

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Posgrados

Evaluación del nivel de presión sonora en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora y los efectos fisiológicos producidos en recién nacidos expuestos al ruido ambiental

Mónica Monserrath Vinueza Chafra

Fabrizio González-Andrade, MD, Ph.D.

Director de Trabajo de Titulación

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito para la obtención del título de Especialista en Neonatología

Quito, 14 de enero del 2019

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO DE POSGRADOS

HOJA DE APROBACION DE TRABAJO DE TITULACION

Evaluación del nivel de presión sonora en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora y los efectos fisiológicos producidos en recién nacidos expuestos al ruido ambiental

Mónica Monserrath Vinueza Chafra

Firmas

Fabricio González-Andrade, MD, Ph.D. en

Medicina y Genética.

Director del Trabajo de Titulación

Fernando Esteban Aguinaga Romero.

Dr. en Medicina-Especialista en Pediatría-

Clinical Fellowship in Neonatal-Perinatal

Medicine

Director del Programa de Neonatología

Luis Alfonso Eguiguren León.

Dr. en Medicina y Cirugía.

Fellowship in Pediatric Intensive Care

Vice-Decano del Colegio de Ciencias de la

Salud

Hugo Burgos, Ing en Electrónica y Sistemas

de Control, Ph.D. en estudios mediáticos.

Decano del Colegio de Posgrados

Quito, 14 de enero de 2019

©DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Mónica Monserrath Vinueza Chafra

Código de estudiante: 00140416

C. I.: 0603039637

Lugar, Fecha Quito, 14 de enero 2019

DEDICATORIA

A Dios por la vida, sabiduría y su protección.

A mi amado esposo: Jorge Luis Erazo Estrella por su amor incondicional, paciencia, apoyo constante, por tener siempre las palabras precisas en los momentos de cansancio y desesperación

A mis hijos: Angel Sebastián, Macarena Emperatriz, Emilia Guadalupe, y Jorge Luis, mi mayor inspiración e incentivo día a día, por ser luchadores y soportar mi ausencia durante mi formación

AGRADECIMIENTOS

A los directivos de la universidad Sam Francisco de Quito, a su decano el Ing. Hugo Burgos; a mis guías y tutores de todas las rotaciones tanto del MSP como IESS, al Dr. Gonzalo Mantilla, Decano del Colegio de Ciencias de la Salud, al Dr. Luis Eguiguren, Vicedecano, al, Dr. Fernando Aguinaga, Director del programa de Neonatología por su dedicación y esmero en sacar adelante esta especialidad. Al director de este proyecto Dr. Fabricio González-Andrade, por su orientación y consejos.

Un agradecimiento especial a mis compañeros de rotación por su apoyo fraterno, por compartir conocimientos y a los protagonistas de mi trabajo: mis pacientes mi más sincero agradecimiento.

RESUMEN

Antecedente: El ruido recomendado en las unidades de cuidados intensivos neonatales es de 45 dBA controlando sus fuentes y aplicando estrategias de auditoria e insonorización efectiva. Superar el valor recomendado, expone al recién nacido admitido a procesos de estrés continuos, produciendo efectos adversos en el desarrollo post-natal. **Propósito:** Determinar los niveles de presión sonora y sus efectos fisiológicos en el recién nacido admitido en la Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal. **Materiales y Métodos:** Estudio descriptivo observacional prospectivo, a realizarse en el Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora. Un total de 66 recién nacidos fueron evaluados. Mediciones con sonómetro integrador Tipo B calibrado, se realizaron en áreas de la unidad obteniendo los niveles de presión sonora equivalente diario (L_{aeq}, dBA). Se aplicó frecuencia relativa y Chi Cuadrado de Pearson para variables categóricas. Se analizó diferencias de medias con test U de Mann Whitney. Se aplicaron medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas. Se diseñaron diagramas de caja para la valoración de resultados y variación de parámetros fisiológicos. **Resultados:** El 72.7% de los muestreos realizados, determinaron valores de niveles de presión sonora superiores a 45 dBA. El tipo de ruido presentado en las diversas salas de cuidado neonatal es de carácter grave, con frecuencias críticas entre 1000 a 2000 Hz, con niveles de presión sonora ponderada equivalente de 57.8 dBA, 62.1 dBA, 56.9 dBA, 59.3 dBA, 59.7 dBA y 57.6 dBA. Se evidenciaron condiciones basales en la frecuencia cardiaca de 119 a 125 latidos/minuto con una variación ante la exposición a niveles de presión sonora sobre de 45 dBA, hasta un rango de 166.6 a 170.8 latidos/minuto, asimismo, hay una variación desde un basal medio en la saturación de oxígeno de 98% hasta un medio en el ambiente ruidoso de 90.5%. **Conclusiones:** La exposición a niveles de presión ponderada continua sobre 45 dBA, produce efectos fisiológicos significativos en el recién nacido

Palabras clave: Ruido, Contaminación Sonora, Neonato, Cuidado Intensivo Neonatal, Salud Ambiental

ABSTRACT

Background: The recommended noise in the neonatal intensive care units is 45 dBA, controlling their sources and applying effective auditing and soundproofing strategies. Exceeding the recommended value, exposes the newborn admitted to continuous stress processes, producing adverse effects in postnatal development. **Aim:** To determine the sound pressure levels and their physiological effects in the newborn admitted to the Neonatal Intensive Care Unit. **Materials and Methods:** Prospective observational descriptive study, to be carried out in the Gynecological Obstetric Hospital Isidro Ayora. A total of 66 newborns were evaluated. Measurements with a calibrated Type B integrating sound level meter were made in areas of the unit obtaining the daily equivalent sound pressure levels (L_{aeq}, dBA). Relative frequency and Pearson's Chi Square were applied for categorical variables. Mean differences were analyzed with the Mann Whitney U test. Measures of central tendency and dispersion were applied for the quantitative variables. Box diagrams were designed for the evaluation of results and variation of physiological parameters. **Results:** 72.7% of the samplings carried out, determined values of sound pressure levels higher than 45 dBA. The type of noise presented in the various neonatal care rooms is of a serious nature, with critical frequencies between 1000 and 2000 Hz, with equivalent weighted sound pressure levels of 57.8 dBA, 62.1 dBA, 56.9 dBA, 59.3 dBA, 59.7 dBA and 57.6 dBA. Baseline conditions were observed in the heart rate from 119 to 125 beats / minute with a variation before exposure to sound pressure levels above 45 dBA, up to a range of 166.6 to 170.8 beats / minute, also, there is a variation from a baseline medium in oxygen saturation of 98% up to a medium in the noisy environment of 90.5%. **Conclusions:** Exposure to continuous weighted pressure levels above 45 dBA, produces significant physiological effects in the newborn

Key Words: Noise, Sound Pollution, Neonate, Neonatal Intensive Care, Environmental Health

TABLA DE CONTENIDO

HOJA DE APROBACION DE TRABAJO DE TITULACION	2
©DERECHOS DE AUTOR	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
TABLA DE CONTENIDO.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
INTRODUCCIÓN	11
Planteamiento del problema	11
Justificación.....	12
Pregunta clínica de investigación (PICO)	13
Hipótesis	13
REVISIÓN DE LA LITERATURA	14
Conceptos Generales del Ruido.....	14
Aspectos generales de la exposición al ruido en neonatos.....	15
Efectos fisiológicos de la exposición del ruido	16
Fuentes de ruido y tiempos de exposición en unidades de cuidado intensivo neonatal. 20	
Niveles de presión sonora en las unidades de cuidado intensivo neonatal.....	22
METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
Objetivos	25
Objetivo General	25
Diseño de la investigación	25
Proceso de selección de la muestra.....	25
Definición del universo.....	25
Muestra	26
Sujetos.....	27
Criterios de inclusión, exclusión y eliminación	27

Criterios de inclusión.....	27
Criterios de exclusión	27
Criterios de eliminación	27
Métodos Específicos	27
Métodos especiales.....	27
<i>Estrategia de Medición</i>	27
<i>Calibración de equipos de medición y ubicación en la medición</i>	28
Recolección, análisis y valoración de datos	29
Recolección de datos.....	29
Análisis y valoración de los datos.....	30
RESULTADOS.....	32
DISCUSIÓN	44
CONCLUSIONES.....	48
RECOMENDACIONES	49
Referencias	50
Anexos	53
Anexo 1. Formulario de recolección de datos	53
Anexo 2. Formulario de asentimiento informado	55
Anexo 3. Registros de Medición	60
Artículo académico.....	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización demográfica en recién nacidos ingresados en el área de Neonatología en el Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora	32
Tabla 2. Valores fisiológicos base y nivel de presión sonora neto, en salas de neonatología del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora.....	34
Tabla 3. Variaciones en valores fisiológicos y antropométricos en recién nacidos expuestos a ruido en relación al género, en el Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora	35
Tabla 4. Valoración de los rangos de variación y medias en relación al nivel de presión sonora límite en recién nacidos del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora	36
Tabla 5. Niveles de presión sonora continua equivalente en salas de neonatología del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de frecuencia en bandas de octava acorde a mediciones en salas de Neonatología del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora.....	38
Figura 2. Análisis de las variaciones en la frecuencia cardiaca en recién nacidos expuestos a ruido ambiente	40
Figura 3. Análisis de las variaciones en la saturación de oxígeno en recién nacidos expuestos a ruido ambiente	42

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

En el ambiente de las unidades de cuidado intensivo neonatal, existe una cantidad amplia de fuentes de ruido, entre los que se han descrito equipamiento médico de monitorización y tratamiento, ruido derivado de conversaciones del personal sanitario, aquellos derivados de las instalaciones, teléfonos, y otros derivados de procedimientos específicos en neonatos, da lugar a un estímulo continuo en el recién nacido, aumentando el nivel de estrés del paciente.

Además del discomfort acústico, el estímulo permanente que estos implican, producen efectos adversos en el recién nacido, siendo el grupo de los pretérminos los más sensibles a dichos efectos. Algunas de las consecuencias en la fisiología descrita son los trastornos del sueño (apnea), variaciones de la frecuencia cardíaca, aumentos en la presión arterial, variaciones en la saturación de oxígeno daño auditivo por efecto de la presión sonora en especial en el desarrollo coclear, y problemas cognitivos y comportamentales que pueden ser incluso permanentes, donde se ha descrito que dichos daños se presentarían al superar los 65 dBA.

Acorde a numerosos estudios, se han descritos los niveles de presión sonora presentes en las unidades de cuidado intensivo neonatal, por ejemplo, en Chile este valor oscila entre los 40-85 dBA, en Perú un rango de 62-76 dBA, en España 58-70 dBA, tomando en cuenta que la recomendación de la Academia Americana de Pediatría (2007) respecto a no superar el nivel de 45 dBA.

En el Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora se manejan anualmente 419 neonatos en la Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal, expuestos a fuentes de ruido diverso, las cuales, no se hallan medidas o ponderadas, lo que significa una adición al estrés generado por la enfermedad y otros factores físicos anexos como la luz artificial. Es así, que la necesidad de la determinación de un mapa acústico en relación a los niveles de

presión sonora y sus efectos en el recién nacido representan una oportunidad de mejora en la estrategia de atención integral en las áreas de neonatología.

Justificación

Las mediciones de ruido en las unidades de neonatología mediante métodos de monitoreo ambiental sirven para determinar el nivel de presión sonora presente en un área determinada en relación a las fuentes de emisión de ruido, y así determinar el nivel de presión sonora equivalente diario, dosis de ruido recibida, y el tipo de ruido presente durante la medición con bandas de octava, dando paso a la generación de un mapa de ruido, indicando las fuentes implicadas.

El presente estudio busca definir los niveles de presión sonora equivalente diaria en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora y su relación con las variaciones de los parámetros fisiológicos en recién nacidos expuestos, determinando así el nivel sonoro límite máximo y mínimo acorde al momento del día, fuentes y tipo de ruido, nivel de presión sonora para presentación de efectos adversos fisiológicos, y evaluación de la dosis recibida diaria en neonatos ingresado a incubadora.

La determinación del nivel de presión sonora equivalente diaria y las fuentes de emisión de ruido son esenciales en la determinación de mapas de ruido que permite la intervención eficaz mediante controles por ingeniería (barreras entre incubadoras, estrategias de disipación del sonido, insonorización de ambientes, protocolos de reducción de alarmas o de ruidos graves) o de protección al neonato (uso de orejeras) o de administración (horas de silencio, actitud cuidadosa del personal), con lo que se reduce el impacto en el desarrollo del recién nacido expuesto al estresor que significa el ruido, y disminuye además la exposición laboral del personal sanitario a dicho factor de riesgo.

La estrategia de medición y auditoría del ruido en unidades de cuidado intensivo neonatal es conocida como una de las acciones preventivas de gran impacto en la calidad del desarrollo en recién nacidos. La descripción de los niveles de presión sonora en un centro de referencia de alto volumen, sin duda, permitirá extrapolar metodológicamente

las acciones en unidades a nivel nacional y establecer así valores límite y estrategias protocolizadas para el control del ruido en las unidades de cuidado intensivo neonatal, dado que al momento las evidencias nacionales no son suficientes en relación a este problema.

Pregunta clínica de investigación (PICO)

P: Pacientes recién nacidos ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora.

I: Determinación de los niveles de presión sonora equivalente diaria en la unidad de cuidados intensivos neonatales y los efectos adversos en recién nacidos expuestos.

C: Efectos adversos producidos en relación al nivel de presión sonora diaria equivalente

O: El nivel de presión sonora producido por equipos médicos de monitorización, tratamiento, equipos de comunicación y las acciones antrópicas del cuidado neonatal generan un nivel de presión sonora sobre el valor sugerido aumentando la frecuencia de efectos adversos en recién nacidos expuestos.

¿Es el nivel de presión sonora superior a 45 dBA producido por equipos de monitorización, tratamiento, equipos de comunicación y las acciones antrópicas del cuidado neonatal un estresor suficiente para aumentar la frecuencia de efectos adversos en los recién nacidos expuestos en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora?

Hipótesis

El nivel de presión sonora superior a 45 dBA producido por equipos de monitorización, tratamiento, equipos de comunicación y acciones antrópicas del cuidado neonatal, son estresores que aumentan la frecuencia de efectos adversos en los recién nacidos expuestos en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Conceptos Generales del Ruido

El ruido es un fenómeno físico, derivado de la vibración y transmisión de ondas sonoras por medio del aire hacia el oído humano, en cuyo concepto se establece con un sonido desagradable, de intensidad variable, a la que no es fácilmente adaptarse (1)

El ruido es medido mediante la determinación del nivel de presión sonora (NPS), la cual, incluye las variables de intensidad, frecuencia, periodicidad y duración. La frecuencia del sonido es medido en ciclos por segundo o Hertz (Hz). El rango normal de audición por el oído humano se halla entre 20 a 20000 Hz, que corresponden a una voz susurrada hasta el sonido de un pito, sin embargo, los ruidos de baja frecuencia son mejor escuchados a una frecuencia de 2500 Hz. (1)

El nivel de presión sonora o intensidad acústica puede tener una variación alrededor de 20 veces su magnitud, es por esta ampliada variación que la evaluación de este parámetro se lo realiza en una escala logarítmica cuya unidad es el decibel (dB). El umbral de audición es 0 dB, mientras que el umbral de dolor es aproximadamente 120 dB. Los sonidos confortables y agradables al oído humano se encuentran alrededor de los 45 dB, el cual, por ejemplo, significaría el nivel de ruido encontrado en una oficina. (1)

Las mediciones del ruido ambiental requieren la selección de sistemas de atenuación efectivas que permita definir las diversas frecuencias captadas por un instrumento. En este caso, los sistemas de atenuación con filtro A, se asemejan al espectro auditivo del humano, y por tanto, el nivel de presión sonora es reportado con la unidad dBA. Con el concepto anterior también es importante la determinación del espectro y el tipo de sonido encontrados en un ambiente, la cual, deriva de la convergencia los decibeles (eje y) y los Hertzios (eje x), en un rango conocido como bandas de octava. La medición en bandas de octava permite establecer el tipo de ruido presente en un ambiente a través de la descomposición en frecuencias. (1)

Aspectos generales de la exposición al ruido en neonatos

El sistema auditivo en el feto se desarrolla por completo alrededor de las 23 a 25 semanas de gestación, y por tanto, es sensible a los efectos fisiológicos derivados de la exposición al ruido. A nivel intrauterino, el feto se halla protegido de ruidos de alta frecuencia (> 250 Hz), debido a la atenuación mediada por el útero y el líquido amniótico. (1)

En el recién nacido pretérmino ingresado en la unidad de cuidado intensivo neonatal, no cuentan con la protección y atenuación de los tejidos maternos en su vida postnatal. Los pacientes admitidos son expuestos de forma continua al ruido de varias fuentes sin determinarse un periodo libre de ruido durante su estancia. (1)

Es así, que el alto nivel de ruido presentes en las salas de cuidado intensivo puede producir efectos adversos en el desarrollo y maduración del sistema auditivo y neurológico. Estudios experimentales y evidencia de ensayos clínicos han demostrado el efecto del ruido sobre el desarrollo coclear en especial cuando se combinan con fármacos ototóxicos. La pérdida auditiva en pruebas de potenciales evocados ha sido reportada en recién nacidos expuesto al ruido previamente. El riesgo de sordera neurosensorial aumenta hasta en 10 veces en recién nacidos expuestos al ruido frente a grupos que no tuvieron dicha exposición en el periodo postnatal. Estudios de seguimiento a largo plazo de recién nacidos expuestos al ruido en su periodo post-natal mostraron con mayor frecuencia retraso de desarrollo verbal, problemas relacionados al lenguaje, y alteraciones en el aprendizaje, que pueden relacionar a la sobrecarga auditiva en su periodo neonatal¹. También se ha descrito, el aumento del riesgo de hemorragia intraventricular por restricción de la circulación y fragilidad capilar cerebral. (2)

La Academia Americana de Pediatría (AAP) y su comité de audición infantil, ha indicado que el ruido es el mayor de los contaminantes físicos en las unidades de cuidado intensivo neonatal. En el 2007, la Academia Americana de Pediatría estableció un estándar de niveles equivalentes diarios de ruido en las unidades de cuidado intensivo, indicando un valor <45 dBA para evitar los efectos adversos en los recién nacidos. (2)(3)

Efectos fisiológicos de la exposición del ruido

Es conocido que la exposición continua al ruido presente en las unidades de cuidado intensivo, sobre el límite recomendado de 45 dBA trae consigo efectos fisiológicos a todo nivel en el recién nacido, siendo los sistemas auditivo y nervioso lo que muestran mayor afectación ante esta exposición.

