula 4) y cuando no es posible contar con el cálculo de CvO_2 se recomienda la fórmula: $(CcO_2 - CaO_2) / ((CcO_2 - CaO_2) + 3.5)$ (Fórmula 5) (3). Dado que en condiciones normales no existen cortos circuitos verdaderos y el porcentaje de cortos circuitos relativos es equivalente solo al 1% del gasto cardíaco, aunado a que el corto circuito anatómico normal representa solo otro 1 a 2%, el corto circuito fisiológico normal es aproximadamente 3% del gasto cardíaco (4). Desde el punto de vista de significancia clínica aun un Qsp/Qt tan alto como al 20% no es usualmente de significancia clínica, por lo cual se habla de cortos circuitos patológicos por arriba del 20% (5).

Los índices de oxigenación incluyen: 1) Determinación del gradiente alveolo-arterial de oxígeno $P(A-a)O_2$, 2) Cociente presión arterial de oxígeno y fracción inspirada de oxígeno PaO_2/FiO_2 y 3) Cociente presión arterial y alveolar de oxígeno PaO_2/PAO_2 .

El $P(A-a)O_2$ es un índice de oxigenación utilizado para cuantificar la eficiencia de la difusión del oxígeno a través de la membrana alveolo-capilar. Dadas las variaciones interindividuales existentes el valor normal de este índice es de 20 mmHg en seres humanos menores de 60 años y respirando aire ambiente. En la clínica su valor puede incrementar como resultado de trastornos en la ventilación perfusión (V/Q), Q_{sp}/Q_t anormales o trastornos en la difusión. Para su cálculo es necesaria la determinación de la PaO_2 y de la PAO_2 . Cuando el individuo se encuentra respirando FiO_2 superiores al 60% la manera ideal de calcular la PAO_2 es restando a la presión inspirada de oxígeno (PIO_2) la presión arterial de bióxido de carbono ($PaCO_2$) (Formula 6). Cuando el individuo se encuentra respirando FiO_2 iguales o inferiores al 60% el cálculo de la PAO_2 se efectúa restando a la PIO_2 la resultante de multiplicar la $PaCO_2 \times 1.2$ (Formula 7). La PIO_2 se determina al restar a la presión atmosférica (PB) (760mm Hg a nivel del mar y 580mm Hg a nivel de la ciudad de México), la presión de vapor de agua (6% de la presión atmosférica) y multiplicar la resultante por la FiO_2 que se encuentre respirando el paciente en cuestión ($PIO_2=(PB - PH_2O) \times FiO_2$) (Formula 8) (6). Se ha informado que este índice posee la limitante de que no es útil para la vigilancia de la mejoría del estado pulmonar del paciente ya que sus valores dependen directamente de las modificaciones efectuadas en la FiO_2 (7). El PaO_2/FiO_2 es otro índice utilizado por muchos investigadores como una medida de la eficiencia en el intercambio alveolo-arterial de oxígeno. Su valor normal es de 400 a 500 mmHg si consideramos como valores normales de PaO_2 80-100 mmHg en un adulto respirando aire ambiente (FiO_2 de 21%). El valor de este índice ha sido criticado ya que no siempre refleja cambios en la existencia de cortos circuitos (8,9). No obstante se considera que un índice de PaO_2/FiO_2 inferior a 200 mmHg refleja por lo general la existencia de cortos circuitos mayores al 20%. Igualmente que la existencia de un índice PaO_2/FiO_2 muy bajo en presencia de una FiO_2 elevada es evidencia una pobre respuesta a la terapéutica con oxígeno y por ende de la existencia de cortos circuitos de tipo absoluto.

