

11237



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

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

**FRECUENCIA RESPIRATORIA Y SATURACION POR
OXIMETRIA DE PULSO EN NIÑOS DE
2 A 59 MESES DE EDAD A LA ALTURA
DE LA CIUDAD DE MEXICO (2230 mts.)**

TRABAJO DE INVESTIGACION

Q U E P R E S E N T A

ARIC ARAUJO MARTINEZ

PARA RECIBIR DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN

P E D I A T R I A



MEXICO, D. F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



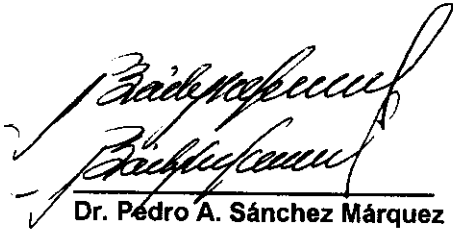
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

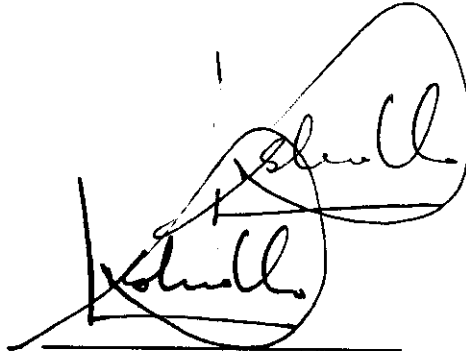
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

FRECUENCIA RESPIRATORIA Y SATURACIÓN POR OXIMETRÍA DE PULSO EN NIÑOS DE 2- 59 MESES DE EDAD A LA ALTURA DE LA CIUDAD ED MÉXICO (2230 mts)



Dr. Pedro A. Sánchez Márquez
Director de Enseñanza
Profesor titular del curso



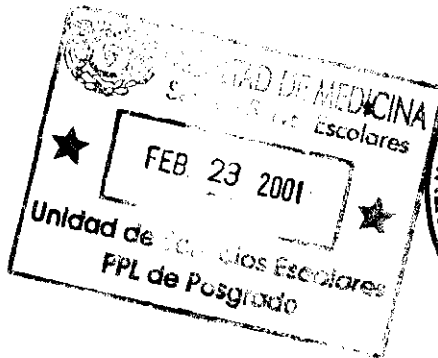
Dr. Luis Heshiki Nakandakari
Jefe del departamento de Pre
y Posgrado



D.C. Pedro Gutiérrez Castellón
Asesor de metodología



M.C. Nuria F. Revilla Estivil
Tutor de la tesis



FRECUENCIA RESPIRATORIA Y SATURACIÓN POR OXIMETRÍA DE PULSO EN NIÑOS DE 2 A 59 MESES DE EDAD A LA ALTURA DE LA CIUDAD DE MÉXICO (2230 mts)

Revilla-Estivill NF, MD MS+, Maulen-Radován IE*, Soler-Chávez E*, Araujo-Martínez A+.

*DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA, INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA.

+DEPARTAMENTO DE URGENCIAS, INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA.

Objetivo: Determinar la frecuencia respiratoria y saturación por oximetría de pulso en niños sanos de 2 a 59 meses de edad en la Ciudad de México (a 2230 metros de altura sobre el nivel del mar) y compararlos con parámetros de referencia utilizados en la práctica clínica. **Material y métodos:** estudio descriptivo, observacional, transversal, prolectivo. El estudio se llevó a cabo con 140 niños sanos que acudieron a centros de salud a consulta de niño sano y en guarderías, entre octubre de 1999 y marzo 2000. Criterios de inclusión: Edad de 2 a 59 meses de edad, ambos géneros, asintomáticos y clínicamente sanos. Criterios de exclusión: Cualquier patología subyacente o sospecha de la misma. Mediciones: saturación por oximetría de pulso (SatO₂), frecuencia respiratoria (FR), edad, peso, talla. Se realizó análisis mediante estadística descriptiva según la distribución de las variables primarias, empleando intervalos de confianza al 95% y percentilas, según distribución por grupo etéreo y género. Se emplearon los paquetes SPSS para Windows versión 6.0, Statistica. El estudio se clasifica como investigación de riesgo mínimo, cumple con los principios generales de la declaración de Helsinki y fue autorizado por los Comités de investigación y de ética del Instituto Nacional de Pediatría. **Resultados:** Se presentan los valores de FR y SatO₂, en medias, medidas de dispersión y percentilas 3 - 97 por grupo etéreo. Se proponen puntos de corte para bradipnea y taquipnea por percentil 3 y 97 de FR y para hipoxemia por SatO₂ acorde a percentil 3 de saturación. La FR promedio en niños menores de 3 años fue de 36.73 ± 6.86 respiraciones por minuto, la SatO₂ fue de $94.08\% \pm 2.27$; en los niños mayores de 3 años la FR fue de 24 ± 2.16 y la SatO₂ $93.77\% \pm 2.1$ %. La diferencia en FR para los grupos de edad es estadísticamente significativa ($t=16.6$, $p < 0.00001$); no existe diferencia para la SatO₂ ($p=0.47$) Al comparar los resultados de este estudio con otros marcos de referencia utilizados en nuestro medio, las principales diferencias se localizan en la frecuencia respiratoria en los grupos de edad de menores de 3 años, siendo nuestro percentil 97 mayor a los valores propuestos en otros estudios.

Palabras clave: frecuencia respiratoria, saturación por oximetría, niños sanos, altura sobre nivel de mar.

RESPIRATORY RATE AND SATURATION BY PULSE OXIMETRY IN HEALTHY CHILDREN 2 TO 59 MONTHS OF AGE AT MEXICO CITY (2230m ABOVE SEA LEVEL).