Efectos del ruido en el sistema cardiovascular

Se ha determinado que en recién nacidos pretérminos de 28 a 32 semanas de edad gestacional, a una exposición equivalente de 10 segundos a ruidos de 85 dBA, presentaron aumentos de la frecuencia cardiaca hasta en un 10% de su valor basal, por tanto, las alteraciones de la frecuencia cardiaca parecen ser uno de los efectos iniciales del ruido en este grupo. (4)

En estudios de gran escala realizada a recién nacidos de 23-37 semanas de edad gestacional, expuestos a fuentes ambientales de ruido en la unidad de cuidado intensivo y la voz del personal sanitario encontraron un aumento hasta de 18% del valor basal en relación a los no expuestos. (4)

En recién nacidos pretérmino extremo, el efecto fisiológico adverso del ruido es mucho mayor, en especial, en recién nacidos con peso menor a 1000 gramos, expuestos a niveles de ruido entre 50 a 60 dBA en periodos superiores a 2 horas diarias, se encontró un incremento hasta del 20% de su valor basal, y variación en la presión sistólica sobre el percentil 90, la cual, podría deberse a la alteración del sistema nervioso simpático inducido por la exposición al ruido. (4)

Khalesi, N. et.al (2017) dirigieron un estudio de intervención del ruido con orejeras en 36 recién nacidos pretérmino entre 28 a 32 semanas, y su impacto sobre las variables fisiológicas cardiovasculares. La exposición se dio a fuentes de monitorización, oscilador, voz del personal sanitario en horas de la mañana y tarde, con un nivel de presión sonora medio de 67 dBA. Los dos grupos de estudio, relacionados a aquellos que se les colocó orejeras y al grupo que no, se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en

el valor de frecuencia cardiaca, en el grupo intervenido se encontró una frecuencia cardiaca media de 138.25 lat/min (DE 6.12), mientras que en el grupo control esta frecuencia fue de 141.38 lat/min (DE 5.12), lo cual, permite concluir que una exposición superior a 45 dBA, produce un incremento sostenido en la frecuencia cardiaca en el recién nacido expuesto. (5)

Resultados similares se obtuvieron en un estudio realizado por Aita, M. et.al. (2013), quienes realizaron un estudio de intervención con orejeras en recién nacidos de 28 a 32 semanas de edad gestacional, en un lapso de 4 horas, a exposición a fuentes como monitores, sistemas de ventilación, osciladores, y aparatos de succión. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el valor máximo de frecuencia cardiaca, en el grupo intervenido la media fue de 193.57 lat/min (DE 12.76), mientras que en el grupo no intervenido este valor fue de 198.06 (DE 14.03). (6)

Efecto del ruido en el aparato respiratorio

Se ha observado que en recién nacidos pretérmino y a término expuestos a niveles de presión sonora de 80, 90 y 100 dBA, hay una reducción en la frecuencia respiratoria de aproximadamente 8%, siendo el valor de exposición de 100 dBA en el que se han notado mayores variaciones estadísticamente significativas. (4)

Del mismo modo, en estudios multicéntricos realizados por Zhar y Bailan, en 55 recién nacidos de 23 a 37 semanas de edad gestacional expuestos de modo continuo a las alarmas de monitores, teléfonos, y conversaciones del personal, encontraron una variación negativa del 3% en la saturación de oxígeno en los expuestos, y un incremento parcial de la frecuencia respiratoria, en especial a niveles de presión sonora superior a los 55 dBA. (4)

En un estudio realizado por Schefer, S., Cássia, L., Moreira, A., Mendes, J., Ribas, A. (2015), donde se evaluaron a 61 recién nacidos ingresados a la unidad de cuidado intensivo neonatal, cuyas fuentes de ruido constituían las alarmas de los monitores, oscilador, conversación del personal de salud y burbujeo de CPAP nasal, encontraron un nivel de presión sonora mínimo de 47.8 dBA y 47.30 dBA, un nivel de presión sonora máximo de

75.92 dBA y 78.86 dBA, con un promedio de medición ponderado diario de 58.62 dBA y 61.34 dBA. Se analizaron las variables fisiológicas con los equipos en silencio u horas en silencio, y se relacionaron con las constantes fisiológicas presentes en cada uno de los casos. Se observó una diferencia estadísticamente significativa en la variación de saturación de oxígeno en los recién nacidos analizados. (7)

En el caso de los expuestos al nivel de presión sonora promedio diario (58.62 dBA, y 61.34 dBA) la saturación de oxígeno fue 94.96% (DE 1.12), en correlación al obtenido cuando se midieron estos parámetros con los equipos en silencio, atenuados o en horas de silencio, la saturación de oxígeno fue 95.58% (DE 1.05), Por tanto, se puede concluir que la exposición a ruido sobre 50 dBA, hay una afectación fisiológica negativa para la saturación de oxígeno en cuyo caso su variación oscila de 1.2 a 3%. (7)

Efectos del ruido en la calidad del sueño

Es conocido que las horas de sueño de calidad son cruciales para el neurodesarrollo del recién nacido, por lo que, una interrupción en los ciclos circadianos o patrones de sueño generan sería perjudicial para el desarrollo neurológico final.

En un estudio realizado a 55 recién nacidos de 23 a 37 semanas de edad gestacional, se evaluó la escala comportamental previo al sueño en relación a la exposición al ruido de fuentes derivadas de alarmas de monitores, teléfonos, llanto de otros niños en la unidad de cuidado intensivo neonatal. Los resultados concluyeron que el 43% de los recién nacidos pretérmino fueron negativamente afectados por el ruido, cuyo efecto fue irritabilidad y llanto previo al inicio del sueño, lo que generó un nivel más alto de estrés en relación a sus variables fisiológica. (4)

Efectos del ruido en el desarrollo a largo plazo del recién nacido

Desarrollo neurológico y lenguaje

Stromswold y Sheffield evaluaron los efectos de la exposición al ruido en las unidades de cuidado intensivo neonatal y su relación con el desarrollo del lenguaje. Se analizaron 382 pacientes que previamente fueron ingresados en la unidad de cuidados

intensivos, a quienes se les evaluó su desarrollo en la esfera lenguaje. Se determinó que el ruido es uno de los factores independientes de mayor relevancia fuera de la edad gestacional, peso al nacer o estrato socioeconómico para la predicción de resultados en el desarrollo del lenguaje, en la que, se obtuvo diferencias estadísticamente significativas en los puntajes de desarrollo del lenguaje en los primeros 3 años de vida, siendo mejor en aquellos recién nacidos que no fueron expuestos a ruido en su etapa neonatal. (4)

Abdevazdan, Z., Ghassemi, S., Marofi, M. (2014), ejecutaron un estudio donde se analizaron 64 recién nacidos entre 28 a 37 semanas de edad gestacional, ingresados a la unidad de cuidados intensivos neonatales, cuya exposición al ruido obtuvo un nivel de presión sonora medio de 65.4 dBA diario, siendo en la mañana 75.9 dBA y en la tarde 73.2 dBA. Se dividió la muestra en dos grupos a los cuales se les intervino con orejeras y al otro grupo se evaluó de forma expectante. Se obtuvieron grabaciones del patrón motor exhibido durante la exposición en horas del día y la tarde, tomando de referencia los movimientos de los brazos, piernas, patrón extensor, patrón flexor, movimientos de la cabeza y respuesta táctil. En el grupo de intervención además de encontrar elevación de la frecuencia cardíaca, disminución de la saturación de oxígeno, se encontró mejor patrón extensor y flexor, con mejor patrón de respuesta de neurona motora superior, en relación al grupo donde el patrón extensor se hallaba disminuido o errático, con una respuesta táctil aumentada, hechos que demuestra la afectación en el neurodesarrollo motor inicial relacionado en la exposición al ruido. Los patrones erráticos se observaron con mayor frecuencia cuando el nivel de ruido era mayor a 58 dBA. (8)

Audición

Es bien conocido el efecto de disminución de la audición en relación a la exposición al ruido, sin embargo, no se ha descrito completamente el efecto real del ruido sobre el desarrollo auditivo final del recién nacido expuesto, pero sí, su relación sinérgica cuando se usan aminoglucósidos. (4)

Garinis, A. et.al (2017), ejecutaron un estudio piloto de tipo prospectivo en 82 recién nacidos menores a 37 semanas de gestación que fueron admitidos a la unidad de cuidado intensivo neonatal y que se mantuvieron con esquema de gentamicina. (9)

El nivel de presión sonora equivalente diario promedio fue de 62.9 dBA (51.8 – 70.6 dBA), niveles que exceden ampliamente lo recomendado por la Academia Americana de Pediatría (<45 dBA). De la muestra al menos el 80% de pacientes se les administró un esquema ajustado con gentamicina. En todos los pacientes expuestos se aplicaron protocolos de evaluación de audición con Test de Respuesta Auditiva Evocada del Tronco Cerebral (RAETE), y Productos de Distorsión de Emisiones Otosacústicas (EOAPD). La exposición a gentamicina fue de 4 mg/kg, con un tiempo de 4 días promedio. Los puntajes referidos de EOAPD fueron sustancialmente más altos en recién nacidos expuestos al ruido, y aún mayor cuando recibieron gentamicina por el lapso de 2 días. Los niveles de frecuencia de RAETE fue 5%, mayor al predictivo en expuesto al ruido derivado de estancia en áreas con alarmas de monitor y gentamicina al menos por 3 días. Hechos que derivan que el desarrollo coclear se afectaría a largo plazo con la exposición repetida a nivel superiores de 45 dBA. (9)

Fuentes de ruido y tiempos de exposición en unidades de cuidado intensivo neonatal

El conocimiento de las fuentes de ruido y el tiempo de exposición promedio del recién nacido a dichas fuentes permiten el diseño de estrategias eficaces para el control de dicho contaminante en la unidad de cuidados intensivos neonatales.

Vendramini, P., Nabuco, M., Yoshiko, T., Moreira, E. (2011) realizaron un estudio para establecer los niveles de presión sonora en una unidad de cuidados intensivos neonatales, determinando las fuentes de ruido que con frecuencia se relacionan a un nivel de presión sonora superior a 50 dBA, y los días de mayor ruido en dos salas (A y B) dicha unidad. (10)

En el estudio determinaron que los niveles de presión sonora oscilaba entre 59 y 71 dBA, de estos las fuentes que superan el valor de 50 dBA son: sonidos de

conversaciones en alto volumen de los pasillos (14.5% de las mediciones de la sala A, y 14.7% de la sala B), alarmas de monitores electrónicos (6.3% de las mediciones de la sala A y 11.8% de la sala B), sonidos causados por las fuentes¹⁰ de oxígeno o burbujeo (5.9% de las mediciones de la sala A y 6.6% de la sala B), sonidos producidos por los zapatos del personal (6.5% de las mediciones de la sala A y 3.7% de la sala B), incluso el ruido proveniente del tráfico del exterior (14.5% de las mediciones de la sala A y 12.7% de la sala B), por tanto, este estudio nos muestra que las fuentes que con frecuencia se involucran en la generación del ruido es asociado al personal y equipamiento médico. (10)

König, K., Stock, E., Jarvis, M. (2013) dirigieron un estudio para determinar el nivel de presión sonora relacionadas a la fuente de cánulas nasales de alto flujo utilizados y CPAP PEEP para tratamiento en recién nacidos en incubadora. Se obtuvieron los niveles de presión sonora de la cánula nasal de alto flujo más utilizada en la unidad en diferentes dosis de oxígeno. (11)

Se obtuvo un valor de 78.8 dBA para un flujo de 4 l/min, 79.4 dBA para flujo de 5 l/min, 80 dBA para flujo de 6 l/min, 80.7 dBA para flujo de 7 l/min y 81.2 dBA para un flujo de 8 l/min, valores que superan ampliamente el recomendado de 45 dBA, en la cánula nasal de alto flujo. (11)

Para el CPAP PEEP, se obtuvo una medición de 73.9 dBA cuando la presión es 4 cm H₂O, 75.2 dBA a presión de 5 cm H₂O, 76.9 dBA a presión de 6 cm H₂O, 77.3 dBA a presión de 7 cm H₂O, y de 77.4 dBA a presión de 8 cm H₂O, que sin duda lo cataloga como una fuente ruidosa en las salas de cuidado intensivo neonatal. (11)

Kazemizadeh, M., Black, A., Sidman, J. (2015) dirigieron un estudio para determinar la exposición al ruido en recién nacidos proveniente del ventilador usado como terapia de soporte. El modo medido fue el relativo a presión controlada (PSV), con parámetros de frecuencia respiratoria a 60 resp/min, PEEP 5 cm H₂O, tiempo inspiratorio 0.30 segundos, presión inspiratorio 15 cm H₂O, y aporte de oxígeno al 40%, y su relación a la conducción ósea. (12)

Se obtuvo una conducción alveolar de 59.2 dBA (DE 0.6), conducción por columna de aire de 94.92 dBA (DE 1.1), y asociado a dosis recibida en el ambiente de la incubadora de 57.82 dBA (DE 0.8). Estos datos explican que el nivel de presión sonora generada por ventiladores y sus elementos de presión y reclutamiento dan lugar a un nivel de presión que supera el límite recomendado, pero, aún más grave, que la conducción ósea en el oído del recién nacido superar incluso la dosis permitida. (12)

Pineda, R. et.al (2017), dirigieron un estudio en 55 recién nacidos ingresados en salas comunes y privadas en la unidad de cuidados intensivos neonatales, y se relacionó el porcentaje de tiempo diario de exposición a diversas fuentes de ruido. El promedio de nivel de presión sonora en las salas fue de 58.9 dBA (DE 3.6), con un porcentaje de nivel pico de 86.9 dBA (DE 1.4). (13)

La exposición al ruido proveniente de conversaciones en tono alto, en recién nacidos de 27 a 40 semanas tuvo un equivalente de 7 horas ponderadas con tiempo de silencio de 1.8 horas. Para la fuente de monitores electrónicos y sus alarmas fue un tiempo de exposición de 11 horas diarias ponderadas y 2.4 horas de silencio. Ruido derivado de equipos de aire la exposición fue de 6.8 horas, y tiempo de silencio de 4.4 horas. Hecho que sin duda explica que a mayor tiempo de exposición los riesgos de efectos adversos en la audición serán mayores. (13)

Niveles de presión sonora en las unidades de cuidado intensivo neonatal

Es necesario contar con la evaluación y auditoría de los niveles de presión sonora en las unidades de cuidado intensivo neonatal, con la finalidad de no superar los niveles de presión sonora recomendados a 45 dBA.