El PaO_2/PAO_2 representa el porcentaje de oxígeno alveolar que alcanza la sangre arterial del capilar pulmonar. Su valor normal mínimo es de 75% y posee la gran ventaja que permanece estable a pesar de cambios en la FiO_2 (10,11). De manera similar a la determinación del $P(A-a)O_2$ un valor inferior a 75% indica la existencia de anomalía en V/Q , aumento en el porcentaje de Q_{sp}/Q_t o trastornos de la difusión. Este índice es más estable cuando la FiO_2 es mayor al 30%, la PaO_2 es menor de 100 mmHg y cuando existen Q_{sp}/Q_t aumentados. Por lo anterior este índice de oxigenación, parece ser el mejor para el seguimiento de la función pulmonar en pacientes bajo ventilación mecánica y FiO_2 variables. Adicionalmente se ha utilizado este índice como una forma de estimar la presión arterial de oxígeno esperada posterior a un cambio en la FiO_2 en base a la fórmula: $(FiO_2 \text{ requerida} = ((PaO_2 \text{ deseada} / (PaO_2/PAO_2) + PaCO_2) / (PB - PH_2O))$ (Fórmula 9), lo que ha permitido la reducción en el tiempo que el paciente es sometido a hipoxemia o hiperoxemia, reducción en la necesidad de muestras de gases sanguíneos arteriales, costos para el paciente y las complicaciones potenciales de las punciones arteriales repetitivas (12,13). No existen en la actualidad estudios clínicos que hallan evaluado la eficacia de los índices de oxigenación en la vigilancia clínica objetiva de pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica por lo que es totalmente justificable efectuar un estudio prospectivo para evaluar la sensibilidad de los índices de oxigenación para predecir la existencia de Q_{sp}/Q_t en rango patológico y su correlación con los cambios efectuados en la FiO_2 , así como para evaluar la sensibilidad y eficacia de la fórmula utilizada para el cálculo de la FiO_2 requerida.

OBJETIVO

1. Evaluar la sensibilidad y especificidad de los índices de oxigenación para predecir la existencia de Qsp/Qt en rangos patológicos.
2. Demostrar la correlación entre los índices de oxigenación y los cambios efectuados en la FiO2 en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica.
3. Evaluar la sensibilidad y especificidad del calculo de la FiO2 requerida para predecir la PaO2 deseada.

MATERIAL Y METODOS

Se estudio de forma retrospectiva y longitudinal a 50 pacientes con edades entre 1 y 14 años de edad hospitalizados en las unidades de cuidado intensivo del Instituto Nacional de Pediatría en el periodo comprendido de Junio a Diciembre de 1994.

Se incluyeron pacientes bajo ventilación mecánica asistida o controlada.

Se excluyeron pacientes con metahemoglobinemia , hiperleucocitosis, cardiopatías, sangrado activo y/o cualquier otra patología que contraindicara la punción arterial periférica para toma de gasometria.

Durante el estudio se excluyeron aquellos pacientes en quienes la gravedad de su patología obligara a efectuar cambios en los parámetros de ventilación mecánica fuera de los objetivos trazados en el estudio.

Las variables en estudio fueron edad (meses), peso desnudo (grms) en báscula de sensibilidad a 10gr, talla recumbente (cms) en menores de 4 años y de pie en mayores de 4 años, frecuencia cardíaca (latidos/min.), presión arterial sistémica (mm Hg), diagnostico de base, moda ventilatoria, hemoglobina (gr/dl) (Cianometahemoglobina), FiO2 inicial ofrecida, determinación de pH, PaO2, PaCO2 y Sat.aO2, calculo de los índices de oxigenación de acuerdo a las fórmulas 6 a la 9, FiO2 requerida para obtener una PaO2 de 90mmHg y calculo del % de Qsp/Qt de acuerdo a la formula no. 5. La determinación de los valores gasometricos y el calculo de los índices de oxigenación se efectuaron antes y después del

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

cambio en la FiO_2 . Los cálculos de los índices de oxigenación y de la FiO_2 requerida se efectuaron automáticamente a través de un programa de computo realizado en sistema de programación Basic-86 a través de computadora 80486.

En el lapso de tiempo comprendido entre las dos determinaciones gasométricas no se efectuó ninguna modificación en los parámetros ventilatorios con la finalidad de que el cambio en la PaO_2 pudiera ser atribuido exclusivamente al cambio en la FiO_2 .