Objective: To determine respiratory rate and saturation by pulse oximetry in healthy children aged 2 to 59 months at México City (2230m above sea level) and to compare them with reference parameters used in clinical practice.

Patients and Methods: Descriptive, cross sectional and prospective study. Inclusion criteria: Clinically healthy children, 2 to 59 months of age, both sexes; Exclusion criteria: any underlying disease or suspicion of them. Measurements: Saturation by pulse oximetry (SatO₂), respiratory rate (RR), age, sex, weight and height. We performed descriptive statistics analysis, according to primary variables distribution using 95% confidence intervals and percentiles by sex and age groups. The study was approved by the NIP's ethics committee.

Results: We present SatO₂ and RR values in means, standard deviation and 3 to 97 percentiles by age group. The RR average in children under 3 years of age was 36.73 ± 6.86 respirations per minute, and SatO₂ 94.08% ± 2.27%. In children over 3 years of age the RR average was 24 ± 2.16 respirations by minute and SatO₂ 93.77% ± 2.1%. The difference among age groups for respiratory rates had statistical significance (p=0.00001). The difference for SatO₂ was not significant (p=0.47).

Conclusions: The principal difference was observed in respiratory rate for the group under 3 years of age. Our 97 percentile was higher than the proposed values in other studies. We suggest that clinical respiratory evaluation in children under three years of age should consider the altitude above sea level.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales riesgos en el paciente pediátrico con patología respiratoria es la hipoxemia, cuya presencia determina una mayor morbilidad y mortalidad. Cada población tiene particularidades culturales, económicas, demográficas y geográficas que modifican este fenómeno; las localidades que se encuentran a diversas altitudes sobre el nivel del mar requieren de parámetros de referencia adecuados para determinar taquipnea y/o riesgo de hipoxemia.

La frecuencia respiratoria (FR) es un indicador sensible pero inespecífico de función respiratoria. La FR "normal" ha sido establecida de forma arbitraria en muchas situaciones. La altitud sobre el nivel del mar modifica la función ventilatoria, la presión alveolar (PAO_2) y presión arterial de oxígeno (PaO_2), la saturación arterial (SaO_2), la ventilación/minuto, las respuestas a hipoxia, la concentración y las curvas de disociación de la hemoglobina (Hb). Conforme aumenta la altitud sobre el nivel del mar, los sujetos se encuentran cada vez más cerca o en la parte más inclinada de la curva de disociación de la hemoglobina, donde pequeños cambios en la PaO_2 generan importantes cambios en la saturación. Las modificaciones de PaO_2 y saturación no se dan en forma lineal de manera que permitieran una predicción adecuada a diferentes altitudes. A grandes alturas sobre nivel del mar se emplean mecanismos de compensación para incrementar PAO_2 y PaO_2 , como la hiperventilación, el aumento en las cifras de Hb, la desviación de la curva de disociación de Hb a la izquierda (por alcalosis respiratoria y variaciones del 2-3 DPG) y el aumento de la capacidad respiratoria máxima con modificación del cociente respiratorio hasta 1^(1,10,11,12,19). Existe evidencia de que estos mecanismos no se instalan desde el nacimiento, si no que se desarrollan paulatinamente en los primeros años de la vida (y a través de generaciones)⁽²⁾, encontrándose un incremento lento de las saturaciones arteriales y de las concentraciones de Hb hasta los 5 años de vida, fenómeno que no se observa en niños a nivel del mar o ni siquiera a 1600 metros de altitud.^(5,6,8) Así, los valores de "normalidad", los mecanismos de compensación y la respuesta a una alteración respiratoria también difieren y deben ser considerados para tomar una conducta de abordaje y terapéutica acertadas. En el caso de las enfermedades respiratorias existe actualmente poca información con respecto a los valores de saturación "normal" y definiciones de hipoxemia en lugares con alturas superiores a las del nivel del mar, y en muchas ocasiones se usan las propuestas para localidades de menor altitud.^(3,4,10,11,12)

La medición de la saturación por oximetría de pulso, fue introducida en la década de los 70's, y ha sido cada vez más apoyada y validada en el abordaje diagnóstico y la toma de decisiones terapéuticas en las patologías respiratorias. El oxímetro de pulso es un instrumento de monitorización no invasivo, simple, sencillo y exacto que determina la saturación arterial de oxígeno.^(3,4) La saturación de oxígeno depende de la curva de disociación de la hemoglobina, en donde para una misma PaO_2 , la saturación podrá ser más alta o más baja si la curva es desviada a la izquierda o a la derecha respectivamente^(1,2,19). A la altura de la Ciudad de México la SaO_2 referida es

más alta para una misma PaO_2 que a nivel del mar. Los valores de saturación dados por oximetría de pulso se consideran exactos y confiables (con una medición de saturación dentro de un intervalo de confianza al 95% de $\pm 4\%$ cuando la saturación es $\geq 70\%$ en una medición adecuadamente realizada). La saturación de oxígeno (así como frecuencias respiratorias) ha sido determinada a diferentes alturas sobre el nivel del mar⁽⁵⁻¹²⁾, estos estudios han sido realizados en altitudes extremas, reportándose saturaciones tan bajas como 75% en población pediátrica sana a 3500m de altura o de 80% a 3000m, en poblaciones similares, lo cual contrasta con lo reportado a nivel del mar; del mismo modo se ha identificado que el punto a partir del cual se generan cambios son los 1600m de altura, ya que los datos reportados a nivel del mar son los mismos registrados hasta este nivel.^(2,5,6,7,8,9)