Parra, J., Suremain, A., Berne, F., Ego, A., Debillon, T. (2017) realizaron un estudio de medición de ruido en 17 salas simples y dobles de una unidad de cuidados intensivos neonatales, en un periodo de 24 horas. (14)

El nivel de presión sonora equivalente diario fue de 59.5 dBA (56.5-62), el nivel de presión sonora medio obtenido en las incubadoras fue de 65.8 dBA (65.4-68.5). Se

consideró además el nivel de presión sonora que supera el 10% de recomendación o L10, obteniéndose una media en las salas de 61.8 dBA (59.2-63.4), nivel L10 en la incubadora fue 68.1 dBA (66.3-70.4). El nivel de presión sonora máximo medio obtenido en las salas fue de 85.2 dBA (79.7 – 92.2) y en las incubadoras fue de 94.8 dBA (90.9 – 97), hecho que explica que en las incubadoras la exposición al ruido puede ser mayor. (14)

Garrido, A., Camargo, Y., Vélez-Pereira, A. (2015), realizaron un estudio para establecer el nivel de ruido en las unidades de cuidado intensivo neonatal en un hospital en Colombia, determinando además las horas de mayor ruido. (15)

En el estudio se obtuvo un nivel de presión sonora promedio en horas de la mañana de 64.84 dBA, siendo las 07h30 la hora que con mayor frecuencia presenta nivel de presión sonora elevado (65.3 dBA), mientras que para la tarde el nivel de presión sonora medio fue de 64.97 dBA, siendo las 18h30 la hora con mayor nivel encontrado (64.9 dBA), en tanto que para la noche este valor fue de 62.94 dBA, con mayor nivel hacia las 06h30 (64.2 dBA), hechos que indican que las transiciones de turno también implican mayor exposición al ruido dado el aumento de la operación del personal de salud, además de las fuentes típicas de la unidad. (15)

Shimizu, A., Matsuo, H. (2016) realizó un estudio de medición del nivel de presión sonora en recién nacidos ingresados incubadora y protocolo de oxígeno de alto flujo por cánula nasal y CPAP, estimando el nivel de ruido cuando la incubadora se encuentra abierta o cerrada, hecho que es común en las unidades de cuidado intensivo neonatal. (16)

El nivel de presión sonora medio obtenido de la fuente relacionada al dispositivo y tomas de oxígeno junto a la incubadora fue de 54.2 dBA (DE 1.3), el nivel máximo obtenido fue de 57.3 dBA (DE 4.4), nivel de presión mínimo 49.1 dBA (DE 2.5). Cuando la incubadora estaba abierta, el nivel de presión sonora media en el interior fue de 52.6 dBA (DE 4.5), nivel de presión sonora máximo de 56.5 dBA (DE 6.1), y nivel mínimo de 47.9 dBA (DE 2.3). En tanto que, al estar cerrada la incubadora el nivel de presión sonora medio en el interior fue de 49.3 dBA (DE 1.7), nivel de presión sonora máximo 51.8 dBA (DE 2.0),

nivel mínimo de 47.4 dBA (DE 1.5). Nivel que en todo momento supera el recomendado de 45 dBA. (16)

Santos, J., Carvalhais, C., Xavier, A., Silva, M. (2017) realizaron una medición del nivel de ruido en 3 salas de cuidados intensivo neonatal (A, B, C), las cuales dividieron en áreas consideradas como: estación de trabajo, zona de tráfico e interior de incubadoras, que es la organización general estándar de una unidad, con un muestreo de 8 horas ponderadas. (17)

Para la sala de cuidados intensivos A, se obtuvo un nivel de presión sonora promedio en la estación de trabajo de 71.7 dBA (47.8-114.6) y un nivel de presión sonora pico de 143.3 dBA, en la zona de tráfico se obtuvo un nivel de presión sonora media de 60.4 dBA (43.6-91.5) y un nivel pico de 115.8 dBA, al interior de la incubadora el valor de nivel de presión sonora medio fue de 48.7 dBA (42.2-68.1), y un nivel pico de 104.1 dBA. (17)

Para la sala de cuidados intensivos B, el nivel de presión sonora en la estación de trabajo fue de 59.9 dBA (39.5-85.8), y un nivel pico de 106.3 dBA, para la zona de tráfico el nivel de presión sonora medio fue de 58.1 dBA (43.8-82) y un nivel pico de 113.2 dBA. (17)

Para la sala de cuidados intensivos C, en la primera estación de trabajo se obtuvo un nivel de presión sonora de 53.3 dBA (46.2-79.1), y un nivel pico de 112.2 dBA, para la segunda estación de trabajo el nivel de presión sonora medio fue de 57.8 dBA (42.6-77.4), y un nivel pico de 109.2 dBA, mientras que al interior de la incubadora el nivel de presión sonora medio fue de 46.6 dBA (41.2 – 63.4), con un nivel pico de 104.6 dBA. (17)

En todas las revisiones de medición de ruido en las unidades de cuidado intensivo neonatal se supera el valor recomendado de 45 dBA, incluso el valor de aumento del 10% del recomendado, hecho que indica la innegable exposición neonatal al ruido en las unidades de cuidado intensivo.

METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivos

Objetivo General

Establecer los niveles de presión sonora equivalente diario y su relación con efectos adversos en recién nacidos expuestos al ruido en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora.

Objetivos Específicos

- a. Aplicar estrategia de medición diaria en un muestreo matutino en puntos medios de las fuentes principales de emisión sonora presentes en la unidad.
- b. Calcular los niveles de presión diaria equivalente y dosis diaria de ruido acorde a las mediciones obtenidas en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales.
- c. Comparar los niveles de presión diaria equivalente obtenidos con las variaciones fisiológicas recogidas de los recién nacidos expuestos en la Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal.

Diseño de la investigación

Estudio epidemiológico observacional prospectivo de cohortes

Proceso de selección de la muestra

Definición del universo

El Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora, dispone de una Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, con capacidad de 52 pacientes, e admisiones anuales de 419 pacientes, referidos de centros de primero y segundo nivel, con patologías de alta complejidad.

Muestra

Considerando un número de 115 admisiones mensuales en la Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal, se realizará un muestreo para universo finito, la cual resultará de la siguiente expresión:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + z^2 * p * q}$$

Donde:

z: para un nivel de confianza del 95%, la constante es 1.96

p: es la probabilidad de ocurrencia, en este caso es igual a 0.5

q: 1 – p

N: tamaño de la población o universo

e: error muestral equivalente al 5%.

Entonces, acorde a esto se procede al cálculo de la muestra:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 115}{(0.05^2 * (115 - 1)) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{43.25}{0.66}$$

$$\mathbf{n=65}$$

El tamaño muestral para el estudio será de 65 recién nacidos que sean admitidos a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro

Ahora, a quienes se evaluarán los cambios en frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y ganancia ponderal relacionados a su exposición al ruido en la unidad.

Sujetos

Criterios de inclusión, exclusión y eliminación

Criterios de inclusión

1. Recién nacidos pretérmino ingresados a la unidad de críticos y ventilados
2. Recién nacidos a término ingresados a cuidados neonatales en esquema de ventilación no invasiva y monitoreo regular
3. Recién nacidos posttérmino ingresados a cuidados intensivos neonatales es esquema de ventilación no invasiva o vigilancia intermedia.

Criterios de exclusión

1. Recién nacidos pretérmino, a término o post-término con tamizaje de potenciales evocados auditivos calificados como “no aprobado” o calificado como sordera congénita
2. Recién nacidos con sordera congénita asociada a infecciones STORCH
3. Recién nacidos con agenesia de conducto auditivo o microtia

Criterios de eliminación

1. Recién nacidos fallecidos durante los procesos de medición ambiental de ruido.

Métodos Específicos

Métodos especiales

Estrategia de Medición

Para la medición del ruido en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, se seguirá la NTE-INEN-ISO 9612:2014-1 (Acústica. Determinación de la exposición al ruido en

el trabajo. Método de Ingeniería). Acorde a esta norma, se establecerán las siguientes acciones de medición:

- a. **Etapa 1:** análisis de las fuentes y de la frecuencia de uso en la unidad de cuidado intensivo neonatal
- b. **Etapa 2:** estrategia de medición por jornada nominal en la mañana, tarde y noche, por el lapso de una semana. La estrategia general a utilizar en la medición será aquella relacionada a la función mediante muestreo aleatorio de fuentes.
- c. **Etapa 3:** determinación de la duración de las mediciones, a través del cálculo de la duración mínima acumulativa, la cual, se tomará de las especificaciones del punto 10.2, de la NTE INEN ISO 9612.
- d. **Etapa 4:** se usará un sonómetro integrador de Tipo B, con medición en bandas de octava.
- e. **Etapa 5:** determinación de la incertidumbre en relación al sonómetro integrado de Tipo B, y cálculo de ponderales con escala de atenuación A.
- f. **Etapa 6:** correlación y cálculos espectrales determinados por la medición de sonómetro.

Calibración de equipos de medición y ubicación en la medición

Previo a la medición, el sonómetro deberá ser calibrado con un estabilizador acústico bajo norma IEC 61672-1 e IEC 61252, en un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano en base a norma ISO 17025. Los intervalos de ajuste se determinarán a un patrón de ruido ecualizado y filtrado en relación a la desviación típica del sonómetro.

Se obtendrá un certificado de calibración, con descripción de los espectros calibrados, con lo cual se asegurará la fiabilidad de las mediciones.

Dado el tipo de medición que se utilizará, el sonómetro se ubicará en un punto equidistante de las fuentes y el área total de la zona a monitorear, y se ubicará el equipo sobre un trípode estabilizador a 1.4 metros del piso, y se tomarán las medidas identificando en un plano la ubicación del punto.

Cálculo del nivel de presión sonora equivalente diaria

Para el cálculo del nivel de presión sonora equivalente diaria, se aplicará la siguiente expresión:

$$L_{p,A,eq,T,m} = 10 \lg \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0.1 \times L_{p,A,eq,T,mi}} \right) \text{ dBA}$$

Donde:

L_{p,A,eq,T,m}: es el nivel de presión sonora continua equivalente ponderado A durante la duración de una actividad.

i: es el número de una muestra de la tarea *m*

I: es el número total de muestras de la tarea *m*

Los datos se obtendrán de los datos obtenidos de cada muestreo y se obtendrá un resultado en dBA, el cual, representa el nivel de presión sonora equivalente diario.

Recolección, análisis y valoración de datos

Recolección de datos

Para la recolección de datos se diseñará un formulario en donde se establecerán los datos a obtener de la evaluación a cada uno de los recién nacidos y aspectos generales relativos a la medición.

Para el caso de los datos obtenidos de las mediciones las mismas se descargarán en el software provisto por el fabricante del sonómetro (Noise Tools) y extrapolada a Microsoft Excel 2010 con trazabilidad y nombramiento de cada punto de medición, mediante notación (Área, No. Punto, Letra de Muestra).

La información que sea recolectada mediante el formulario, se ingresará a una base de datos en Microsoft Excel 2010, las cuales serán ingresadas en un orden operacionalizado de tal manera permita su extrapolación al software estadístico IBM SPSS Statistics 23.0

Análisis y valoración de los datos

Para el análisis de los datos obtenidos acorde a las variables consideradas para el estudio se aplicará tanto estadística descriptiva e inferencial, y se determinarán agrupaciones de variables, las cuales se explican a continuación.

Se agruparán las variables de edad gestacional en subgrupos que serán:

- Menor a 27.6 semanas
- 28 a 31.6 semanas
- 32 a 33.6 semanas
- 34 a 36.6
- Mayor a 37 semanas

Se agruparán las variables de peso al nacer en subgrupos que serán:

- Menor a 1500 gramos
- 1501 - 2000
- 2001 a 2500 gramos
- Mayor a 2500 gramos

Estadística descriptiva. -

Para las variables cuantitativas (edad gestacional, ganancia ponderal, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno, nivel de presión sonora ponderada diaria) se aplicarán las siguientes medidas:

- Tendencia central: media, moda, mediana
- Dispersión: desviación estándar, rango.

Para las variables cualitativas (género, procedencia, área de ingreso, asignación a incubadora, fuentes de exposición) se analizarán con:

- Frecuencia relativa y absolutas
- Porcentajes

Se expresarán los resultados en tablas de contingencia para caracterización de la muestra de estudio, y la descripción de aspectos epidemiológicos, operativos, y relativos a la medición específica del ruido por cada área.

Estadística inferencial

Para las variables cualitativas relacionadas al nivel de presión sonora con alarmas off y fuentes hábiles, y las variaciones de frecuencia cardiaca, ganancia ponderal y saturación de oxígeno se realizará:

- Chi Cuadrado de Pearson: correlación nivel de presión sonora y aspectos fisiológicos y demográficos
- T U de Mann Whitney: relación entre las medias entre la frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y peso.

RESULTADOS

Tabla 1. Caracterización demográfica en recién nacidos ingresados en el área de Neonatología en el Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora

Variable	Sala de Ingreso						X ²	p<0.05
	Sala 204	Sala 205-1	Sala 205-2	Sala 205-3	Sala 205-4	Sala 206		
	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)		
Sexo								
Masculino	2(20,0%)	8(53,3%)	4(80,0%)	9(56,3%)	4(50,0%)	8(66,7%)	6.833	0.233
Femenino	8(80,0%)	7(46,7%)	1(20,0%)	7(43,8%)	4(50,0%)	4(33,3%)		
Peso Basal (gramos)								
< 1500	0(0,0%)	0(0,0%)	3(60,0%)	4(25,0%)	7(87,5%)	8(66,7%)	48.931	0.001
1501 - 2000	3(30,0%)	2(13,3%)	1(20,0%)	1(6,3%)	1(12,5%)	3(25,0%)		
2001 - 2500	1(10,0%)	0(0,0%)	1(20,0%)	4(25,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)		
> 2500	6(60,0%)	13(86,7%)	0(0,0%)	7(43,8%)	0(0,0%)	1(8,3%)		
Edad Gestacional (semanas)								
< 27.6	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	1(6,3%)	0(0,0%)	4(33,3%)	53.293	0.001
28 a 31.6	0(0,0%)	0(0,0%)	1(20,0%)	0(0,0%)	4(50,0%)	2(16,7%)		
32 a 33.60	2(20,0%)	0(0,0%)	1(20,0%)	3(18,8%)	4(50,0%)	3(25,0%)		
34 a 36.60	2(20,0%)	3(20,0%)	2(40,0%)	4(25,0%)	0(0,0%)	2(16,7%)		
> 37	6(60,0%)	12(80,0%)	1(20,0%)	8(50,0%)	0(0,0%)	1(8,3%)		
Número de ocupantes								
< 5 ocupantes	0(0,0%)	0(0,0%)	5(100,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	132.00	0.001
5 a 10 ocupantes	10(100,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	8(100,0%)	0(0,0%)		
> 10 ocupantes	0(0,0%)	15(100,0%)	0(0,0%)	16(100,0%)	0(0,0%)	12(100,0%)		
Fuentes de emisión sonora								
Monitor	9(90,0%)	13(86,7%)	5(100,0%)	9(56,3%)	3(37,5%)	0(0,0%)	66.67	0.001
Ventilador + Monitor	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	2(25,0%)	6(50,0%)		
Ventilador + Monitor + Succión	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	5(41,7%)		
Monitor + Ruido Externo	0(0,0%)	1(6,7%)	0(0,0%)	2(12,5%)	0(0,0%)	0(0,0%)		
Oxígeno (Burbujeo) + Monitor	1(10,0%)	1(6,7%)	0(0,0%)	5(31,3%)	3(37,5%)	1(8,3%)		
Muestreos sobre el límite recomendado								
> 45 dBA	8(80,0%)	11(73,3%)	1(20,0%)	13(81,3%)	6(75,0%)	9(75,0%)	7.916	0.161
=< 45 dBA	2(20,0%)	4(26,7%)	4(80,0%)	3(18,8%)	2(25,0%)	3(25,0%)		

Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En la Tabla 1, se muestra la caracterización demográfica de la población expuesta al ruido ambiente en el área de Neonatología del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro

Ahora, misma que se subdivide en 6 salas. El género masculino en general predomina la muestra observada total (n=35), en relación al género femenino (n=31), con un cociente de relación de 1.2:1.

Los recién nacidos de peso extremadamente bajo al nacer, se observa principalmente en las áreas de cuidado intensivo (salas 205-4 y 206), variante que es claramente diferenciada y estadísticamente significativa. Acorde a la edad gestacional, en el área de cuidado intensivo la población cuenta con prematuros extremos (menor a 27.6 semanas) (n=5) con una frecuencia relativa acumulada de 7.57%, en tanto que, prematuros tardíos, muy prematuros, y prematuros moderados alcanza un recuento de n=33 con una frecuencia acumulada de 50% y por tanto son la mayoría del tamaño muestra, mientras que los recién nacidos sobre de las 37 semanas alcanzan un recuento de n=28, con una frecuencia acumulada 42.43%.