La toma de muestras gasométricas se realizó mediante punción arterial directa de la arteria radial, previa realización de la prueba de Allen modificada y asepsia con alcohol.

Las muestras de sangre se obtuvieron en jeringas hipodérmicas de 1ml de capacidad con 0.05ml de heparina (1,000 Unidades/ml) como anticoagulante, se transportaron en hielo y se procesaron en los primeros 15 minutos posteriores a su obtención a través de gasómetro Corning 238.

ANALISIS E INTERPRETACION DE LA INFORMACION.

El calculo estadístico se efectuó en computadora personal 80486, mediante el programa EPI-5 de la Organización Mundial de la Salud.

Se efectuó un análisis descriptivo de todas las variables mediante determinación de medias y desviación estándar.

Se calculó la sensibilidad y especificidad de $P(A-a)O_2$, PaO_2/FiO_2 y Pa/PAO_2 para predecir la existencia o ausencia de $Qsp/Qt > 20\%$ (Sensibilidad=Verdaderos positivos/(verdaderos positivos + falsos negativos); Especificidad=Verdaderos negativos/(falsos positivos + verdaderos negativos); donde **verdaderos positivos**= numero de pacientes con $P(A-a)O_2$ mayor del valor calculado para su FiO_2 recibida, $Pa/FiO_2 < 200$ ó $Pa/PAO_2 < 0.75$ y $Qsp/Qt > 20\%$, **falsos positivos**= numero de pacientes con $P(A-a)O_2$ mayor del valor calculado para su FiO_2 recibida, $Pa/FiO_2 < 200$ ó $Pa/PAO_2 < 0.75$ y $Qsp/Qt < 20\%$, **falsos negativos**= numero de pacientes con $P(A-a)O_2$ menor del valor calculado para su FiO_2 recibida, Pa/FiO_2 igual o > 200 ó $Pa/PAO_2 > 0.75$ y $Qsp/Qt > 20\%$ y **verdaderos negativos**= numero de pacientes con $P(A-a)O_2$ igual o menor del valor calculado para su FiO_2 recibida, $Pa/FiO_2 > 200$ o Pa/PAO_2 igual o > 0.75 y $Qsp/Qt < 20\%$).

Se realizó un analisis de correlación lineal entre los indices de oxigenación y los cambios en la FiO_2 a través del calculo de r de Pearson.

Se calculó la sensibilidad y especificidad del calculo de la FiO_2 requerida para predecir la PaO_2 obtenida, posterior a las modificaciones realizadas en la FiO_2

RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio 50 pacientes, 26 del sexo masculino y 24 del femenino. La edad del total de pacientes ($x \pm D.E.$) fue de 85.5 ± 66.8 meses.

Las características de la población al ingreso se describen en la tabla no. 1. y las patologías que condicionaron las necesidades de ventilación mecánica en la tabla no. 2.

Se analizaron 90 muestras (50 obtenidas al ingreso y 40 posterior al cambio de la FiO_2 del ventilador).

Los parámetros de la gasometría arterial, el cálculo de los índices de oxigenación y Q_{sp}/Q_t antes y después del cambio en la FiO_2 se presentan en las tablas no. 3 a 5.

La sensibilidad y especificidad de $P(A-a)O_2$, PaO_2/FiO_2 y PaO_2/PAO_2 para corroborar o descartar la existencia de $Q_{sp}/Q_t > 20\%$ se presentan en las tablas no. 6 a 8, observándose que Pa/PAO_2 tuvo la sensibilidad más alta (0.98) y Pa/FiO_2 la mayor especificidad (0.91).

$P(A-a)O_2$ mostró una correlación directa positiva con los cambios en la FiO_2 , independientemente de los valores en Q_{sp}/Q_t ($r=0.85$ y 0.98) (Fig. no. 1 y 2).

PaO_2/FiO_2 mostró una correlación directa negativa con los cambios en la FiO_2 , independientemente de los valores en Q_{sp}/Q_t ($r=0.66$ y 0.78) (Fig. 3 y 4).