La Ciudad de México se encuentra a 2230m sobre el nivel del mar, a esa altura la presión atmosférica es de 583 torr y la presión de oxígeno de 110 torr, determinando que la presión alveolar de oxígeno (PAO_2) sea aproximadamente de 67torr, aunque puede ser tan baja como 62.5; la presión arterial de bióxido de carbono (PaCO_2) de 36 torr y la saturación arterial de oxígeno ($\text{SaO}_2\%$) aproximadamente de 90%-94%, con una PaO_2 oscilando entre 60 y 70 mmHg. Estos estudios han sido hechos en población sana de individuos adultos, y se han extrapolado dichos valores de "normalidad" a la población pediátrica.^(1,9,19)

En base a los datos anteriores, pueden ser inapropiados tanto los límites usados para definir hipoxemia a nivel del mar (60mmHg o 90% de saturación) como las guías actuales del programa ARI/WHO⁽¹³⁻¹⁵⁾ de la OMS (que postulan como anormales frecuencias respiratorias mayores de 50 x min en niños de 2 a 11 meses y mayores a 40 x min en niños de 1 a 4 años, y que actualmente son las guías clínicas empleadas para la valoración de un paciente pediátrico con patología respiratoria).

Dado que los parámetros clínicos continúan siendo los datos principales para el abordaje diagnóstico y tratamiento de los niños con alteraciones respiratorias, el problema radica en determinar lo esperable para cada población.^(3,10,11,12,13,14) Se realizó este trabajo con el objetivo de determinar parámetros de referencia para frecuencia respiratoria y saturación por oximetría de pulso en población infantil sana de 2 a 59 meses de edad a la altura de la Ciudad de México (2230mts sobre el nivel del mar).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó el estudio en niños sanos de la Ciudad de México, a 2230 metros sobre el nivel del mar, entre Octubre de 1999 y Marzo del 2000; se incluyeron, previo consentimiento informado del tutor, 140 niños de 2 a 59 meses de edad, ambos géneros, en guarderías y consulta externa pediátrica de niños acudiendo a control de niño sano y/o aplicación programada de vacunas. A esta altura la presión parcial calculada de oxígeno alveolar, (PAO_2) es de aproximadamente 63-75 mm Hg, asumiendo una presión alveolar de CO_2 (PACO_2)=32-40 mmHg y un cociente de intercambio gaseoso (R)= 0.8 ($\text{PAO}_2 = \text{PiO}_2 - \text{PACO}_2/\text{R}$, donde PiO_2 es la presión parcial inspirada de oxígeno).

Criterios de inclusión: Edad de 2 a 59 meses de edad, ambos géneros, asintomáticos y clínicamente sanos a la exploración física por un pediatra. Mediciones: edad, peso, talla, saturación por oximetría de pulso, frecuencia respiratoria.

Todas las mediciones fueron realizadas por personal previamente capacitado y estandarizado en la toma de mediciones (coeficientes de concordancia inter e intraobservador de 0.89 y 0.94 respectivamente). La frecuencia respiratoria (FR) fue registrada con el niño tranquilo, comiendo o dormido, usando un cronómetro y contando el número de respiraciones en un minuto completo. Se promedió la frecuencia de 2 observaciones con intervalo mínimo de 10 minutos. En el caso de que se encontrara una diferencia mayor a 5 respiraciones por minuto se realizó una tercera medición. La saturación por oximetría de pulso se realizó con uno de tres oxímetros: Equipo Hewlett-Packard modular, modelo 545, equipo modelo 503 de Criticalcare Systems Inc. o monitor modelo 2101 de Aristo Medical USA. Los tres equipos han sido evaluados, obteniéndose una variación máxima entre uno y otro de 1% al utilizarlos simultáneamente en el mismo paciente. La medición se realizó con el niño tranquilo o dormido, con el mínimo posible de movimiento de la extremidad, escogiendo un sensor de tamaño apropiado para el paciente y colocándolo en el segundo o tercer dedo de cualquier mano o en el primer orjejo; se verificó que la alineación del transductor fuera correcta (fuente de luz exactamente opuesta al sensor) y que la fijación no estuviera demasiado apretada. Se permitió la estabilización de la lectura de saturación por al menos 1 minuto completo y se registró el valor más consistente mostrado en forma simultánea con una lectura de pulso adecuada y estable. Se promediaron 3 mediciones por paciente con un intervalo mínimo de 10 minutos entre cada una. El peso fue registrado con el niño desnudo en báscula pesa bebé calibrada a 2 gr. La talla fue obtenida en tallímetro apropiado a la edad de paciente. La edad fue determinada por fecha de nacimiento.

El análisis estadístico se realizó con los paquetes SPSS para Windows 9.0 y Statística. Se realizó estadística descriptiva de acuerdo a la distribución de la variable. Se describieron las variables continuas como media \pm desviación estándar con intervalos de confianza al 95% con descripción de la mediana así como de la distribución por percentiles 3-97. Las variables ordinales y categóricas se describen como número y porcentaje. El análisis estadístico

El estudio fue observacional, realizado previo consentimiento de tutor. Se clasifica como investigación de riesgo mínimo y cumple con los principios generales de la declaración de Helsinki y fue autorizado por los Comités de investigación y de ética del Instituto Nacional de Pediatría.