La ocupación por sala es variable en relación a la distribución física de los recién nacidos. Solamente una de las salas evaluadas (205-2) tiene menos de 5 ocupantes, en tanto que, la salas 205-1, 205-3 y 206 albergan a más de 10 ocupantes en su espacio físico, lo que implican además sumación de fuentes sonoras.

Las fuentes sonoras identificadas principalmente fue el monitor electrónico principalmente, mismo que tiene un ruido de carácter intermitente y crea un ruido base en los ambientes. Los sistemas de humidificación de aire se vieron principalmente en áreas de cuidado intensivo, asimismo se evidencia influencia del ruido externo en la sumación sonora en las salas 204, 205-1, 205-2 y 205-3.

Los muestreos realizados con sonómetro integrador, mostraron niveles de presión sonora en el rango recomendado en apenas el 27.27% de las mediciones, es decir, a menos de 45 dBA.

Tabla 2. Valores fisiológicos base y nivel de presión sonora neto, en salas de neonatología del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora

Parámetro	Salas de Ingreso											
	Sala 204		Sala 205-1		Sala 205-2		Sala 205-3		Sala 205-4		Sala 206	
	Media	DE (+/-)	Media	DE (+/-)	Media	DE (+/-)	Media	DE (+/-)	Media	DE (+/-)	Media	DE (+/-)
Peso Basal (gramos)	2592.5	632.5	2844.5	507.3	1490.8	414.4	2198.8	697.1	1229.4	266.0	1356.3	720.1
Frecuencia Cardíaca (lat/min)	146.9	12.4	135.7	13.0	141.4	7.9	146.7	10.8	149.4	11.7	150.3	20.3
Saturación de Oxígeno (%)	94.4	2.4	93.9	2.6	94.2	2.9	93.3	2.4	96.3	1.3	94.1	2.0
Nivel de Presión Sonora (dBA)	51.4	4.1	56.6	7.8	44.4	2.2	55.1	5.4	48.1	2.3	51.4	4.9

Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En la Tabla 2, se exponen los valores de fisiológicos de base en la población de recién nacidos analizados, además del nivel de presión sonora obtenida con la media aritmética de los rastreos, misma que no representan la suma logarítmica final de exposición.

Los recién nacidos de las salas 204, 205-1 y 205-3 muestran valores medios de peso superiores a 2000 gramos, en contraste con las medias inferiores a este corte obtenidas en las salas 205-4 y 206 que son menores a 1500 gramos, que se ha de considerar por la edad gestacional menor en estas últimas.

Las medias de frecuencia cardíaca son heterogéneas, siendo la máxima media a 150.3 latidos/min y la mínima media de 135.7 latidos/min. No se evidencian diferencias significativas en cada una de las medias de saturación de oxígeno en los recién nacidos de las diversas salas evaluadas.

Los niveles de presión sonora, muestran a la sala 205-2 con un nivel de presión sonora de 44.4 dBA, siendo sustancialmente menor en relación a las medidas obtenidas en las salas 205-3 y 206.

Tabla 3. Variaciones en valores fisiológicos y antropométricos en recién nacidos expuestos a ruido en relación al género, en el Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora

Parámetro	Sexo							
	Masculino				Femenino			
	Nivel de Presión Sonora (Límite 45 dBA)							
	> 45 dBA		=< 45 dBA		> 45 dBA		=< 45 dBA	
	Media	DE (+/-)	Media	DE (+/-)	Media	DE (+/-)	Media	DE (+/-)
Frecuencia Cardíaca (Basal) (lat/min)	145.8	15.4	145.9	12.6	142.5	13.7	147.7	16.5
Frecuencia Cardíaca (Expuestos) (lat/min)	168.9	6.7	121.5	4.8	167.4	4.9	125.9	7.0
Saturación de Oxígeno (Basal) (%)	94.1	2.6	94.0	2.7	94.4	2.0	93.7	3.0
Saturación de Oxígeno (Expuestos) (%)	90.6	1.8	96.2	1.3	90.4	1.3	97.1	.9
Peso Basal (gramos)	2192.8	890.7	1881.5	738.2	2120.5	870.8	1874.3	875.1
Peso (Expuestos) (gramos)	2354.9	877.3	1853.5	561.2	2139.1	808.1	1995.7	798.9

Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En la Tabla 3, se exponen los valores fisiológicos y antropométricos derivados de la exposición a ruido en las salas valoradas, en relación al género y a la exposición a niveles de presión sonora sobre de 45 dBA. En cuanto a los patrones basales no se evidencian diferencias significativas entre grupos, tampoco en el determinante de género.

En el análisis por par de medias, se evidencia que la frecuencia cardíaca basal varía en un rango superior al 10% cuando el nivel de presión sonora es mayor a 45 dBA, con una media de variación de 23 y 25.4 latidos/min por cada género respectivamente. Hecho similar ocurre con la saturación de oxígeno, en donde se evidencia una variación del 3.5 y 4% en género masculino y femenino respectivamente, cuando el nivel de presión sonora es mayor a 45 dBA.

Entre los grupos en relación al género y la exposición a ruido sobre de 45 dBA, no se evidencian variaciones significativas en cuanto al peso basal y el evaluado tras la exposición a ruido entre cada uno de los grupos.

Tabla 4. Valoración de los rangos de variación y medias en relación al nivel de presión sonora límite en recién nacidos del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora

		Rangos				
Nivel de Presión Sonora		n%	Rango promedio	Suma de rangos	U Mann Whitney	p < 0.05
Frecuencia Cardíaca (Expuestos)	> 45 dBA	48(72.72)	42.50	2040.00	0.0001	0.001
	=< 45 dBA	18(27.28)	9.50	171.00		
Saturación de Oxígeno (Expuestos)	> 45 dBA	48(72.72)	24.51	1176.50	0.50	0.001
	=< 45 dBA	18(27.28)	57.47	1034.50		
Peso (Expuestos)	> 45 dBA	48(72.72)	35.85	1721.00	319.00	0.104
	=< 45 dBA	18(27.28)	27.22	490.00		

Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En la Tabla 4, se exponen los resultados de la aplicación del test de U de Mann Whitney, para la valoración de la diferencia de medias entre cada uno de las constantes fisiológicas y antropométricas, cuando los recién nacidos se exponen a un nivel de presión sonora sobre de 45 dBA. En el caso de la frecuencia cardíaca, se obtuvo un rango promedio de 9.50 cuando existe exposición a ruido sobre de 45 dBA con U de Mann Whitney de 0.0001 y significancia a $p=0.001$, que explica que en presencia de un nivel de presión sonora sobre de 45 dBA, hay variación de la frecuencia cardíaca en los expuestos.

En cuanto a la saturación de oxígeno, ocurre un hecho similar donde el rango promedio de 24.51, cuya suma de rango es significativamente mayor cuando hay exposición a un nivel de presión sonora superior de 45 dBA (1176 vs 1034) con U de Mann Whitney de 0.5 y $p=0.001$, que explica que hay variación significativa de la saturación de oxígeno cuando el nivel de presión sonora es mayor a 45 dBA.

En relación al peso, se obtuvo una U de Mann Whitney de 319, con un valor de $p=0.104$, hecho que explica que no hay variación significativa del peso en gramos cuando el nivel de presión sonora es mayor de 45 dBA.

Tabla 5. Niveles de presión sonora continua equivalente en salas de neonatología del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora

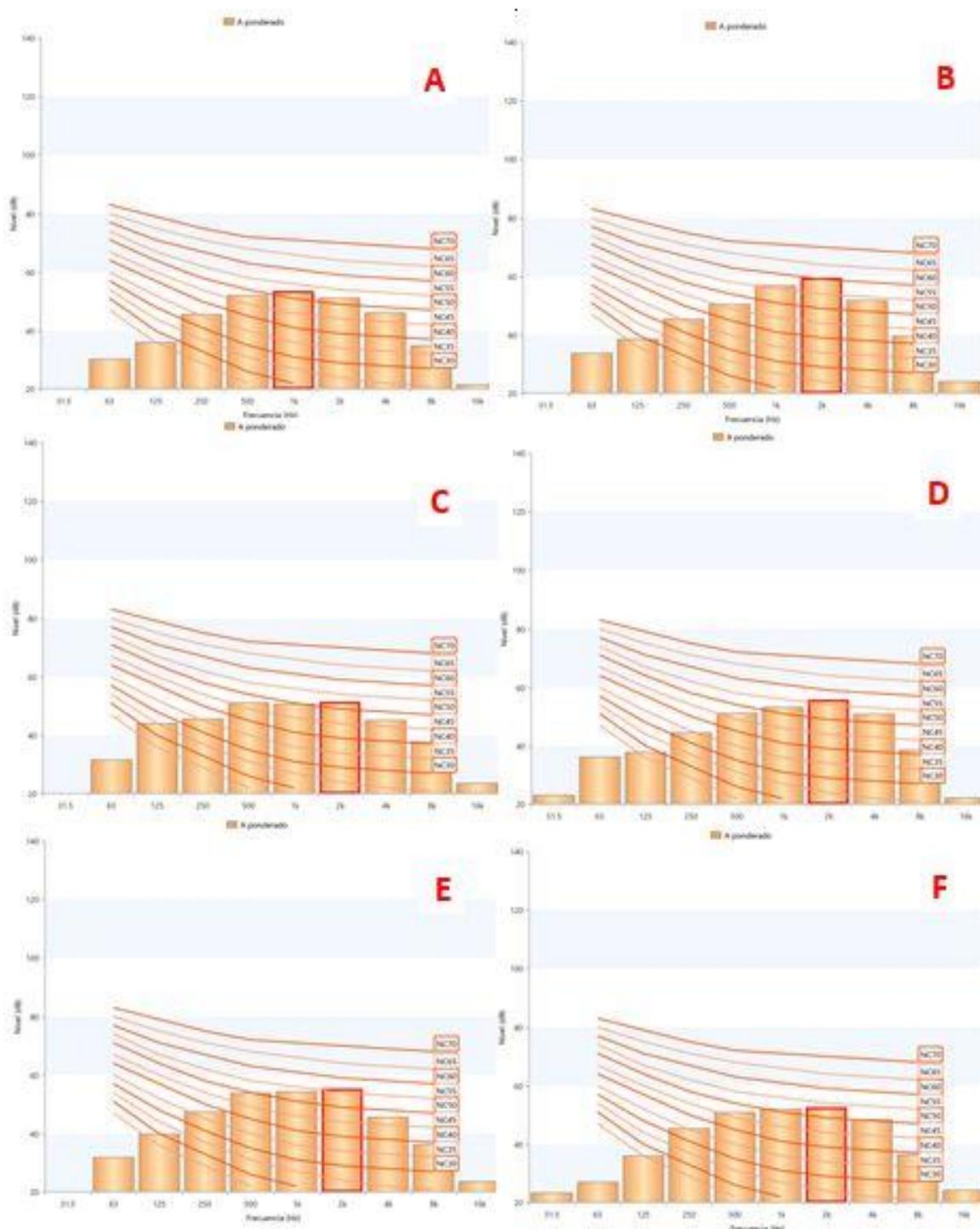
Nivel de Presión Sonora (Ponderado A - dBA)						
Sala de Ingreso	Media	DE (+/-)	Máximo	Mínimo	Laeq (dBA)	LEX, 8h (dBA)
Sala 204	51.4	4.1	56.4	44.6	57.8	45.8
Sala 205-1	56.6	7.8	66.5	44.8	62.1	50.1
Sala 205-2	44.4	2.2	48.0	42.1	56.9	44.9
Sala 205-3	55.1	5.4	61.0	44.6	59.3	47.3
Sala 205-4	48.1	2.3	51.0	44.7	59.7	47.7
Sala 206	51.4	4.9	58.9	44.6	57.6	45.6

Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En la Tabla 5, se evidencian los niveles de presión sonora obtenidos de los muestreos de ruido en las diversas salas. Además se presentan los valores de la suma logarítmica para la determinación del nivel de presión sonora continua equivalente diaria (Laeq, dBA) y el estimado de exposición en un ponderado de 8 horas (LEX, 8h).

En las salas evaluadas el rango de nivel de presión sonora continua equivalente diaria (Laeq) es de 56.9 a 62.1 dBA, los cuales están sobre del límite recomendado de 45 dBA. En la extrapolación logarítmica para exposición a 8 horas continua, el nivel equivalente continuo es de 44.9 a 50.1 dBA, por tanto, solo en la sala 205-2 hay un rango permisible de exposición en un continuo de ruido de 8 horas diarias, sin embargo, este valor es borderline.

Figura 1. Distribución de frecuencia en bandas de octava acorde a mediciones en salas de Neonatología del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora



Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

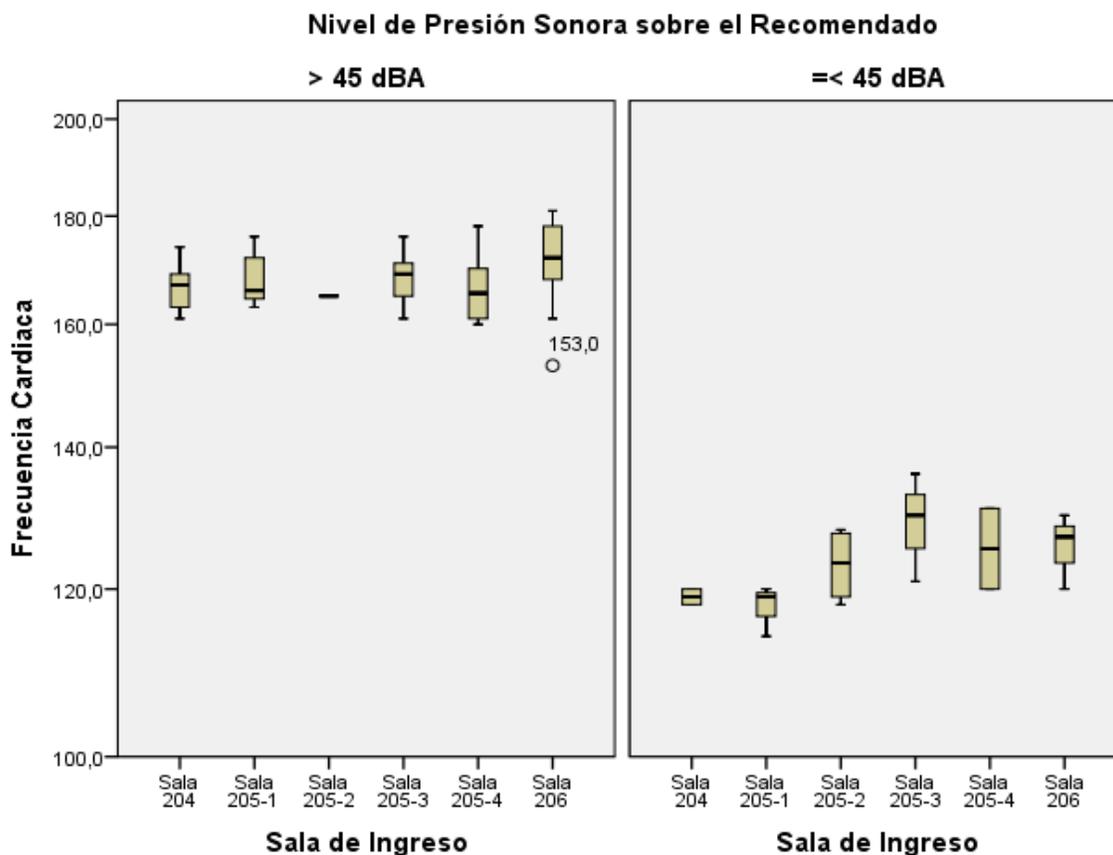
En la Figura 1, se exponen los registros en bandas de octava de las mediciones de ruido en cada una de las salas en el área de Neonatología del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora. En la sala 204 (A), el tipo de ruido evidenciado es de tipo agudo, cuya banda crítica se halla en 1000 Hz, misma que tiene un valor de 53.6 dBA, misma que se contrasta con la curva NC, donde NC 55 cae sobre la banda crítica, significando que hay influencia del ruido externo en los resultados finales de nivel acústico.

En la sala 205-1 (B), la banda crítica se halla en 2000 Hz, cuyo nivel acústico es de 59.4 dBA. El tipo de ruido observado es de carácter agudo, y las curvas NC 55 cae sobre la frecuencia crítica indicando también la influencia del ruido exterior como sumación en el nivel equivalente continuo final en esta sala.

En la sala 205-2 (C), el tipo de ruido es agudo con frecuencia mixta, la banda crítica se halla hacia 2000 Hz con valor acústico de 51.4 dBA. Las curvas NC 50 caen sobre la frecuencia crítica, hecho que indica que el ruido base de la sala influye en la reverberación final en la acústica y nivel de presión sonora. En la sala 205-3 (D), se evidencia un tipo de ruido de tipo agudo, cuya frecuencia crítica se halla en la banda de 2000 Hz, con curva de NC 50 concordante, lo que explica la influencia del ruido externo y base de la habitación como determinante acústico final.