Por el contrario PaO_2/PAO_2 no mostró correlación con los cambios de la FiO_2 , independientemente de los valores en Q_{sp}/Q_t ($r= 0.45$ y 0.42) (Fig. 5 y 6).

La sensibilidad de la fórmula para el cálculo de la FiO_2 requerida para la obtención de la PaO_2 deseada fue de 0.93 con una especificidad de 0.75 (Tabla no. 9).

CONCLUSIONES

La medición objetiva de diversas variables respiratorias en pacientes con insuficiencia respiratoria bajo ventilación mecánica, han demostrado utilidad para establecer el grado de severidad del daño pulmonar, evaluar la respuesta al tratamiento establecido y dar seguimiento al curso de la enfermedad.

Dado que la medición de la PaO₂ provee poca información acerca de la eficiencia del transporte de oxígeno hacia el capilar pulmonar, se torna necesaria la medición de los índices de oxigenación y del cálculo de cortos circuitos.

El conocer el corto circuito intrapulmonar es necesario para el diagnóstico, la selección de la terapéutica óptima para cada paciente y su seguimiento.

El cálculo de Q_{sp}/Q_t implica la toma, con todos los riesgos que ello implica, de una muestra de sangre arterial, una muestra venosa tomada de la aurícula derecha o de la vena cava superior, la corrección de los valores gaseométricos de acuerdo a los niveles de metahemoglobina y carboxihemoglobina así como la determinación de los valores de hemoglobina.

Los índices de oxigenación, los cuales informan de la eficiencia de la hematosis y de la existencia de cortos circuitos patológicos, se realizan de forma simple con una sola medición de gasometría arterial y conociendo la FiO₂ ofrecida por el ventilador mecánico por lo cual son de gran utilidad clínica.

Este trabajo presenta la evaluación de la sensibilidad y especificidad de los tres índices de oxigenación mayormente utilizados (P(A-a)O₂, Pa/FiO₂ y PaO₂/PAO₂) para detectar cortos circuitos pulmonares patológicos, su correlación con los cambios con la FiO₂ así como la sensibilidad y especificidad de la fórmula para el cálculo de la FiO₂ requerida para obtener una PaO₂ deseada.

El P(A-a)O₂ es uno de los índices de oxigenación más conocidos y utilizado para cuantificar la eficiencia de la hematosis. Sin embargo según se ha descrito posee la limitante de que no es útil para la vigilancia de la mejoría del estado pulmonar del paciente ya que sus valores dependen directamente de las modificaciones efectuadas en la FiO₂ (4). Los resultados de este estudio son consistentes con estas observaciones ya que independientemente de los

valores de Qsp/Qt observamos una correlación positiva entre el incremento en la FiO2 y el aumento del gradiente ($r=0.65$ con Qsp/Qt < 20% y 0.98 con Qsp/Qt > 20%).

El índice PaO2/PAO2 (Porcentaje de oxígeno alveolar que alcanza la sangre arterial del capilar pulmonar y cuyo valor normal mínimo es de 75%), posee la gran ventaja sobre el índice P(A-a)O2 que permanece estable, a pesar de cambios en la FiO2 (5,6). El presente estudio, consistente con esta observación, demostró ausencia de correlación entre los cambios efectuados en la FiO2 y este índice ($r=0.45$ con Qsp/Qt < 20% y $r=0.42$ con Qsp/Qt > 20%)

Al calcular la sensibilidad y especificidad de estos tres índices para corroborar la existencia de Qsp/Qt en rango patológico, observamos que si bien el índice Pa/PAO2 posee una gran sensibilidad (0.98), dada su baja especificidad (0.29), no puede ser utilizado como una herramienta única para el seguimiento de la función respiratoria en pacientes bajo ventilación mecánica, requiriéndose la utilización de pruebas contrastantes de mayor peso como sería el cociente PaO2/FiO2 con especificidad de 0.91.