RESULTADOS

Se estudiaron 140 niños sanos entre 2 y 59 meses de edad. Se incluyeron 20 niños por cada grupo etáreo en mayores de 1 año y 60 menores de un año, 32 niños de 2 a 6 meses y 28 niños de 7 a 11 meses de edad. En la tabla 1 se presentan las características generales de la población. No se encontró diferencia en la distribución de género por grupo etáreo ($\chi^2=5.54$, $p=0.35$). En relación a la diferencia en los valores de frecuencia respiratoria y saturación

más alta para una misma PaO_2 que a nivel del mar. Los valores de saturación dados por oximetría de pulso se consideran exactos y confiables (con una medición de saturación dentro de un intervalo de confianza al 95% de $\pm 4\%$ cuando la saturación es $\geq 70\%$ en una medición adecuadamente realizada). La saturación de oxígeno (así como frecuencias respiratorias) ha sido determinada a diferentes alturas sobre el nivel del mar⁽⁵⁻¹²⁾, estos estudios han sido realizados en altitudes extremas, reportándose saturaciones tan bajas como 75% en población pediátrica sana a 3500m de altura o de 80% a 3000m, en poblaciones similares, lo cual contrasta con lo reportado a nivel del mar; del mismo modo se ha identificado que el punto a partir del cual se generan cambios son los 1600m de altura, ya que los datos reportados a nivel del mar son los mismos registrados hasta este nivel.^(2,5,6,7,8,9)

La Ciudad de México se encuentra a 2230m sobre el nivel del mar, a esa altura la presión atmosférica es de 583 torr y la presión de oxígeno de 110 torr, determinando que la presión alveolar de oxígeno (PAO_2) sea aproximadamente de 67torr, aunque puede ser tan baja como 62.5; la presión arterial de bióxido de carbono (PaCO_2) de 36 torr y la saturación arterial de oxígeno ($\text{SaO}_2\%$) aproximadamente de 90%-94%, con una PaO_2 oscilando entre 60 y 70 mmHg. Estos estudios han sido hechos en población sana de individuos adultos, y se han extrapolado dichos valores de "normalidad" a la población pediátrica.^(1,9,19)

En base a los datos anteriores, pueden ser inapropiados tanto los límites usados para definir hipoxemia a nivel del mar (60mmHg o 90% de saturación) como las guías actuales del programa ARI/WHO⁽¹³⁻¹⁵⁾ de la OMS (que postulan como anormales frecuencias respiratorias mayores de 50 x min en niños de 2 a 11 meses y mayores a 40 x min en niños de 1 a 4 años, y que actualmente son las guías clínicas empleadas para la valoración de un paciente pediátrico con patología respiratoria).

Dado que los parámetros clínicos continúan siendo los datos principales para el abordaje diagnóstico y tratamiento de los niños con alteraciones respiratorias, el problema radica en determinar lo esperable para cada población.^(3,10,11,12,13,14) Se realizó este trabajo con el objetivo de determinar parámetros de referencia para frecuencia respiratoria y saturación por oximetría de pulso en población infantil sana de 2 a 59 meses de edad a la altura de la Ciudad de México (2230mts sobre el nivel del mar).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó el estudio en niños sanos de la Ciudad de México, a 2230 metros sobre el nivel del mar, entre Octubre de 1999 y Marzo del 2000; se incluyeron, previo consentimiento informado del tutor, 140 niños de 2 a 59 meses de edad, ambos géneros, en guarderías y consulta externa pediátrica de niños acudiendo a control de niño sano y/o aplicación programada de vacunas. A esta altura la presión parcial calculada de oxígeno alveolar, (PAO_2) es de aproximadamente 63-75 mm Hg, asumiendo una presión alveolar de CO_2 (PACO_2)=32-40 mmHg y un cociente de intercambio gaseoso (R)= 0.8 ($\text{PAO}_2 = \text{PiO}_2 - \text{PACO}_2/\text{R}$, donde PiO_2 es la presión parcial inspirada de oxígeno).

Criterios de inclusión: Edad de 2 a 59 meses de edad, ambos géneros, asintomáticos y clínicamente sanos a la exploración física por un pediatra. Mediciones: edad, peso, talla, saturación por oximetría de pulso, frecuencia respiratoria.

Todas las mediciones fueron realizadas por personal previamente capacitado y estandarizado en la toma de mediciones (coeficientes de concordancia inter e intraobservador de 0.89 y 0.94 respectivamente). La frecuencia respiratoria (FR) fue registrada con el niño tranquilo, comiendo o dormido, usando un cronómetro y contando el número de respiraciones en un minuto completo. Se promedió la frecuencia de 2 observaciones con intervalo mínimo de 10 minutos. En el caso de que se encontrara una diferencia mayor a 5 respiraciones por minuto se realizó una tercera medición. La saturación por oximetría de pulso se realizó con uno de tres oxímetros: Equipo Hewlett-Packard modular, modelo 545, equipo modelo 503 de Criticalcare Systems Inc. o monitor modelo 2101 de Aristo Medical USA. Los tres equipos han sido evaluados, obteniéndose una variación máxima entre uno y otro de 1% al utilizarlos simultáneamente en el mismo paciente. La medición se realizó con el niño tranquilo o dormido, con el mínimo posible de movimiento de la extremidad, escogiendo un sensor de tamaño apropiado para el paciente y colocándolo en el segundo o tercer dedo de cualquier mano o en el primer orjejo; se verificó que la alineación del transductor fuera correcta (fuente de luz exactamente opuesta al sensor) y que la fijación no estuviera demasiado apretada. Se permitió la estabilización de la lectura de saturación por al menos 1 minuto completo y se registró el valor más consistente mostrado en forma simultánea con una lectura de pulso adecuada y estable. Se promediaron 3 mediciones por paciente con un intervalo mínimo de 10 minutos entre cada una. El peso fue registrado con el niño desnudo en báscula pesa bebé calibrada a 2 gr. La talla fue obtenida en tallímetro apropiado a la edad de paciente. La edad fue determinada por fecha de nacimiento.