En la sala 205-4 (E), se halla en 2000 Hz, cuyo nivel acústico es de 55.2 dBA, y acorde a la distribución de frecuencias es un ruido agudo. La curva NC 55 cae sobre la frecuencia crítica, lo que evidencia la influencia de ruido base en el nivel acústico de dicha sala. En la sala 206 (F), la banda crítica se halla en 2000 Hz, cuyo nivel acústico es de 52.5 dBA, y de acuerdo a la distribución de frecuencia se trata de un ruido de tipo agudo. La curva NC 55 cae sobre la banda crítica, lo que indica influencia del ruido de fondo en el nivel acústico final.

Figura 2. Análisis de las variaciones en la frecuencia cardiaca en recién nacidos expuestos a ruido ambiente



Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En la Figura 2, se expone un diagrama de caja, en la cual se determina la comparativa entre los valores de frecuencia cardiaca obtenidos en cada una de las salas y la exposición a niveles de presión sonora equivalente superior a 45 dBA.

En el diagrama hay una diferencia importante en las medias de frecuencia cardiaca post-exposición cuando el nivel de presión acústica es mayor a 45 dBA en cada una de las salas. En la sala 204, cuando el nivel de presión sonora muestreado es menor o igual a 45 dBA, la media es de 119 latidos/minutos, con un máximo de 120 latidos/minuto y un mínimo de 118 latidos/minuto, con mayor concentración de frecuencias en el segundo cuartil Q2 de 117 latidos/minuto, con moda de 118 latidos/minuto y mediana de 119

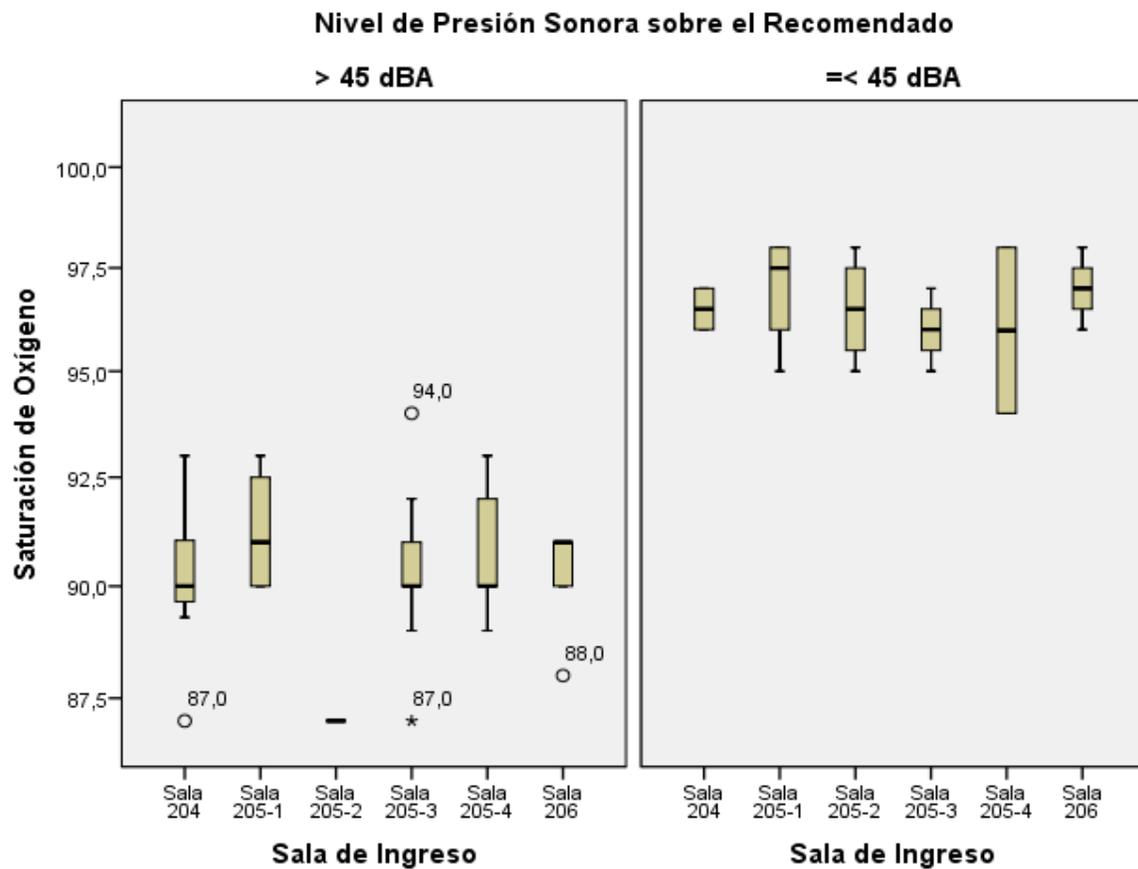
latidos/minutos, en tanto que, cuando el nivel de presión sonora es mayor a 45 dBA la media obtenida es de 166 latidos/minuto, con un máximo de 174 latidos/minuto, mínimo de 161 latidos/minuto, moda de 163 latidos/minuto y mediana de 167 latidos, que además coincide con los datos en el tercer cuartil Q3.

En la sala 205-1, a un nivel de presión sonora menor a 45 dBA, la media es de 118 latidos/minuto, con un máximo de 120 latidos/minutos y mínimo de 114 latidos/min, mediana de 119 latidos/minuto y moda de 119 latidos/minuto, con datos concentrados principalmente en el primer cuartil Q1, en tanto que, a un nivel de presión sonora sobre de 45 dBA, la media es de 168 latidos/minuto, con un máximo de 176 latidos/min y un mínimo de 163 latidos/minutos, la mediana de la muestra es de 166 latidos/minuto. En la sala 205-2, se evidencia una media de frecuencia cardiaca de 123 latidos/minuto con un máximo y mínimo de 128 y 118 latidos/minuto, mediana de 123.5 latidos/minuto y moda de 118 latidos/minuto cuando el nivel de presión sonora es menor a 45 dBA, mientras que, a un nivel de presión sonora mayor de 45 dBA, la media es de 165 latidos/minuto.

En la sala 205-3, cuando el nivel de presión sonora se halla en el nivel recomendado, la media es de 129 latidos/minuto, mediana de 130 latidos/minuto, moda de 121 latidos/minuto, máximo y mínimo de 136 y 121 latidos/minuto respectivamente, en tanto que, a un nivel de presión sonora mayor a 45 dBA, la media es de 168.3 latidos/minuto, mediana de 169 latidos/minuto, moda de 161 latidos/minuto, máximo y mínimo de 176 y 161 latidos/minuto respectivamente.

En las salas 205-4 y 206, cuando el valor de nivel de presión sonora es mayor de 45 dBA, la media fue de 166.7 y 170.8 latidos/minuto, moda de 160 y 178 latidos/minuto, mediana de 165.5 y 172 latidos/minuto, con valores máximos de 178 y 181 latidos/minuto respectivamente, en contraste, con los valores medios encontrados cuando el nivel de presión sonora es menor de 45 dBA, cuyos valores son de 125.5 y 125.7 latidos/minuto respectivamente

Figura 3. Análisis de las variaciones en la saturación de oxígeno en recién nacidos expuestos a ruido ambiente



Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En la Figura 3, se expone un diagrama de caja, en la cual se determina la comparativa entre los valores de saturación de oxígeno obtenidos en cada una de las salas y la exposición a niveles de presión sonora equivalente superior a 45 dBA.

En el diagrama hay una diferencia importante en las medias de saturación de oxígeno post-exposición siempre y cuando el nivel de presión acústica es mayor a 45 dBA en cada una de las salas. En la sala 204, cuando el nivel de presión sonora muestreado es menor o igual a 45 dBA, la media es de 96%, con un máximo de 97% y un mínimo de 96%, con mayor concentración de frecuencias en el tercer cuartil Q3 de 96%, con moda de 96%

y mediana de 96.5%, en tanto que, cuando el nivel de presión sonora es mayor a 45 dBA la media obtenida es de 90.2%, con un máximo de 93%, mínimo de 88%, moda de 90% y mediana de 90%.

En la sala 205-1, a un nivel de presión sonora menor a 45 dBA, la media es de 98%, con un máximo de 97% y mínimo de 95%, mediana de 97.5% y moda de 98%, con datos concentrados principalmente en el segundo cuartil Q2, en tanto que, a un nivel de presión sonora sobre de 45 dBA, la media es de 91.3%, con un máximo de 93% y un mínimo de 90%, la mediana de la muestra es de 91%. En la sala 205-2, se evidencia una media de saturación de oxígeno de 96.5% con un máximo y mínimo de 98 y 95%, mediana de 96.5% y moda de 95% cuando el nivel de presión sonora es menor a 45 dBA, mientras que, a un nivel de presión sonora mayor de 45 dBA, la media es de 87%

En la sala 205-3, cuando el nivel de presión sonora se halla en el nivel recomendado, la media es de 96%, mediana de 96%, moda de 95%, máximo y mínimo de 97 y 95% respectivamente, en tanto que, a un nivel de presión sonora mayor a 45 dBA, la media es de 90.4%, mediana de 90%, moda de 90%, máximo y mínimo de 94 y 87% respectivamente.

En las salas 205-4 y 206, cuando el valor de nivel de presión sonora es mayor de 45 dBA, la media fue de 90.7 y 90.4%, moda de 90 y 91%, mediana de 90 y 91%, con valores máximos de 93 y 91% respectivamente, en contraste, con los valores medios encontrados cuando el nivel de presión sonora es menor de 45 dBA, cuyos valores son de 96 y 97% latidos/minuto respectivamente

DISCUSIÓN

Variaciones fisiológicas del ruido

Se ha establecido por la Asociación Americana de Pediatría que, en las unidades de cuidado neonatal, el nivel de presión sonora debe estar en un rango menor a 45 dBA, para evitar efectos fisiológicos en el recién nacido, dentro de los cuales se ha descrito la variación de la frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno cuando dichos niveles son superados.

En nuestro estudio, encontramos una variación del 21 a 25.6% en la frecuencia cardíaca y al menos del 3 a 5% en la saturación de oxígeno con respecto al basal cuando el recién nacido fue expuesto a un nivel de presión sonora superior a 45 dBA.

El rango de media de la frecuencia cardíaca en las diversas salas de cuidado neonatal en condiciones basales fue de 119 a 125 latidos/minuto y con una variación ante la exposición hasta un rango de 166.6 a 170.8 latidos/minuto, datos que se correlacionan a los obtenidos por en un estudio dirigido por Schefer-Cardoso et al (2015), en la que se describen a una presión sonora equivalente diaria de 61.34 a 67.90 dBA, variaciones de la frecuencia cardíaca desde un nivel basal de 137.74 a un máximo de 142.59 latidos/minuto, cuya significancia estadística fue demostrada, en este caso los hallazgos encontrados en este estudio son en un 6.1% menores a lo que se encontraron en nuestra evaluación (7).

En el estudio de Schefer-Cardoso et al (2015), se evidencia además una variación en la saturación de oxígeno desde un basal de 95.58% hasta 91.60%, con significancia estadística ante un nivel de presión sonora mayor a 45 dBA. Estos datos, son equivalentes a los obtenidos en nuestra valoración, en la que, hay una variación desde un basal medio de 98% hasta un medio en el ambiente ruidoso de 90.5%, que sin duda muestra una brecha amplia en la variación de este parámetro en recién nacidos, en especial prematuros. (7)

En relación al peso, no encontramos variaciones significativas ante la exposición a un nivel de presión sonora mayor a 45 dBA, dado que la condición es ampliamente susceptible de modificarse por otras variables no relacionadas al ruido. En nuestra muestra tuvimos una media de peso de 2257.2 gramos, cuya variación ante la exposición resultó en una media de 2045.3 gramos, mismos que son equiparables a lo encontrado en la revisión sistemática de Wachman (2011) y Schefer-Cardoso et al (2015), donde se hallaron variaciones de 1916,1 a 1891 gramos, y de 2282.50 gramos a 2190 gramos, sin ser en todos los casos significativo (4)(7).

Niveles de presión sonora en unidades de cuidado neonatal

En nuestra muestra, pudimos segmentar la población entre ambientes de ruido controlado y muy ruidosos, siendo estos últimos especialmente en las salas de cuidado intensivo neonatal. En un estudio ejecutado por Shoemark et al (2015), en unidades de cuidado intensivo neonatal (exceptuando salas de cuidados intermedios), se encontró una medición matutina de nivel equivalente diario ponderado de 61 dBA (DE: 4.5 dBA), dato que se relaciona con el encontrado en nuestra serie en unidad de terapia neonatal que fueron de 59.7 dBA (DE 6.1) y 57.6 dBA (DE 4.1), en todos los casos, superando el nivel recomendado de 45 dBA (18).

En otra serie de mediciones realizado por Sánchez-Rodríguez et al (2012), en unidades de cuidado intensivo y cuidado intermedio neonatal, encontraron un nivel equivalente ponderado diario (Laeq) de 59.90 dBA en las áreas de cuidado crítico u de 55.35 dBA en muestreo de jornada matutina y vespertina, los cuales, se relacionan a nuestros hallazgos en áreas críticas de 59.7 dBA (DE 6.1) y 57.6 dBA (DE 4.1), y en intermedios de 57.8, 62.1, 56.9 y 59.3 DBA respectivamente, que en consecuencia con la

serie de Sánchez-Rodríguez et al (2012), nuestras áreas son relativamente más ruidosas (19).

Garrido-Galindo et al (2017), ejecutan una medición en tres jornadas en una unidad de cuidado intensivo neonatal, en la que se exponen valores de medición en muestreos matutinos y nocturnos, con un valor de nivel de presión equivalente ponderado de 64 dBA con un máximo de 76.04 dBA, donde además se determinaron fuentes como los monitores, equipos de vibración y ventiladores como fuentes de sumación entre 16.8 a 63.8 dBA, mismos que se contrastan con nuestro estudio, donde obtuvimos niveles de presión sonora equivalente diaria de 57.8 dBA, 62.1 dBA, 56.9 dBA, 59.3 dBA, 59.7 dBA y 57.6 dBA, siendo las fuentes determinadas los monitores eléctricos y equipos de succión como principales sumadores acústicos (20),

Un estudio brasileño ejecutado por Reis-Jordao et al (2016), determinaron los posibles estresores en áreas de cuidado neonatal, encontrando niveles de presión sonora equivalente de 88.6 a 92.4 dBA, que en consecuencia son notablemente mayores a los encontrados en nuestra serie donde el valor más alto encontrado es 62.1 dBA. Esto se debe a que las fuentes probables eran equipos médicos antiguos y además la gran influencia de ruido externo y de conversación del personal en áreas de cuidado intermedio especialmente, en todo caso, todas las medidas se hallan fuera del rango recomendado de 45 dBA (21).

En un análisis realizado por Lahav (2014), determinó niveles de presión sonora equivalente 63.1 dBA en el horario de medición matutino y de 59.8 dBA en el horario nocturno, que se relacionan en cuanto a las mediciones del horario matutino a lo encontrado en nuestras series. Además mencionan que la caracterización del ruido es de tono agudo y las bandas de frecuencia de mayor criticidad se hallan entre 1000 a 4000 Hz, y que acorde a nuestra serie, en la que las bandas de frecuencia críticas se hallan

comúnmente en 2000 Hz, podemos determinar que el ruido de tipo grave, con influencia externa y reverberación da lugar a ruidos agudos en las áreas de cuidado neonatal a una frecuencia de percepción mínima pero lesiva al oído (22).

CONCLUSIONES

Primera: La población estudiada fue principalmente regida por recién nacidos prematuros, del género masculino, con peso medio superior a los 2000 gramos, y salas con más de 5 ocupantes e incluso transitoriamente mayor personas en días de alto tránsito por profesionales de la salud. Las principales fuentes sonoras descritas son los monitores electrónicos, ventiladores, equipos de succión y sistemas de humidificación de aire.

Segunda: Al menos el 72.7% de los muestreos realizados, determinaron valores de niveles de presión sonora superiores a 45 dBA, hecho que implica como conclusión innegable que las áreas no cumplen con la recomendación internacional.

Tercera: No se evidenciaron diferencias significativas en la variación de las constantes de frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y peso cuando se relacionan a las variables de género, peso o edad gestacional, pero sí, cuando la exposición a ruido es mayor a 45 dBA, dado que las diferencias de medias son significativamente influenciadas por dicho determinante.