Finalmente y de manera consistente con lo reportado por otros autores, encontramos una alta sensibilidad (0.93) y especificidad (0.75) de la fórmula para el cálculo de la FiO2 requerida para obtener una PaO2 deseada por lo que se propone como una herramienta útil para reducir la necesidad de muestras sanguíneas arteriales repetitivas y del tiempo en que el paciente permanece sometido a hipoxia o hiperoxia.

BIBLIOGRAFIA

1. Malley J. Oxygenation and external respiration, oxygen transport and internal respiration. In: Bakow DE, Capps JS, Hess DD, Marini J (De). Clinical blood gases. Saunders Co. 1990;59-101.
2. Shapiro BA, Harrison RA, Walton JR (ed). Clinical application of blood gases, 3rd. ed. Chicago, Year book med pub, 1972.
3. Dganit S, Maxwell C. A comparison of five common equations used to calculate Q_{sp}/Q_t (Abstract) *Respir Care* 1986;31:943-944.
4. West JB. Ventilation/blood flow and gas exchange, 3er de. Oxford London, Blackwell Scientific Pubs. 1987.
5. Zetterstrom H. assessment of the efficiency of pulmonary oxygenation: The choice of oxygenation index. *Acta Anaesthesiol Scand* 1988;32:579-84.
6. Lawrence M. Abbreviating the alveolar gas equation: An argument for simplicity. *Respiratory care* 1985;30:964-967.
7. Hoffstein ND, Zamel N. Estimation of changes in alveolar-arterial oxygen gradient induced by hypoxia. *J Lab Clin Med* 1984;104:685-692.
8. Dean JM, Wetzel R, Gioia R, Rogers MC. Use of oxygen-derived variables for estimation of pulmonary shunt in critically ill children. *Crit Care Med* 1984;22:280.
9. Gross R. Graphical approach for prediction of arterial oxygen tension at different concentrations of inspired oxygen. *Chest* 1981;79:311-315.
10. Dean Hess, Christopher Maxwell. Which is the best index of oxygenation ?. *Respiratory care* 1985;30:961-962.
11. Gilbert R. The arterial/alveolar oxygen tension ratio: An index of gas exchange applicable to varying inspired oxygen concentrations. *Am Rev Respir Dis* 1974;109:142-145.
12. Viale JP, Carlisle JR. Arterial-alveolar oxygen partial pressure ratio: A theoretical reappraisal. *Cri Care Med* 1986;14:153-154.
13. Christopher Maxwell, Dean Hess. Use of the arterial/alveolar oxygen tension ratio to predict the inspired oxygen concentration needed for a desired arterial oxygen tension. *Respiratory care* 1984;29:1135-1138.

A N E X O S

**UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN
PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA**

TABLA 1. DATOS CLINICOS Y HEMODINAMICOS

PARAMETRO	($\bar{x} \pm D.E.$)
PESO (grms)	22,157 \pm 15,158
TALLA (cm)	107.5 \pm 32.8
FCA. CARD.(lat./min)	120 \pm 23
FCA. RESP.(resp./min)	30 \pm 11
PRESION SIST.(mmHg)	102 \pm 16
PRESION DIAST.(mmHg)	68 \pm 10
Hemoglobina (gr/dl)	12.2 \pm 1.9

**UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN
PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA**

TABLA 2. ETIOLOGIAS QUE MOTIVARON MANEJO BAJO VENTILACION MECANICA.

PATOLOGIA	n	%
HIPERTENSION ENDOCRANEANA	18	36
CHOQUE SEPTICO	15	30
PO. LAPAROTOMIA ABDOMINAL	6	12
ENCEFALOPATIA HEPATICA	4	8
SINDROME HIPOTONICO	4	8
CASI AHOGAMIENTO	1	2
CONTUSION PULMONAR	1	2
PO DERIVACION PORTA	1	2

**UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN
PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA**

**TABLA 3. VALORES GASOMETRICOS E INDICES DE OXIGENACION A LA ADMISION
Y POSTERIOR AL CAMBIO EN LA FIO2.**

GRUPO DE PACIENTES HIPOXEMICOS A SU INGRESO

PARAMETRO	VALORES ($\bar{x} \pm D.E.$)		p
	Ingreso	Postcambio	
FIO2 recibida(%)	44 \pm 17	54 \pm 21	NS
PaO2 (mmHg)	69.8 \pm 6.1	93.2 \pm 20.7	0.038*
PaCO2 (mmHg)	30.6 \pm 7.1	32.2 \pm 8.2	NS
SataO2 (vol.%)	95 \pm 1.5	96.9 \pm 1.45	0.00005*
P(A-a)O2 (vol.%)	132.7 \pm 94.2	162.3 \pm 114.8	NS
PaO2/FIO2 (vol.%)	178.2 \pm 58.8	194.5 \pm 79.7	NS
PaO2/PAO2 (vol.%)	0.4 \pm 0.17	0.43 \pm 0.21	NS
Qsp/Qt (%)	25.8 \pm 6.5	21.4 \pm 8.01	NS

* DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (ANOVA)

**UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN
PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA**

**TABLA 4. VALORES GASOMETRICOS E INDICES DE OXIGENACION A LA ADMISION
Y POSTERIOR AL CAMBIO EN LA FIO2.**

GRUPO DE PACIENTES NORMOXEMICOS A SU INGRESO

PARAMETRO	VALORES (x ± D.E.)		p
	Ingreso	Postcambio	
FiO2 recibida(%)	41.3 ± 14.6	50 ± 17.7	NS
PaO2 (mmHg)	87.6 ± 5.8	97.1 ± 10.2	0.005*
PaCO2 (mmHg)	31.3 ± 7.5	31.7 ± 6.3	NS
SataO2 (vol.%)	97 ± 0.6	97.5 ± 0.8	NS
P(A-a)O2 (vol.%)	100.3 ± 79.2	138.7 ± 101.9	NS
PaO2/FiO2 (vol.%)	232.2 ± 67.6	212.6 ± 72.2	NS
PaO2/PAO2 (vol.%)	0.5 ± 0.18	0.47 ± 0.16	NS
Qsp/Qt (%)	18.2 ± 5.9	18.9 ± 6.55	NS

* DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (ANOVA)

**UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN
PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA**

**TABLA 5. VALORES GASOMETRICOS E INDICES DE OXIGENACION A LA ADMISION
Y POSTERIOR AL CAMBIO EN LA FIO2.**

GRUPO DE PACIENTES HIPEROXEMICOS A SU INGRESO

PARAMETRO	VALORES ($\bar{x} \pm D.E.$)		p
	Ingreso	Postcambio	
FiO2 recibida(%)	47.7 \pm 19.6	35 \pm 16.4	NS
PaO2 (mmHg)	126.4 \pm 20.5	112 \pm 23.4	NS
PaCO2 (mmHg)	30 \pm 7.6	28.4 \pm 6.4	NS
SataO2 (vol.%)	98.5 \pm 0.4	98.1 \pm 1.0	NS
P(A-a)O2 (vol.%)	98.7 \pm 10.3	70.1 \pm 7.2	NS
PaO2/FiO2 (vol.%)	294.5 \pm 93.2	374.2 \pm 173.5	NS
PaO2/PAO2 (vol.%)	0.64 \pm 0.22	0.89 \pm 0.43	NS
Qsp/Qt (%)	12.8 \pm 6.7	10.8 \pm 7.48	NS

**UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN
PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA**

**TABLA 6. RELACION ENTRE GRADIENTE ALVEOLO-ARTERIAL DE
OXIGENO Y CORTOS CIRCUITOS INTRAPULMONARES.**

CARACTERISTICA	n
Qsp/Qt > 20, P(A-a)O2 NORMAL (FN)	14
Qsp/Qt > 20, P(A-a)O2 ANORMAL(VP)	28
Qsp/Qt < 20, P(A-a)O2 NORMAL (VN)	38
Qsp/Qt < 20, P(A-a)O2 ANORMAL(FP)	10
	%
Sensibilidad= VP/(VP + FN)	0.66
Especificidad= VN/(FP + VN)	0.79

**UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN
PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA**

TABLA 7. RELACION ENTRE Pa/FiO2 Y CORTOS CIRCUITOS INTRAPULMONARES.