El análisis estadístico se realizó con los paquetes SPSS para Windows 9.0 y Statística. Se realizó estadística descriptiva de acuerdo a la distribución de la variable. Se describieron las variables continuas como media \pm desviación estándar con intervalos de confianza al 95% con descripción de la mediana así como de la distribución por percentiles 3-97. Las variables ordinales y categóricas se describen como número y porcentaje. El análisis estadístico

El estudio fue observacional, realizado previo consentimiento de tutor. Se clasifica como investigación de riesgo mínimo y cumple con los principios generales de la declaración de Helsinki y fue autorizado por los Comités de investigación y de ética del Instituto Nacional de Pediatría.

RESULTADOS

Se estudiaron 140 niños sanos entre 2 y 59 meses de edad. Se incluyeron 20 niños por cada grupo etáreo en mayores de 1 año y 60 menores de un año, 32 niños de 2 a 6 meses y 28 niños de 7 a 11 meses de edad. En la tabla 1 se presentan las características generales de la población. No se encontró diferencia en la distribución de género por grupo etáreo ($\chi^2=5.54$, $p=0.35$). En relación a la diferencia en los valores de frecuencia respiratoria y saturación

Criterios de inclusión: Edad de 2 a 59 meses de edad, ambos géneros, asintomáticos y clínicamente sanos a la exploración física por un pediatra. Mediciones: edad, peso, talla, saturación por oximetría de pulso, frecuencia respiratoria.

Todas las mediciones fueron realizadas por personal previamente capacitado y estandarizado en la toma de mediciones (coeficientes de concordancia inter e intraobservador de 0.89 y 0.94 respectivamente). La frecuencia respiratoria (FR) fue registrada con el niño tranquilo, comiendo o dormido, usando un cronómetro y contando el número de respiraciones en un minuto completo. Se promedió la frecuencia de 2 observaciones con intervalo mínimo de 10 minutos. En el caso de que se encontrara una diferencia mayor a 5 respiraciones por minuto se realizó una tercera medición. La saturación por oximetría de pulso se realizó con uno de tres oxímetros: Equipo Hewlett-Packard modular, modelo 545, equipo modelo 503 de Criticalcare Systems Inc. o monitor modelo 2101 de Aristo Medical USA. Los tres equipos han sido evaluados, obteniéndose una variación máxima entre uno y otro de 1% al utilizarlos simultáneamente en el mismo paciente. La medición se realizó con el niño tranquilo o dormido, con el mínimo posible de movimiento de la extremidad, escogiendo un sensor de tamaño apropiado para el paciente y colocándolo en el segundo o tercer dedo de cualquier mano o en el primer orjejo; se verificó que la alineación del transductor fuera correcta (fuente de luz exactamente opuesta al sensor) y que la fijación no estuviera demasiado apretada. Se permitió la estabilización de la lectura de saturación por al menos 1 minuto completo y se registró el valor más consistente mostrado en forma simultánea con una lectura de pulso adecuada y estable. Se promediaron 3 mediciones por paciente con un intervalo mínimo de 10 minutos entre cada una. El peso fue registrado con el niño desnudo en báscula pesa bebé calibrada a 2 gr. La talla fue obtenida en tallímetro apropiado a la edad de paciente. La edad fue determinada por fecha de nacimiento.

El análisis estadístico se realizó con los paquetes SPSS para Windows 9.0 y Statística. Se realizó estadística descriptiva de acuerdo a la distribución de la variable. Se describieron las variables continuas como media \pm desviación estándar con intervalos de confianza al 95% con descripción de la mediana así como de la distribución por percentilas 3-97. Las variables ordinales y categóricas se describen como número y porcentaje. El análisis estadístico

El estudio fue observacional, realizado previo consentimiento de tutor. Se clasifica como investigación de riesgo mínimo y cumple con los principios generales de la declaración de Helsinki y fue autorizado por los Comités de investigación y de ética del Instituto Nacional de Pediatría.

RESULTADOS

Se estudiaron 140 niños sanos entre 2 y 59 meses de edad. Se incluyeron 20 niños por cada grupo etáreo en mayores de 1 año y 60 menores de un año, 32 niños de 2 a 6 meses y 28 niños de 7 a 11 meses de edad. En la tabla 1 se presentan las características generales de la población. No se encontró diferencia en la distribución de género por grupo etáreo ($\chi^2=5.54$, $p=0.35$). En relación a la diferencia en los valores de frecuencia respiratoria y saturación

por oximetría de pulso entre géneros, no hubo diferencia ni en el grupo general ni en los diferentes estratos de edad.

Tabla 1. Características generales de la población estudiada

Edad (meses)	Media ± DS	22.64 ± 18.44
Género	Femenino No. (%)	62 (44.3%)
	Masculino No. (%)	78 (55.7%)
Z peso para talla (Md)	Media ± DS	0.007 ± 1.007 (0.02)
Z talla para edad (Md)	Media ± DS	-0.86 ± 1.14 (-0.78)

Frecuencia respiratoria

La frecuencia respiratoria para el total del grupo, presentó una media de 33.09 ± 8.26 respiraciones por minuto, con un intervalo de confianza al 95% de 31.71 a 34.47 y con una mediana de 33 respiraciones por minuto. La distribución de los datos por grupos etáreos se muestra en la figura 1. En la tabla 2 se presentan las medidas de tendencia central y dispersión de FR de acuerdo a grupo de edad. La tabla 3 y la figura 2 presentan la distribución de las frecuencias respiratorias por percentilas (3 – 97) para el grupo total y por subgrupos etáreos. La FR promedio en niños <3 años fue de 36.73 ± 6.86 respiraciones por minuto y en ≥3 años, de 24 ± 2.16. La diferencia es estadísticamente significativa (t=16.6, p < 0.00001)