Cuarta: Se evidenciaron condiciones basales en la frecuencia cardiaca de 119 a 125 latidos/minuto con una variación ante la exposición a niveles de presión sonora sobre de 45 dBA, hasta un rango de 166.6 a 170.8 latidos/minuto, asimismo, hay una variación desde un basal medio en la saturación de oxígeno de 98% hasta un medio en el ambiente ruidoso de 90.5%, por lo tanto, las variaciones en estos parámetros son significativos.

Quinta: No se evidenciaron variaciones en el peso derivado de la exposición a niveles de presión sonora equivalente mayor a 45 dbA.

Séptima: El tipo de ruido presentado en las diversas salas de cuidado neonatal es de carácter grave, con frecuencias críticas entre 1000 a 2000 Hz, con niveles de presión sonora ponderada equivalente de 57.8 dBA, 62.1 dBA, 56.9 dBA, 59.3 dBA, 59.7 dBA y 57.6 dBA, que en todos los casos superan la recomendación internacional.

RECOMENDACIONES

Primera: Dada que la población de recién nacidos analizada es predominantemente prematura, se debe garantizar el screening audiológico con potenciales evocados y establecer las medidas de conservación auditiva, en especial, ante la combinación de ambientes ruidosos, medicamentos ototóxicos y otros factores de riesgo neonatal.

Segunda: Establecido que los niveles de presión sonora presentados son mayores al nivel recomendado, se sugiere realizar monitoreos de ruido semestralmente tanto en horarios matutinos, vespertino y nocturno con la finalidad de establecer horas de silencio y determinar las medidas eficaces para la insonorización y dispersión del ruido en las áreas.

Tercera: Se ha de considerar al momento de establecer los protocolos de asistencia regular e intensiva al recién nacido, las fuentes sonoras a colocar alrededor del recién nacido con la finalidad de establecer medidas de control como “earmuffs” que permitan la atenuación en 10 dBA, la influencia del ruido en este grupo poblacional

Cuarta: La monitorización de constantes vitales se realizará con equipos calibrados y certificados con la finalidad de evitar sesgos y falsos positivos para la influencia de elementos sonoros sobre la frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno en ausencia de otros factores de riesgo.

Quinta: No se considerará al peso, como un parámetro para la valoración del efecto del ruido en recién nacidos, sino que se considerará en análisis posteriores la cuantificación de cortisol en saliva para su evaluación efectiva.

Séptima: Se recomienda insonorizar en sitios puntuales las salas 204, 205-1, 205-2, 205-3, cuya influencia de ruido de fondo se da por el tránsito y demás eventos alrededor del espacio locativo del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora.

Referencias

1. Marik PE, Fuller C, Levitov A, Moll E. Neonatal incubators: A toxic sound environment for the preterm infant? *Pediatr Crit Care Med*. 2012;13(6):685–9.
2. Valizadeh S, Bagher Hosseini M, Alavi N, Asadollahi M, Kashefimehr S. Assessment of sound levels in a neonatal intensive care unit in tabriz, iran. *J caring Sci [Internet]*. 2013;2(1):19–26.
3. Krueger Associate professor C, Adam Crosland Pre-med student B. *Safe Sound Exposure in the Fetus and Preterm Infant*. 2013.
4. Wachman EM, Lahav A. The effects of noise on preterm infants in the NICU. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2011;96(4):305–10.
5. Khaledi N, Khosravi N, Ranjbar A, Godarzi Z, Karimi A. The effectiveness of earmuffs on the physiologic and behavioral stability in preterm infants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol [Internet]*. Elsevier Ltd; 2017;98:43–7.
6. Aita M, Johnston C, Goulet C, Oberlander TF, Snider L. Intervention Minimizing Preterm Infants' Exposure to NICU Light and Noise. *Clin Nurs Res*. 2013;22(3):337–58.
7. Cardoso SMS, Kozłowski L de C, de Lacerda ABM, Marques JM, Ribas A. Newborn physiological responses to noise in the neonatal unit. *Braz J Otorhinolaryngol [Internet]*. Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial; 2015;81(6):583–8.
8. Abdeyazdan Z, Ghasemi S, Marofi M, Berjis N. Motor responses and weight gaining in neonates through use of two methods of earmuff and receiving silence in NICU. *Sci World J*. 2014;2014.
9. Garinis AC, Liao S, Cross CP, Galati J, Middaugh JL, Mace JC, et al. Effect of gentamicin and levels of ambient sound on hearing screening outcomes in the

- neonatal intensive care unit: A pilot study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* [Internet]. Elsevier Ireland Ltd; 2017;97:42–50.
10. Peixoto PV, de Araújo MAN, Kakehashi TY, Pinheiro EM. Sound pressure levels in the neonatal intensive care unit. *Rev da Esc Enferm*. 2011;45(6):1309–14.
 11. König K, Stock EL, Jarvis M. Noise levels of neonatal high-flow nasal cannula devices- an in-vitro study. *Neonatology*. 2013;103(4):264–7.
 12. Kazemizadeh Gol MA, Black A, Sidman J. Bone conduction noise exposure via ventilators in the neonatal intensive care unit. *Laryngoscope*. 2015;125(10):2388–92.
 13. Pineda R, Durant P, Mathur A, Inder T, Wallendorf M, Schlaggar BL. Auditory Exposure in the Neonatal Intensive Care Unit: Room Type and Other Predictors. *J Pediatr* [Internet]. Elsevier Inc.; 2017;183:56–66.e3.
 14. Parra J, Suremain A, Audeoud FB, Ego A, Debillon T. Sound levels in a neonatal intensive care unit significantly exceeded recommendations, especially inside incubator. *ARPN J Eng Appl Sci*. 2017;12(10):3218–21.
 15. Garrido Galindo AP, Camargo Caicedo Y, Vélez-Pereira AM. Nivel de ruido en unidades de cuidado intensivo de un hospital público universitario en Santa Marta (Colombia). *Med Intensiva*. 2016;40(7):403–10.
 16. Shimizu A, Matsuo H. Sound Environments Surrounding Preterm Infants Within an Occupied Closed Incubator. *J Pediatr Nurs* [Internet]. Elsevier Inc.; 2016;31(2):e149–54.
 17. Santos J, Carvalhais C, Xavier A, Silva M V. Assessment and characterization of sound pressure levels in Portuguese neonatal intensive care units. *Arch Environ Occup Heal* [Internet]. Taylor & Francis; 2018;73(2):121–7.
 18. Shoemark H, Harcourt E, Arnup SJ, Hunt RW. Characterising the ambient sound environment for infants in intensive care wards. *J Paediatr Child Health*.

2016;52(4):436–40.

19. Sánchez-Rodríguez G, Rodríguez-Balderrama I, Quintero-Villegas L, Nieto-Sanjuanero A, Cantú-Moreno D, Zapata-Castillo A. Comparación de los niveles de decibeles (ruido) en las áreas de atención neonatales. *Med Univ [Internet]*. 2012;14(56):127–33.
20. Garrido Galindo AP, Camargo Caicedo Y, Velez-Pereira AM. Noise level in a neonatal intensive care unit in Santa Marta - Colombia. *Colomb medica (Cali, Colomb)*. 2017;48(3):120–5.
21. Jordão KR, Pinto LDAP, Machado LR, Costa LBVDL, Trajano ETL. Possible stressors in a neonatal intensive care unit at a university hospital. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2016;28(3):310–4.
22. Lahav A. Questionable sound exposure outside of the womb: Frequency analysis of environmental noise in the neonatal intensive care unit. *Acta Paediatr Int J Paediatr*. 2015;104(1):e14–9.

Anexos

Anexo 1. Formulario de recolección de datos



Evaluación del nivel de presión sonora en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora y los efectos fisiológicos producidos en recién nacidos expuestos al ruido ambiental, en el periodo de febrero a julio del 2018

FORMULARIO GENERAL PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

No.

--	--	--

Grupo A. Datos Generales y Contacto

Apellidos/Nombres			
Id. HCL		Fecha de Admisión:	
Apoderado Neonato:			
Contactos Telefónicos			
Fecha de recolección:			
Responsable:			

Grupo B. Datos Demográficos

Género	Masculino		Femenino	
Procedencia	<i>Indique si corresponde la Unidad MSP de origen</i>			
Peso (gramos)			Edad Gestacional (semanas)	
Área de Ingreso	204		205-1	
	205-2		205-3	
	205-4		206	

Grupo C. Datos de fuentes de ruido y exposición				
Asignación a incubadora	Si		No	
Proceso realizado	Monitor Electrónico		Ventilador	
	CPAP Nasal/Burbujeo		Cánula Nasal/Burbujeo	
	Equipo de succión		Equipo de vibración	
	Teléfonos		Personal Conversando	
	Otros			

Grupo D. Datos relativos a la estrategia de medición				
Medición Alarmas OFF	Si		No	
Horario de la evaluación	Mañana		Tarde	
	Noche		Madrugada	
Ruidos bruscos	Si		No	

Referirse luego a los datos de nivel de presión sonora obtenidos con sonómetro integrador.

Grupo E. Variaciones fisiológicas en el recién nacido				
Frecuencia Cardíaca	FC (Fuentes OFF)		FC (Fuentes ON)	
Saturación de Oxígeno	SatO2 (Fuentes OFF)		SatO2 (Fuentes ON)	
Ganancia ponderal	Peso (gr) basal		Peso (gr) evaluados	

Anexo 2. Formulario de asentimiento informado

Formulario Asentimiento Informado

Título de la investigación: Evaluación del nivel de presión sonora en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora y los efectos fisiológicos producidos en recién nacidos expuestos al ruido ambiental, en el periodo de febrero a julio del 2018

Versión y Fecha: 01/09 de enero del 2018

Organización del investigador: Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora

Nombre del investigador principal: Dra. Mónica Vinueza

Números telefónicos: 099 394 8710

E-mail: monicvinu@yahoo.es

1. Introducción

Por medio de este documento se invita a su apoderado a participar en este estudio de investigación científica médica al cumplir los requisitos para el ingreso a un estudio que pretende evaluar los efectos producidos por la exposición al ruido en la unidad de cuidado intensivo. Previo a decidir si su apoderado será parte de este estudio, debe entender y conocer cada uno de los siguientes apartados.

Este proceso se conoce como asentimiento informado. Por favor, siéntase con absoluta libertad de preguntar acerca de cualquier aspecto de este documento que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el motivo del presente estudio y sus implicaciones y si usted desea que su apoderado participe en el mismo, se le pedirá firmar esta forma de asentimiento de la cual se le entregará una copia firmada, fechada y sellada por parte del investigador.

2. ¿Por qué se está realizando este estudio de investigación?

La monitorización del ruido en las unidades de cuidado intensivo neonatal, es una de las medidas preventivas con mayor impacto en relación a la calidad del desarrollo de los recién nacidos ingresados en dichas unidades.

Este estudio se realiza con la finalidad de establecer una medición de base del ruido en la Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal en nuestro hospital. Con estos datos, se relacionarán los efectos producidos en los recién nacidos de la exposición continuada al dicho factor, además de establecer las fuentes de ruido que en la unidad se encuentran.

3. ¿Este estudio tiene algún beneficio para usted y/o para la sociedad?

Con este estudio se podrá conocer inicialmente los valores de ruido encontrados en la unidad, los cuales, permitirán el diseño de un mapa de ruido, y a través de este determinar estrategias y diversas medidas que permitan la atenuación y reducción de dicho factor, con la finalidad de reducir el efecto estresor del ruido en el desarrollo de los recién nacidos.

4. ¿Cuántas personas participarán en el estudio?

En este estudio participarán 5 médicos especialistas, 1 médico de postgrado, 10 médicos residentes, 30 enfermeras y auxiliares de enfermería y los recién nacidos que sean admitidos a la unidad de cuidados intensivos neonatales. Este estudio se llevará a cabo en un lapso de tiempo de 6 meses.

5. ¿En qué consiste el estudio?

Este estudio consiste en la medición del ruido en la unidad de cuidado intensivo, con un instrumento llamado sonómetro, del cual, se obtendrán datos respecto al nivel de ruido en cada área.

A la par, evaluaremos a su recién nacido mediante la medición de sus signos vitales (frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno) y su ganancia de peso, para relacionarlo con los niveles de ruido encontrados en la medición, determinando así, los efectos posibles derivados de la exposición.

6. ¿Cuánto tiempo durará su participación en este estudio?

Su apoderado participará en este estudio el tiempo equivalente a su estadía en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales. En la fase de evaluación solo tomará un lapso de 1 a 3 minutos para la medición de signos vitales, en tanto que la medición del ruido durará en promedio 17 a 20 horas.

El análisis de resultados y envío de informes finales tardarán 4 meses, sin que sea necesaria la presencia física de su apoderado en este lapso de tiempo.

7. ¿Cuáles son los riesgos para usted, como participante de este estudio?

El proceso es netamente de evaluación con procedimiento de rutina de medición de la frecuencia cardiaca, saturación de niveles de oxígeno y peso, que son parte del cuidado de rutina de su recién nacido. Es por esto que el riesgo derivado de este estudio es nulo, al no intervenir o provocar daño controlado alguno a su apoderado.

8. ¿La información o muestras que doy son confidenciales?

Mantener su privacidad es importante para nuestro equipo. Aplicaremos las siguientes medidas para mantener segura la información que usted nos proporciona:

- El formulario de recolección de datos solamente será manejado por el investigador sin que se revele valoraciones o resultados a terceros bajo ningún concepto.
- Solo las personas directamente relacionadas con la investigación sabrán su nombre, asimismo los datos de su recién nacidos serán protegidos bajo carpetas encriptadas y macros complejas de protección para evitar fuga de información.

- El nombre de su apoderado no será mencionado en las publicaciones o reportes de la investigación.
- El Comité de Bioética podrá tener acceso a los expedientes en caso de necesidad por problemas de seguridad o ética en el estudio.

9. ¿Qué otras opciones tengo?

Usted puede decidir que su apoderado no participe en el estudio; sin que esto signifique interrupción alguna en el tratamiento que el paciente reciba en su estadía hospitalaria.

10. ¿Cuáles son los costos para el participante por ser parte de este estudio?

Usted no correrá con ningún gasto en este estudio

11. ¿Me pagarán por participar en el estudio?

Usted no recibirá ningún pago por participar en este estudio

12. ¿Cuáles son mis derechos como participante de este estudio?

Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, aun cuando el investigador responsable no se lo solicite, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.

13. ¿A quién debo llamar si tengo preguntas o problemas?

Usted tiene acceso abierto y oportuno al equipo de investigación. Si usted desea información más detallada en la ejecución del proyecto, comunicándose con la Dra. Mónica Vinuesa al **099 394 8710**, quien es la investigadora principal, o sírvase escribir al mail **monicvinu@yahoo.es**

14. El asentimiento informado:

Comprendo mi participación y los riesgos y beneficios de participar en este estudio de investigación. He tenido el tiempo suficiente para revisarlo y el lenguaje del presente asentimiento fue claro y comprensible. Todas mis preguntas como apoderado fueron

contestadas. Me han entregado una copia de este formulario de asentimiento informado. Acepto voluntariamente que mi apoderado participe en este estudio de investigación.