CARACTERISTICA	n
Qsp/Qt > 20, Pa/FiO2 < 200 (VP)	30
Qsp/Qt > 20, Pa/FiO2 > 200 (FN)	12
Qsp/Qt < 20, Pa/FiO2 < 200 (FP)	4
Qsp/Qt < 20, Pa/FiO2 > 200 (VN)	44
	%
Sensibilidad = $VP / (VP + FN)$	0.71
Especificidad = $VN / (FP + VN)$	0.91

**UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN
PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA**

**TABLA 8. RELACION ENTRE PaO₂/PAO₂ Y CORTOS CIRCUITOS
INTRAPULMONARES.**

CARACTERISTICA	n
Qsp/Qt > 20, Pa/PAO₂ <0.75 (VP)	41
Qsp/Qt > 20, Pa/PAO₂ >0.75 (FN)	1
Qsp/Qt < 20, Pa/PAO₂ <0.75 (FP)	34
Qsp/Qt < 20, Pa/PAO₂ >0.75 (VN)	14
	%
Sensibilidad=VP/(VP+FN)	0.98
Especificidad=VN/(FP+VN)	0.29

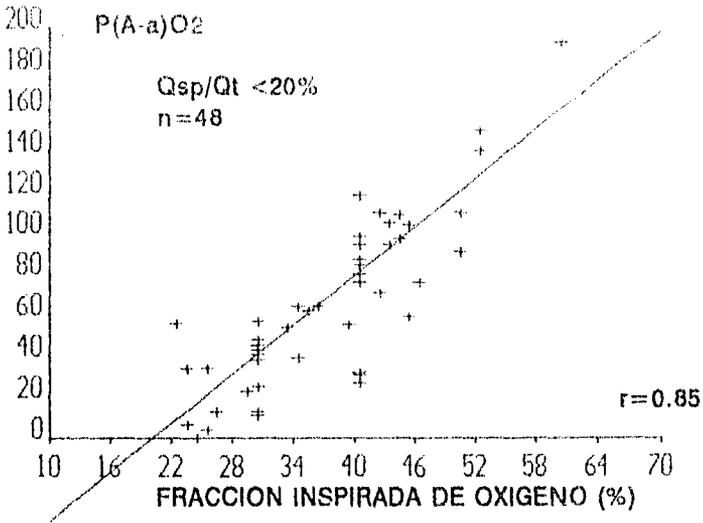
**UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN
PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA**

TABLA 9. RELACION ENTRE CALCULO DE LA FIO2 REQUERIDA Y PaO2 OBSERVADA.

GRUPO	CARACTERISTICA	n
1	PaO2 DEBIA SUBIR Y SUBIO (VP)	26
2	PaO2 DEBIA BAJAR Y BAJO (VN)	9
3	PaO2 SIN CAMBIOS	10
4	PaO2 DEBIA SUBIR Y BAJO (FP)	3
5	PaO2 DEBIA BAJAR Y SUBIO (FN)	2
		%
	SENSIBILIDAD=VP/(VP+FN)	93
	ESPECIFICIDAD=VN/(FP+VN)	75

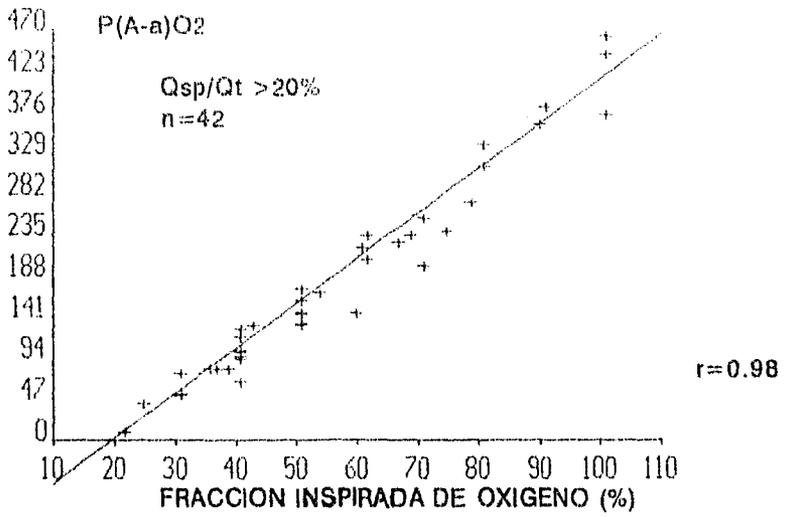
UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN PACIENTES
PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA

FIG. 1 RELACION ENTRE P(A-a)O₂ Y FIO₂



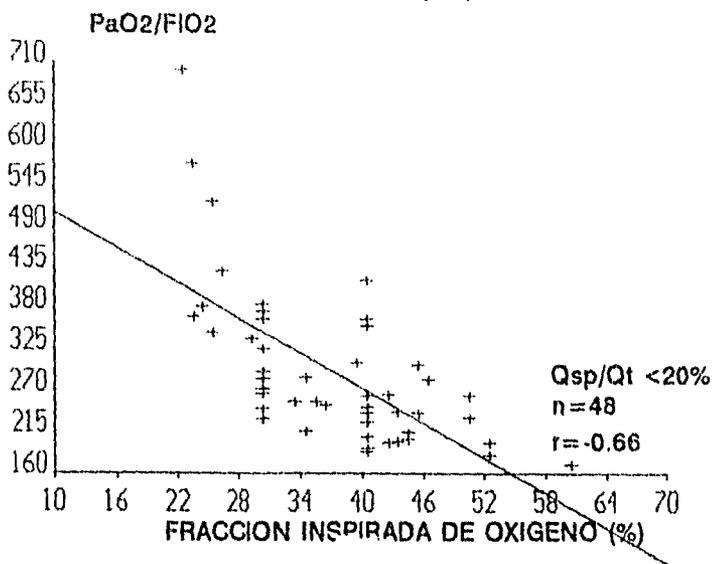
UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN PACIENTES
PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA

FIG. 2 RELACION ENTRE P(A-a)O₂ Y FIO₂



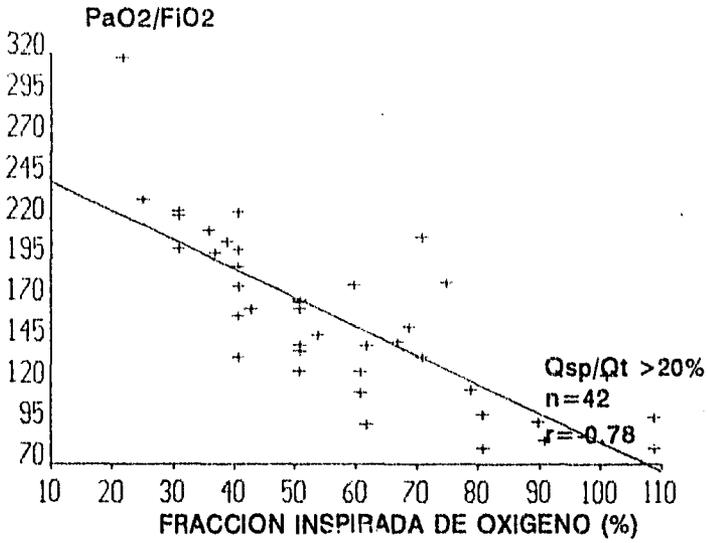
UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN PACIENTES PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA

FIG. 3 RELACION ENTRE P(A-a)O2 Y FIO2



UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN PACIENTES
PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA

FIG. 4. RELACION ENTRE P(A-a)O₂ Y FiO₂



UTILIDAD DE LOS INDICES DE OXIGENACION EN PACIENTES
PEDIATRICOS BAJO VENTILACION MECANICA

FIG. 6. RELACION ENTRE Pa/PAO2 Y FIO2