Tabla 2. Frecuencia respiratoria por grupo etáreo

GRUPO ETAREO	MEDIA ± DS (mediana)	INTERVALOS DE CONFIANZA al 95%
2 a 11 meses	39.47 ± 5.60 (40)	38.02 – 40.91
2 a 6 meses	41.19 ± 4.86 (40)	39.43 – 42.94
7 a 11 meses	37.50 ± 5.82 (37)	35.24 – 39.76
12 a 23 meses	36.60 ± 5.48 (36)	34.03 – 39.17
24 a 35 meses	28.65 ± 5.06 (26)	26.28 – 31.02
36 a 47 meses	24.65 ± 2.01 (24)	23.71 – 25.59
48 a 59 meses	23.35 ± 2.16 (24)	22.34 – 24.36

En la comparación de frecuencias respiratorias por género, no se encontró diferencia significativa (femenino: 34.39 ± 9.01 vs masculino 32.06 ± 7.5 respiraciones por minuto, diferencia media -2.32 (IC_{95%}: -5.08 a 0.44) t=-1.66, p = 0.1)

Tabla 3. Percentilas para frecuencia respiratoria, global y por grupo etáreo.

GRUPO ETAREO	PERCENTILAS								
	3	5	10	25	50	75	90	95	97
Global	21.23	22.05	24	24.25	33	40	41.9	48.85	52
2 a 11 meses	29.81	32	32	36	40	40	48.7	52	52.34
2 a 6 meses	31	32.95	38	40	40	41.5	51.4	52.7	54
7 a 11 meses	24	27.6	32	32	37	40	45.4	50.65	52
12 a 23 meses	28	28.0	28.2	32.75	36	40	41.9	51.50	52
24 a 35 meses	23	23.05	24	25	26	32	36	39.80	40
36 a 47 meses	22	22.1	24	24	24	24	26.9	31.75	32
48 a 59 meses	19	19.05	20	22	24	25	26	26.95	27

SATURACIÓN

La saturación por oximetría de pulso para el total del grupo, medida en un minuto, presentó una distribución gaussiana, (figura 3) con media de $93.99\% \pm 2.22$, con un intervalo de confianza al 95% de 93.62 a 94.36 y con una mediana de 94%. En la tabla 4 se presentan las medidas de tendencia central y dispersión de esta variable de acuerdo a grupo de edad. La tabla 5 presenta la distribución de las saturaciones por oximetría de pulso por percentila (3 – 97) para el grupo total y por subgrupos etáreos.

En <3años la SatO_2 fue de $94.08\% \pm 2.27$ y de $93.77\% \pm 2.1$ en ≥ 3 años; no existe diferencia ($p=0.47$).

Tabla 4. Saturaciones por oximetría de pulso por grupo etéreo

GRUPO ETAREO	MEDIA ± DS (Mediana)	INTERVALOS DE CONFIANZA 95%
2 a 11 meses	93.95 ± 2.19 (93.5)	93.38 – 94.52
2 a 6 meses	93.47 ± 1.99 (93)	92.75 – 94.19
7 a 11 meses	94.50 ± 5.30 (94)	93.61 – 95.39
12 a 23 meses	95.05 ± 2.42 (95.5)	93.92 – 96.18
24 a 35 meses	93.50 ± 2.21 (93)	92.46 – 94.54
36 a 47 meses	93.55 ± 1.73 (94)	92.74 – 94.36
48 a 59 meses	94.00 ± 2.41 (94)	92.87 – 95.13

En la comparación de saturaciones por oximetría de pulso por género, no se encontró diferencia significativa (femenino: 93.7 ± 2.32 vs masculino 94.23 ± 2.12, diferencia media 0.54 (IC_{95%}: -0.21 a 1.28) t=1.43, p = 0.16)

Tabla 5. Percentilas de saturación por oximetría de pulso, global y por grupo etéreo.

GRUPO ETAREO	PERCENTILAS								
	3	5	10	25	50	75	90	95	97
GLOBAL	90	90	92	92	94	96	97	98	98.77

GRUPO ETAREO	PERCENTILAS								
	3	5	10	25	50	75	90	95	97
2 a 11 meses	90.66	91	92	92	93.5	96	96	98	99
2 a 6 meses	89	90.3	91.3	92	93	94.75	96	97.7	99
7 a 11 meses	91	91	91.9	92	94	96	98	98.55	99
12 a 23 meses	90	90.1	92.1	93	95.5	96	98.9	99	99
24 a 35 meses	90	90	90.1	92	93	95.75	97	97	97
36 a 47 meses	90	90	90.2	93	94	94.75	95.9	96.95	97
48 a 59 meses	90	90	90.2	92	94	96	97.8	98	98

CONCLUSIONES Y DISCUSION

Una de las preocupaciones principales en el cuidado de pacientes pediátricos es el riesgo de falla respiratoria e hipoxemia, ya que éstas son las causas principales de paro cardíaco y muerte en este grupo etáreo. La habilidad para detectarlas es fundamental en el proceso de toma de decisiones. Aunque las respuestas fisiológicas a la vida a grandes alturas, frecuentemente son conocidas, nuestros parámetros de referencia para FR y SatO₂ son los mismos empleados a nivel del mar y rara vez cuestionamos en la práctica clínica diaria las características específicas (raza, ubicación geográfica, etc) de la población que originó dichos valores de "normalidad", comprometiendo aún más la comparabilidad de estos datos con nuestra población.