Fecha de firma del asentimiento:

El Investigador

Apellidos y Nombres: _____

Cédula de identidad: _____

FIRMA Y SELLO

El Apoderado

Apellidos y Nombres: _____

Cédula de identidad: _____

FIRMA

Anexo 3. Registros de Medición



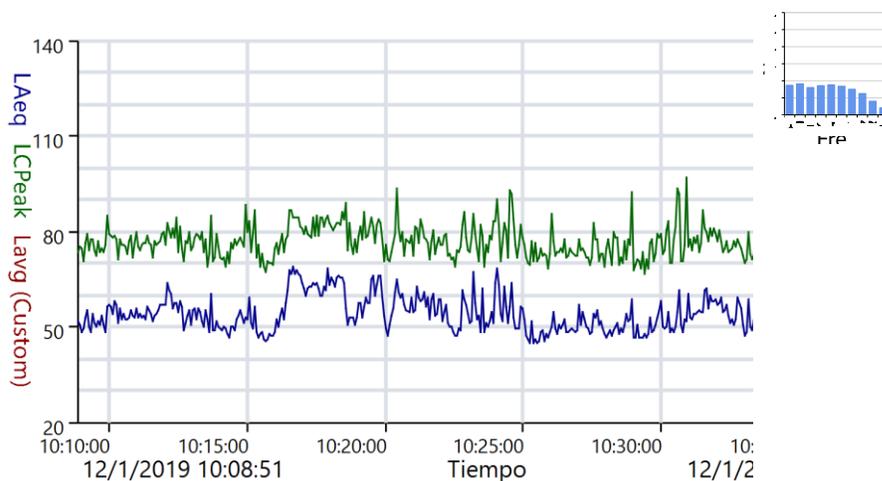
Informe de resumen de medición

Nombre 140
Tiempo 12/1/2019 10:08:51 **Persona** **Lugar** **Proyecto**
Duración 00:30:00 Mónica Vinueza Hospital G.O Evaluación de
Instrumento G068731, CR:162C Salas 204, 205 (1) Ruido

Calibración

Antes 12/1/2019 Offset -0.41 **Después** Offset

Valores básicos		ISO LAeq		Custom	
LCPeak	96.8 dB	LAeq	57.8 dB	Lavg	0.0 dB
LAFMax	77.6 dB	LEX,8h	45.8 dB	TWA	-20.0 dB
		Dosis	0.0 %	Dosis	0.0 %
				Dosis est.	0.0 %





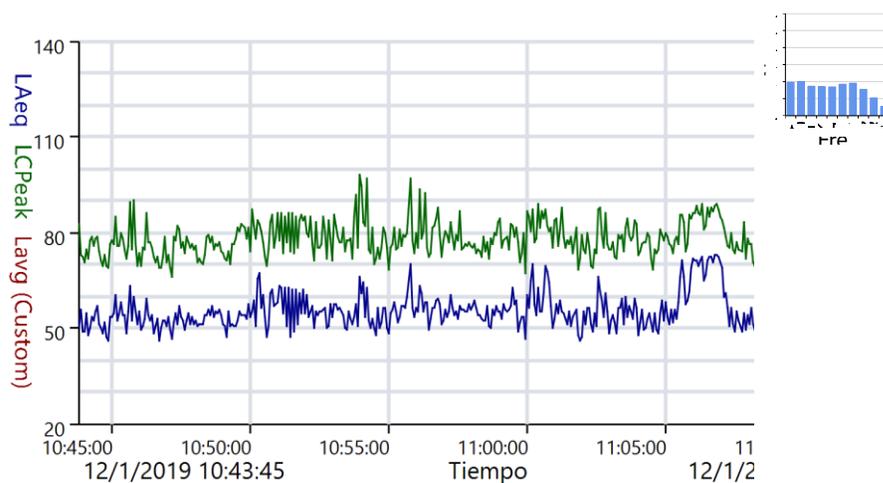
Informe de resumen de medición

Nombre 141
Tiempo 12/1/2019 10:43:45 **Persona** **Lugar** **Proyecto**
Duración 00:30:00 Mónica Vinueza Hospital G.O Evaluación de
Instrumento G068731, CR:162C Salas 204, 205 (1)

Calibración

Antes 12/1/2019 Offset -0.41 **Después** Offset

Valores básicos		ISO LAeq		Custom	
LCPeak	97.8 dB	LAeq	62.1 dB	Lavg	0.0 dB
LAFMax	81.8 dB	LEX,8h	50.1 dB	TWA	-20.0 dB
		Dosis	0.0 %	Dosis	0.0 %
				Dosis est.	0.0 %





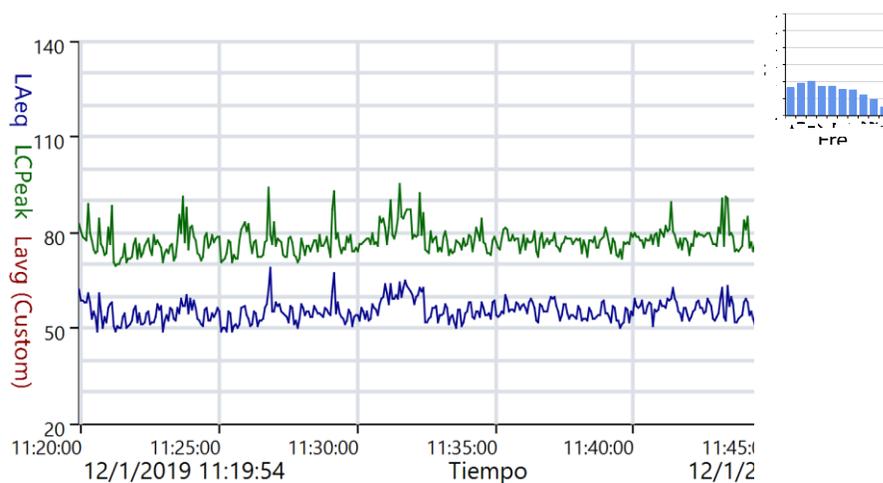
Informe de resumen de medición

Nombre 142
Tiempo 12/1/2019 11:19:54 **Persona** **Lugar** **Proyecto**
Duración 00:30:00 Mónica Vinueza Hospital G.O Evaluación de
Instrumento G068731, CR:162C Salas 204, 205 (1)

Calibración

Antes 12/1/2019 Offset -0.41 **Después** Offset

Valores básicos		ISO LAeq		Custom	
LCPeak	95.0 dB	LAeq	56.9 dB	Lavg	0.0 dB
LAFMax	79.7 dB	LEX,8h	44.9 dB	TWA	-20.0 dB
		Dosis	0.0 %	Dosis	0.0 %
				Dosis est.	0.0 %





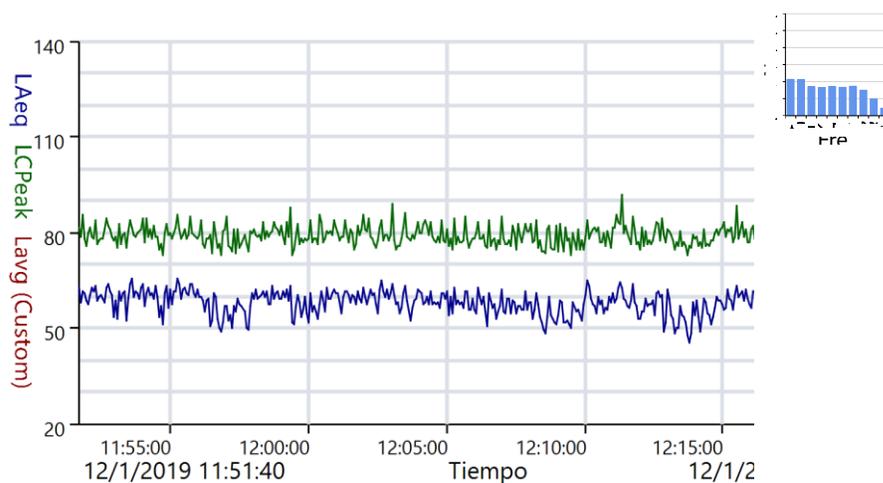
Informe de resumen de medición

Nombre 143
Tiempo 12/1/2019 11:51:40 **Persona** **Lugar** **Proyecto**
Duración 00:30:00 Mónica Vinueza Hospital G.O Evaluación de
Instrumento G068731, CR:162C Salas 204, 205 (1)

Calibración

Antes 12/1/2019 Offset -0.41 **Después** Offset

Valores básicos		ISO LAeq		Custom	
LCPeak	91.4 dB	LAeq	59.4 dB	Lavg	0.0 dB
LAFMax	77.7 dB	LEX,8h	47.3 dB	TWA	-20.0 dB
		Dosis	0.0 %	Dosis	0.0 %
				Dosis est.	0.0 %





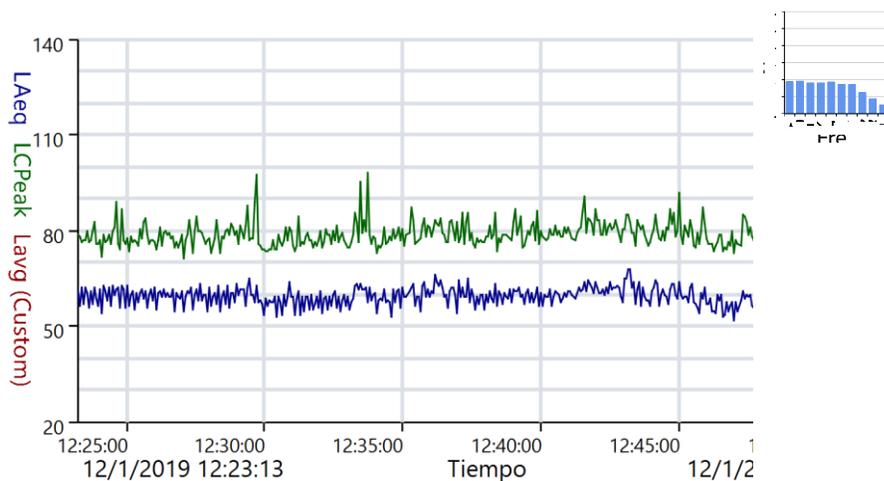
Informe de resumen de medición

Nombre 144
Tiempo 12/1/2019 12:23:13 **Persona** **Lugar** **Proyecto**
Duración 00:30:00 Mónica Vinueza Hospital G.O Evaluación de
Instrumento G068731, CR:162C Salas 204, 205 (1)

Calibración

Antes 12/1/2019 Offset -0.41 **Después** Offset

Valores básicos		ISO LAeq		Custom	
LCPeak	97.7 dB	LAeq	59.7 dB	Lavg	0.0 dB
LAFMax	74.7 dB	LEX,8h	47.7 dB	TWA	-20.0 dB
		Dosis	0.0 %	Dosis	0.0 %
				Dosis est.	0.0 %





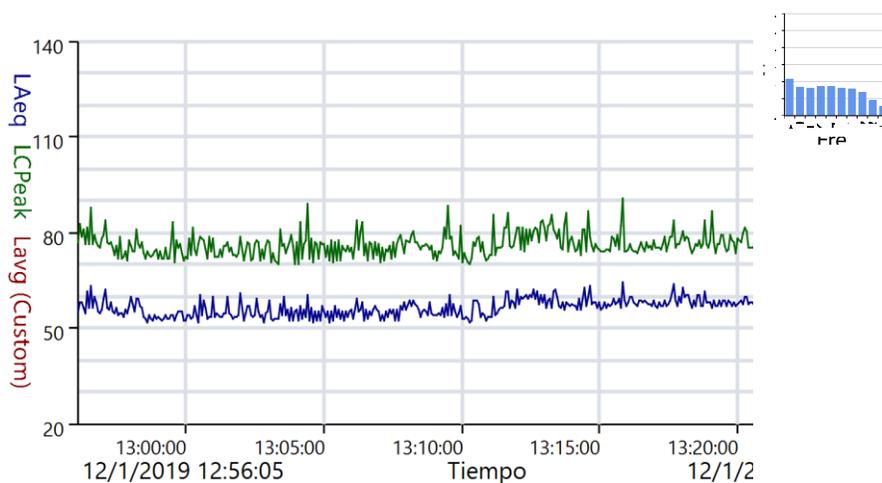
Informe de resumen de medición

Nombre 145
Tiempo 12/1/2019 12:56:05 **Persona** **Lugar** **Proyecto**
Duración 00:30:00 Mónica Vinueza Hospital G.O Evaluación de
Instrumento G068731, CR:162C Salas 204, 205 (1) Ruido

Calibración

Antes 12/1/2019 Offset -0.41 **Después** Offset

Valores básicos		ISO LAeq		Custom	
LCPeak	90.5 dB	LAeq	57.6 dB	Lavg	0.0 dB
LAFMax	74.1 dB	LEX,8h	45.6 dB	TWA	-20.0 dB
		Dosis	0.0 %	Dosis	0.0 %
				Dosis est.	0.0 %



Evaluación del nivel de presión sonora en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora y los efectos fisiológicos producidos en recién nacidos expuestos al ruido ambiental

Mónica Monserrath Vinueza Chafra¹

¹Médico Posgradista de Neonatología, Universidad San Francisco de Quito

Resumen

Antecedente: El ruido recomendado en las unidades de cuidados intensivos neonatales es de 45 dBA controlando sus fuentes y aplicando estrategias de auditoria e insonorización efectiva. Superar el valor recomendado, expone al recién nacido admitido a procesos de estrés continuos, produciendo efectos adversos en el desarrollo post-natal. **Propósito:** Determinar los niveles de presión sonora y sus efectos fisiológicos en el recién nacido admitido en la Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal. **Materiales y Métodos:** Estudio descriptivo observacional prospectivo, a realizarse en el Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora. Un total de 66 recién nacidos fueron evaluados. Mediciones con sonómetro integrador Tipo B calibrado, se realizaron en áreas de la unidad obteniendo los niveles de presión sonora equivalente diario (Laeq, dBA). Se aplicó frecuencia relativa y Chi Cuadrado de Pearson para variables categóricas. Se analizó diferencias de medias con test U de Mann Whitney. Se aplicaron medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas. Se diseñaron diagramas de caja para la valoración de resultados y variación de parámetros fisiológicos. **Resultados:** El 72.7% de los muestreos realizados, determinaron valores de niveles de presión sonora superiores a 45 dBA. El tipo de ruido presentado en las diversas salas de cuidado neonatal es de carácter grave, con frecuencias críticas entre 1000 a 2000 Hz, con niveles de presión sonora ponderada equivalente de 57.8 dBA, 62.1 dBA, 56.9 dBA, 59.3 dBA, 59.7 dBA y 57.6 dBA. Se evidenciaron condiciones basales en la frecuencia cardiaca de 119 a 125 latidos/minuto con una variación ante la exposición a niveles de presión sonora sobre de 45 dBA, hasta un rango de 166.6 a 170.8 latidos/minuto, asimismo, hay una variación desde un basal medio en la saturación de oxígeno de 98% hasta un medio en el ambiente ruidoso de 90.5%. **Conclusiones:** La exposición a niveles de presión ponderada continua sobre 45 dBA, produce efectos fisiológicos significativos en el recién nacido

Palabras clave: Ruido, Contaminación Sonora, Neonato, Cuidado Intensivo Neonatal, Salud Ambiental

Abstract

Background: The recommended noise in the neonatal intensive care units is 45 dBA, controlling their sources and applying effective auditing and soundproofing strategies. Exceeding the recommended value, exposes the newborn admitted to continuous stress processes, producing adverse effects in postnatal development. **Aim:** To determine the sound pressure levels and their physiological effects in the newborn admitted to the Neonatal Intensive Care Unit. **Materials and Methods:** Prospective observational descriptive study, to be carried out in the Gynecological Obstetric Hospital Isidro Ayora. A total of 66 newborns were evaluated. Measurements with a calibrated Type B integrating sound level meter were made in areas of the unit obtaining the daily equivalent sound pressure levels (L_{aeq}, dBA). Relative frequency and Pearson's Chi Square were applied for categorical variables. Mean differences were analyzed with the Mann Whitney U test. Measures of central tendency and dispersion were applied for the quantitative variables. Box diagrams were designed for the evaluation of results and variation of physiological parameters. **Results:** 72.7% of the samplings carried out, determined values of sound pressure levels higher than 45 dBA. The type of noise presented in the various neonatal care rooms is of a serious nature, with critical frequencies between 1000 and 2000 Hz, with equivalent weighted sound pressure levels of 57.8 dBA, 62.1 dBA, 56.9 dBA, 59.3 dBA, 59.7 dBA and 57.6 dBA. Baseline conditions were observed in the heart rate from 119 to 125 beats / minute with a variation before exposure to sound pressure levels above 45 dBA, up to a range of 166.6 to 170.8 beats / minute, also, there is a variation from a baseline medium in oxygen saturation of 98% up to a medium in the noisy environment of 90.5%. **Conclusions:** Exposure to continuous weighted pressure levels above 45 dBA, produces significant physiological effects in the newborn

Key Words: Noise, Sound Pollution, Neonate, Neonatal Intensive Care, Environmental Health

Introducción

El ruido es un fenómeno físico, derivado de la vibración y transmisión de ondas sonoras por medio del aire hacia el oído humano, en cuyo concepto se establece con un sonido desagradable, de intensidad variable, a la que no es fácilmente adaptarse (1)

El ruido es medido mediante la determinación del nivel de presión sonora (NPS), la cual, incluye las variables de intensidad, frecuencia, periodicidad y duración. La frecuencia del sonido es medido en ciclos por segundo o Hertz (Hz). El rango normal de audición por el oído humano se halla entre 20 a 20000 Hz, que corresponden a una voz susurrada hasta el sonido de un pito, sin embargo, los ruidos de baja frecuencia son mejor escuchados a una frecuencia de 2500 Hz. (1)

El nivel de presión sonora o intensidad acústica puede tener una variación alrededor de 20 veces su magnitud, es por esta ampliada variación que la evaluación de este parámetro se lo realiza en una escala logarítmica cuya unidad es el decibel (dB). El umbral de audición es 0 dB, mientras que el umbral de dolor es aproximadamente 120 dB. Los sonidos confortables y agradables al oído humano se encuentran alrededor de los 45 dB, el cual, por ejemplo, significaría el nivel de ruido encontrado en una oficina. (1)