Para la selección de valores para definir taquipnea o hipoxemia por saturación se requiere de puntos de corte obtenidos de estudios realizados en población sana, lo cual se hace más difícil conforme disminuye la edad y aumenta la altitud sobre el nivel del mar. Existen algunos reportes de saturación por oximetría de pulso realizadas en pacientes sanos que fundamentan que los valores de referencia "normales" son distintos a diferentes alturas: Thilo y cols, realizado a 1610mts sobre el nivel del mar en pacientes recién nacidos: media - 2 DS = 85% en pacientes comiendo en primeras 24-48 hrs de vida extrauterina, 86% al 1 y 3 meses de edad durante sueño tranquilo y 88-89% desde recién nacido hasta 3 meses en otras actividades⁽⁵⁾ (basado en este estudio algunos otros autores proponen puntos de corte de $\leq 85\%$ para definir hipoxemia en ciudades a altitud similar⁽⁶⁾); Lozano y cols, realizado a 2640 mts sobre el nivel del mar, encontraron como percentil 5 una saturación de 88%⁽⁷⁾; Niermeyer y cols en el Tíbet (3658 mts sobre nivel del mar) reportan valores tan bajos como 69% a 79% en niños Han (hijos de madre con menos de 2 años de aclimatación) de 4 meses de edad durante sueño tranquilo y vigilia respectivamente vs valores de 79% a 86% en niños tibetanos de 4 meses de edad durante sueño y vigilia respectivamente⁽²⁾; finalmente en el estudio de Reuland y cols, en un estudio a 3750 metros de altitud de 153 niños sanos de 2 a 60 meses de edad, se reportan valores (media \pm DS) de 87.8 \pm 2.56, 87.8 \pm 3.37, 90.0 \pm 2.02, 89.2 \pm 3.41 y 89.8 \pm 2.11 para los grupos de edad en meses de 2-5, 6-11, 12-23, 24-35 y 36-60 respectivamente, con un promedio de 88.9 \pm 2.88 de 2 a 60 meses⁽⁸⁾.

Al comparar nuestros resultados con marcos de referencia publicados y frecuentemente utilizados en nuestro medio en la práctica clínica diaria, encontramos que las principales diferencias se localizan en los grupos de menores de 3 años.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Tabla 6. Frecuencias respiratorias por grupo etáreo en diferentes estudios

Edad	Revilla et al.	Galdó ⁽¹⁶⁾	Fleisher ⁽¹⁷⁾	Iliff ⁽¹⁸⁾	Barkin ⁽¹⁹⁾
0-1 año	30-52	44	< 50	15-47	25-40
1-2 años	28-52	38	> 40	18-35	20-40
2-3 años	23-40			17-33	
3-4 años	22-32			18-30	20-30
4-5 años	19-27			18-27	
6 años		25		17-27	12-25

*Fuente de los datos referidos en diferentes manuales y libros de pediatría frecuentemente utilizados en la práctica clínica, Harriet Lane, Rogers, etc. (13,14,15,16,17,18)

En frecuencia respiratoria, dado el comportamiento no gaussiano de las distribuciones por grupo etáreo, se propone como punto de corte para determinación de bradipnea y taquipnea los percentiles 3 y 97 para edad respectivamente.

Análisis por géneros y límites propuestos de referencia:

Tabla 7. Frecuencia respiratoria: límites de referencia propuestos por edad y género

Edad	Niñas			Niños			P*
	n	Media ± DS	Percentil 3-97	n	Media ± DS	Percentil 3-97	
2 - 6 meses	18	42.17 ± 4.97	38 - 54	14	39.93 ± 4.58	31 - 52	0.20
7 - 11 meses	14	39.43 ± 6.33	32 - 52	14	35.57 ± 4.72	24 - 40	0.08
1 - 2 años	5	37.60 ± 3.58	32 - 40	15	36.27 ± 6.05	28 - 52	0.65
2 - 3 años	8	28.63 ± 5.63	24 - 40	12	28.67 ± 4.91	23 - 36	0.98
3 - 4 años	8	24.38 ± 1.06	24 - 27	12	24.03 ± 2.48	22 - 32	0.63
4 - 5 años	9	23.22 ± 2.44	19 - 26	11	23.45 ± 2.02	20 - 27	0.82
Global	62	34.39 ± 9.01	20 - 52	78	32.06 ± 7.50	21 - 48	0.10

* Significancia para la diferencia entre géneros por grupo etáreo por prueba de t.

En relación a la saturación por oximetría de pulso, existe una buena comparabilidad entre los valores de percentil 3 y 97 y aquellos obtenidos de la media - 2DS y media + 2DS respectivamente en todos los grupos a excepción

de subgrupo de 7 a 11 meses. Tanto estas diferencias como los valores fuera de límites consideramos que están dados por la amplitud de la desviación. Se propone como punto de corte para definición de hipoxemia el percentil 3 para edad. El único caso en que se registró saturación por oximetría de pulso menor a 90% fue en un paciente en el grupo de menores de 6 meses

Tabla 8. Saturación: límites de referencia propuestos por edad y género

Edad	Niñas		Niños		P*
	N	Rango	N	Rango	
2 – 6 meses	18	91 – 99	14	89 – 96	0.94
7 – 11 meses	14	91 – 99	14	91 – 98	0.75
1 – 2 años	5	90 – 96	15	92 – 99	0.27
2 – 3 años	8	90 – 96	12	90 – 97	0.10
3 – 4 años	8	90 – 97	12	90 – 95	0.88
4 – 5 años	9	90 – 98	11	92 – 96	0.86
Global	62	90 – 99	78	90 – 99	0.16

* Significancia para la diferencia entre géneros por grupo etéreo por prueba de t.

La mayor parte de las inferencias clínicas y de las decisiones resultantes se basan en comparar el valor de un parámetro específico del paciente contra valores de referencia o de "normalidad". Sin embargo, la pregunta radica en cual serie de referencias debemos usar. Inicialmente se estableció la diferencia entre pacientes adultos y pediátricos, posteriormente se hicieron diferencias para cada grupo pediátrico y aún entre géneros. Proponemos que, para decisiones clínicas, específicamente en relación a los signos respiratorios, diagnóstico de taquipnea y/o hipoxemia, la altura sobre el nivel del mar debe ser considerada.

BIBLIOGRAFÍA

1. West JB: Fisiología respiratoria en condiciones de estrés. En: Fisiología respiratoria. 5ª edición. Argentina: Editorial Médica Panamericana; 1996
2. Niermeyer S, Yang P, Shanmina MD, Drolkar MD, Shuang J, Moore LG. Arterial oxygen saturation in Tibetan and Han infants born in Lhasa, Tibet. *N Engl J Med* 1995; 333: 1248-52.
3. Tobin MJ. Respiratory Monitoring. *JAMA* 1990; 264(2):244-51.

de subgrupo de 7 a 11 meses. Tanto estas diferencias como los valores fuera de límites consideramos que están dados por la amplitud de la desviación. Se propone como punto de corte para definición de hipoxemia el percentil 3 para edad. El único caso en que se registró saturación por oximetría de pulso menor a 90% fue en un paciente en el grupo de menores de 6 meses

Tabla 8. Saturación: límites de referencia propuestos por edad y género

Edad	Niñas		Niños		P*
	N	Rango	N	Rango	
2 – 6 meses	18	91 – 99	14	89 – 96	0.94
7 – 11 meses	14	91 – 99	14	91 – 98	0.75
1 – 2 años	5	90 – 96	15	92 – 99	0.27
2 – 3 años	8	90 – 96	12	90 – 97	0.10
3 – 4 años	8	90 – 97	12	90 – 95	0.88
4 – 5 años	9	90 – 98	11	92 – 96	0.86
Global	62	90 – 99	78	90 – 99	0.16

* Significancia para la diferencia entre géneros por grupo etéreo por prueba de t.

La mayor parte de las inferencias clínicas y de las decisiones resultantes se basan en comparar el valor de un parámetro específico del paciente contra valores de referencia o de "normalidad". Sin embargo, la pregunta radica en cual serie de referencias debemos usar. Inicialmente se estableció la diferencia entre pacientes adultos y pediátricos, posteriormente se hicieron diferencias para cada grupo pediátrico y aún entre géneros. Proponemos que, para decisiones clínicas, específicamente en relación a los signos respiratorios, diagnóstico de taquipnea y/o hipoxemia, la altura sobre el nivel del mar debe ser considerada.

BIBLIOGRAFÍA

1. West JB: Fisiología respiratoria en condiciones de estrés. En: Fisiología respiratoria. 5ª edición. Argentina: Editorial Médica Panamericana; 1996
2. Niermeyer S, Yang P, Shanmina MD, Drolkar MD, Shuang J, Moore LG. Arterial oxygen saturation in Tibetan and Han infants born in Lhasa, Tibet. *N Engl J Med* 1995; 333: 1248-52.
3. Tobin MJ. Respiratory Monitoring. *JAMA* 1990; 264(2):244-51.

4. Quan L, Seidel J editores. Pediatric Advanced Life Support. American Heart Association, American Academy of Pediatrics. Emergency Cardiovascular Care Programs 1997-1999.
5. Thilo EH, Park-Moore B, Berman ER, Carson BS. Oxygen saturation by Pulse Oximetry in Healthy Infants at an altitude of 1610 m (5280 ft): What is normal?. *AJDC* 1991; 145:1137-40.
6. Gamponia MJ, Babaali H. Reference Values for pulse oximetry at high altitude. *Arch Dis Child*, 1998; 78(5): 461-5
7. Gries RE, Brooks LJ. Normal oxyhemoglobin saturation during sleep. How low does it go?. *Chest*, 1996;110(6):1489.
8. Nicholas R , Yaron M, Oxygen saturation in children living at moderate altitude. *J Am Board Fam Pract*, 1993; 6 (5): 452.
9. Lozano JM, Duque OR, Buitrago T. Pulse oximetry values at high altitude. *Arch Dis Child* , 1992; 67 (3): 299-301.
10. World Health Organization. Programme for the Control of Acute Respiratory Infections. Acute respiratory infections in children: Case management in small hospitals in developing countries. A Manual for Doctors and other Senior Health Workers. World Health Organization, Geneva. WHO/ARI/90.5 (1994).
11. World Health Organization. Programme for the Control of Acute Respiratory Infections. Technical bases for the WHO recommendations on the management of pneumonia in children at first-level health facilities. World Health Organization, Geneva. WHO/ARI/91.20 (1995).
12. World Health Organization. Program for the Control of Acute Respiratory Infections. Oxygen therapy for acute respiratory infections in young children in developing countries. World Health Organization, Geneva WHO/ARI/93.28 (1993).
13. Galdó A. Tratado de exploración clínica en pediatría. 1ª ed. Masson; 1995
14. Fleisher G. Textbook of Pediatric Emergency Medicine. 4ª ed. : Lippincot Williams & Wilkins; 2000
15. Illif A, Lee V. Child Development 1952; 23: 237-46.
16. Barkin RM. Pediatric Emergency Medicine. Concepts and Clinical Practice. 2ª ed. St Louis, USA: Mosby-Year Book; 1997
17. Rowe. Manual de pediatría hospitalaria (The Harriet Lane Handbook) 11ª edición. Interamericana- McGraw-Hill.
18. Rogers MC. Textbook of Pediatric Intensive Care. 2ª ed. Baltimore, USA: Williams & Wilkins; 1992.
19. Guyton. Tratado de Fisiología Médica. 7ª ed. México. McgrawHill 1989.