Las mediciones del ruido ambiental requieren la selección de sistemas de atenuación efectivas que permita definir las diversas frecuencias captadas por un instrumento. En este caso, los sistemas de atenuación con filtro A, se asemejan al espectro auditivo del humano, y por tanto, el nivel de presión sonora es reportado con la unidad dBA. Con el concepto anterior también es importante la determinación del espectro y el tipo de sonido encontrados en un ambiente, la cual, deriva de la convergencia los decibeles (eje y) y los Hertzios (eje x), en un rango conocido como bandas de octava. La medición en bandas de octava permite establecer el tipo de ruido presente en un ambiente a través de la descomposición en frecuencias. (1)

La Academia Americana de Pediatría (AAP) y su comité de audición infantil, ha indicado que el ruido es el mayor de los contaminantes físicos en las unidades de cuidado intensivo neonatal. En el 2007, la Academia Americana de Pediatría estableció un estándar de niveles equivalentes diarios de ruido en las unidades de cuidado intensivo, indicando un valor <45 dBA para evitar los efectos adversos en los recién nacidos. (1)(2)

Efectos Fisiológicos del Ruido

Efectos del ruido en el sistema cardiovascular

En recién nacidos pretérmino extremo, el efecto fisiológico adverso del ruido es mucho mayor, en especial, en recién nacidos con peso menor a 1000 gramos, expuestos a niveles de ruido entre 50 a 60 dBA en periodos superiores a 2 horas diarias, se encontró un incremento hasta del 20% de su valor basal, y variación en la presión sistólica sobre el percentil 90, la cual, podría deberse a la alteración del sistema nervioso simpático inducido por la exposición al ruido. (2)(3)

Khalesi, N. et.al (2017) dirigieron un estudio de intervención del ruido con orejeras en 36 recién nacidos pretérmino entre 28 a 32 semanas, y su impacto sobre las variables fisiológicas cardiovasculares. La exposición se dio a fuentes de monitorización, oscilador, voz del personal sanitario en horas de la mañana y tarde, con un nivel de presión sonora medio de 67 dBA. Los dos grupos de estudio, relacionados a aquellos que se les colocó orejeras y al grupo que no, se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el valor de frecuencia cardiaca, en el grupo intervenido se encontró una frecuencia cardiaca media de 138.25 lat/min (DE 6.12), mientras que en el grupo control esta frecuencia fue de 141.38 lat/min (DE 5.12), lo cual, permite concluir que una exposición superior a 45 dBA, produce un incremento sostenido en la frecuencia cardiaca en el recién nacido expuesto. (4)

En un estudio realizado por Aita, M. et.al. (2013), quienes realizaron un estudio de intervención con orejeras en recién nacidos de 28 a 32 semanas de edad gestacional, en un lapso de 4 horas, a exposición a fuentes como monitores, sistemas de ventilación, osciladores, y aparatos de succión. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el valor máximo de frecuencia cardiaca, en el grupo intervenido la media fue de 193.57 lat/min (DE 12.76), mientras que en el grupo no intervenido este valor fue de 198.06 (DE 14.03). (5)

Efecto del ruido en el aparato respiratorio

En un estudio realizado por Schefer, S., Cássia, L., Moreira, A., Mendes, J., Ribas, A. (2015), donde se evaluaron a 61 recién nacidos ingresados a la unidad de cuidado intensivo neonatal, cuyas fuentes de ruido constituían las alarmas de los monitores, oscilador, conversación del personal de salud y burbujeo de CPAP nasal, encontraron un nivel de presión sonora mínimo de 47.8 dBA y 47.30 dBA, un nivel de presión sonora máximo de 75.92 dBA y 78.86 dBA, con un promedio de medición ponderado diario de 58.62 dBA y 61.34 dBA. Se analizaron las variables fisiológicas con los equipos en silencio u horas en silencio, y se relacionaron con las constantes fisiológicas presentes en cada uno de los casos. Se observó una diferencia estadísticamente significativa en la variación de saturación de oxígeno en los recién nacidos analizados. (6)

Efectos del ruido en el desarrollo a largo plazo del recién nacido

Abdevazdan, Z., Ghassemi, S., Marofi, M. (2014), ejecutaron un estudio donde se analizaron 64 recién nacidos entre 28 a 37 semanas de edad gestacional, ingresados a la

unidad de cuidados intensivos neonatales, cuya exposición al ruido obtuvo un nivel de presión sonora medio de 65.4 dBA diario, siendo en la mañana 75.9 dBA y en la tarde 73.2 dBA. Se dividió la muestra en dos grupos a los cuales se les intervino con orejeras y al otro grupo se evaluó de forma expectante. Se obtuvieron grabaciones del patrón motor exhibido durante la exposición en horas del día y la tarde, tomando de referencia los movimientos de los brazos, piernas, patrón extensor, patrón flexor, movimientos de la cabeza y respuesta táctil. En el grupo de intervención además de encontrar elevación de la frecuencia cardíaca, disminución de la saturación de oxígeno, se encontró mejor patrón extensor y flexor, con mejor patrón de respuesta de neurona motora superior, en relación al grupo donde el patrón extensor se hallaba disminuido o errático, con una respuesta táctil aumentada, hechos que demuestra la afectación en el neurodesarrollo motor inicial relacionado en la exposición al ruido. Los patrones erráticos se observaron con mayor frecuencia cuando el nivel de ruido era mayor a 58 dBA. (7)

Fuentes de ruido y tiempos de exposición en unidades de cuidado intensivo neonatal

Vendramini, P., Nabuco, M., Yoshiko, T., Moreira, E. (2011) realizaron un estudio para establecer los niveles de presión sonora en una unidad de cuidados intensivos neonatales, determinando las fuentes de ruido que con frecuencia se relacionan a un nivel de presión sonora superior a 50 dBA, y los días de mayor ruido en dos salas (A y B) dicha unidad. (8)

En el estudio determinaron que los niveles de presión sonora oscilaba entre 59 y 71 dBA, de estos las fuentes que superan el valor de 50 dBA son: sonidos de conversaciones en alto volumen de los pasillos (14.5% de las mediciones de la sala A, y 14.7% de la sala B), alarmas de monitores electrónicos (6.3% de las mediciones de la sala A y 11.8% de la sala B), sonidos causados por las fuentes de oxígeno o burbujeo (5.9% de las mediciones de la sala A y 6.6% de la sala B), sonidos producidos por los zapatos del personal (6.5% de las mediciones de la sala A y 3.7% de la sala B), incluso el ruido proveniente del tráfico del exterior (14.5% de las mediciones de la sala A y 12.7% de la sala B), por tanto, este estudio nos muestra que las fuentes que con frecuencia se involucran en la generación del ruido es asociado al personal y equipamiento médico. (9)

König, K., Stock, E., Jarvis, M. (2013) dirigieron un estudio para determinar el nivel de presión sonora relacionadas a la fuente de cánulas nasales de alto flujo utilizados y CPAP PEEP para tratamiento en recién nacidos en incubadora. Se obtuvieron los niveles de presión sonora de la cánula nasal de alto flujo más utilizada en la unidad en diferentes dosis de oxígeno. (9)

Se obtuvo un valor de 78.8 dBA para un flujo de 4 l/min, 79.4 dBA para flujo de 5 l/min, 80 dBA para flujo de 6 l/min, 80.7 dBA para flujo de 7 l/min y 81.2 dBA para un flujo de 8 l/min, valores que superan ampliamente el recomendado de 45 dBA, en la cánula nasal de alto flujo. (9)

Para el CPAP PEEP, se obtuvo una medición de 73.9 dBA cuando la presión es 4 cm H₂O, 75.2 dBA a presión de 5 cm H₂O, 76.9 dBA a presión de 6 cm H₂O, 77.3 dBA a

presión de 7 cm H₂O, y de 77.4 dBA a presión de 8 cm H₂O, que sin duda lo cataloga como una fuente ruidosa en las salas de cuidado intensivo neonatal. (9)

Kazemizadeh, M., Black, A., Sidman, J. (2015) dirigieron un estudio para determinar la exposición al ruido en recién nacidos proveniente del ventilador usado como terapia de soporte. El modo medido fue el relativo a presión controlada (PSV), con parámetros de frecuencia respiratoria a 60 resp/min, PEEP 5 cm H₂O, tiempo inspiratorio 0.30 segundos, presión inspiratorio 15 cm H₂O, y aporte de oxígeno al 40%, y su relación a la conducción ósea. (10)

Se obtuvo una conducción alveolar de 59.2 dBA (DE 0.6), conducción por columna de aire de 94.92 dBA (DE 1.1), y asociado a dosis recibida en el ambiente de la incubadora de 57.82 dBA (DE 0.8). Estos datos explican que el nivel de presión sonora generada por ventiladores y sus elementos de presión y reclutamiento dan lugar a un nivel de presión que supera el límite recomendado, pero, aún más grave, que la conducción ósea en el oído del recién nacido superar incluso la dosis permitida. (10)

Pineda, R. et.al (2017), dirigieron un estudio en 55 recién nacidos ingresados en salas comunes y privadas en la unidad de cuidados intensivos neonatales, y se relacionó el porcentaje de tiempo diario de exposición a diversas fuentes de ruido. El promedio de nivel de presión sonora en las salas fue de 58.9 dBA (DE 3.6), con un porcentaje de nivel pico de 86.9 dBA (DE 1.4). (11)

La exposición al ruido proveniente de conversaciones en tono alto, en recién nacidos de 27 a 40 semanas tuvo un equivalente de 7 horas ponderadas con tiempo de silencio de 1.8 horas. Para la fuente de monitores electrónicos y sus alarmas fue un tiempo de exposición de 11 horas diarias ponderadas y 2.4 horas de silencio. Ruido derivado de equipos de aire la exposición fue de 6.8 horas, y tiempo de silencio de 4.4 horas. Hecho que sin duda explica que a mayor tiempo de exposición los riesgos de efectos adversos en la audición serán mayores. (11)

Niveles de presión sonora en las unidades de cuidado intensivo neonatal

Es necesario contar con la evaluación y auditoría de los niveles de presión sonora en las unidades de cuidado intensivo neonatal, con la finalidad de no superar los niveles de presión sonora recomendados a 45 dBA.

Parra, J., Suremain, A., Berne, F., Ego, A., Debillon, T. (2017) realizaron un estudio de medición de ruido en 17 salas simples y dobles de una unidad de cuidados intensivos neonatales, en un periodo de 24 horas. (12)

El nivel de presión sonora equivalente diario fue de 59.5 dBA (56.5-62), el nivel de presión sonora medio obtenido en las incubadoras fue de 65.8 dBA (65.4-68.5). Se consideró además el nivel de presión sonora que supera el 10% de recomendación o L10, obteniéndose una media en las salas de 61.8 dBA (59.2-63.4), nivel L10 en la incubadora fue 68.1 dBA (66.3-70.4). El nivel de presión sonora máximo medio obtenido en las salas

fue de 85.2 dBA (79.7 – 92.2) y en las incubadoras fue de 94.8 dBA (90.9 – 97), hecho que explica que en las incubadoras la exposición al ruido puede ser mayor. (12)

Garrido, A., Camargo, Y., Vélez-Pereira, A. (2015), realizaron un estudio para establecer el nivel de ruido en las unidades de cuidado intensivo neonatal en un hospital en Colombia, determinando además las horas de mayor ruido(13)

En el estudio se obtuvo un nivel de presión sonora promedio en horas de la mañana de 64.84 dBA, siendo las 07h30 la hora que con mayor frecuencia presenta nivel de presión sonora elevado (65.3 dBA), mientras que para la tarde el nivel de presión sonora medio fue de 64.97 dBA, siendo las 18h30 la hora con mayor nivel encontrado (64.9 dBA), en tanto que para la noche este valor fue de 62.94 dBA, con mayor nivel hacia las 06h30 (64.2 dBA), hechos que indican que las transiciones de turno también implican mayor exposición al ruido dado el aumento de la operación del personal de salud, además de las fuentes típicas de la unidad. (13)

Shimizu, A., Matsuo, H. (2016) realizó un estudio de medición del nivel de presión sonora en recién nacidos ingresados incubadora y protocolo de oxígeno de alto flujo por cánula nasal y CPAP, estimando el nivel de ruido cuando la incubadora se encuentra abierta o cerrada, hecho que es común en las unidades de cuidado intensivo neonatal. (14)

El nivel de presión sonora medio obtenido de la fuente relacionada al dispositivo y tomas de oxígeno junto a la incubadora fue de 54.2 dBA (DE 1.3), el nivel máximo obtenido fue de 57.3 dBA (DE 4.4), nivel de presión mínimo 49.1 dBA (DE 2.5). Cuando la incubadora estaba abierta, el nivel de presión sonora media en el interior fue de 52.6 dBA (DE 4.5), nivel de presión sonora máximo de 56.5 dBA (DE 6.1), y nivel mínimo de 47.9 dBA (DE 2.3). En tanto que, al estar cerrada la incubadora el nivel de presión sonora medio en el interior fue de 49.3 dBA (DE 1.7), nivel de presión sonora máximo 51.8 dBA (DE 2.0), nivel mínimo de 47.4 dBA (DE 1.5). Nivel que en todo momento supera el recomendado de 45 dBA. (14)

Santos, J., Carvalhais, C., Xavier, A., Silva, M. (2017) realizaron una medición del nivel de ruido en 3 salas de cuidados intensivo neonatal (A, B, C), las cuales dividieron en áreas consideradas como: estación de trabajo, zona de tráfico e interior de incubadoras, que es la organización general estándar de una unidad, con un muestreo de 8 horas ponderadas. (15)

Para la sala de cuidados intensivos A, se obtuvo un nivel de presión sonora promedio en la estación de trabajo de 71.7 dBA (47.8-114.6) y un nivel de presión sonora pico de 143.3 dBA, en la zona de tráfico se obtuvo un nivel de presión sonora media de 60.4 dBA (43.6-91.5) y un nivel pico de 115.8 dBA, al interior de la incubadora el valor de nivel de presión sonora medio fue de 48.7 dBA (42.2-68.1), y un nivel pico de 104.1 dBA. (15)

Para la sala de cuidados intensivos B, el nivel de presión sonora en la estación de trabajo fue de 59.9 dBA (39.5-85.8), y un nivel pico de 106.3 dBA, para la zona de tráfico el nivel de presión sonora medio fue de 58.1 dBA (43.8-82) y un nivel pico de 113.2 dBA. (15)

Para la sala de cuidados intensivos C, en la primera estación de trabajo se obtuvo un nivel de presión sonora de 53.3 dBA (46.2-79.1), y un nivel pico de 112.2 dBA, para la segunda estación de trabajo el nivel de presión sonora medio fue de 57.8 dBA (42.6-77.4), y un nivel pico de 109.2 dBA, mientras que al interior de la incubadora el nivel de presión sonora medio fue de 46.6 dBA (41.2 – 63.4), con un nivel pico de 104.6 dBA. (15)

Materiales y Métodos

Sujetos

Se incluyeron a 66 pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, en el Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora al momento de la medición

Se incluyeron recién nacidos pretérmino y a término ingresados a unidades cuidados intermedios e intensivos, ventilación mecánicas, monitoreo electrónico. Se excluyeron recién nacidos con defectos congénitos de oído, infecciones TORCH, o con tamizaje auditivo reprobado

Aspectos Bioéticos

El protocolo de investigación fue sometido a revisión por los Comités de Docencia e Investigación en cada uno de los centros participantes, y se remitió a revisión por el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad San Francisco de Quito, con aprobación de ejecución el 13 de septiembre del 2018.

No fue necesario aplicar consentimiento informado, dado el caso, que el procedimiento de obtención de datos fue la observación de signos vitales y medición con sonómetro integrado

Método y Análisis Estadístico

Se diseñó un estudio epidemiológico observacional prospectivo de cohortes. El proceso de recolección de datos se realizó a través de un formulario con extensión de variables de estudio y registros de medición de sonómetro. Los datos se ingresaron a una base de datos en Microsoft Excel 2010. Para la medición se utilizó un sonómetro de tipo 2, Cirrus Optimus Red CR 162-A, con calibrador acústico de campo a 94 dB CR-162-1, con calibración actual

Para las variables cualitativas nominales y ordinales se aplicaron frecuencias relativas y absolutas, mientras que para las variables cuantitativas discretas y continuas se aplicaron las medidas de media, moda, mediana, rango y desviación estándar. Se agruparon las variables de peso y edad gestacional, para su tratamiento como variables categóricas.

Se aplicarán los test de Chi Cuadrado para las variables categóricas, y el test U de Mann Whitney para la diferencia de rangos, utilizando la variable de nivel de presión sonora

sobre el límite como agrupador entre las determinaciones de frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y peso. Se tomarán valores de $p < 0.05$ para significancia estadística.

Se diseñó diagramas de caja para la presentación de resultados de la variación de las constantes de frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno en relación al nivel límite recomendado.

El análisis estadístico fue realizado en el software IBM SPSS Statistics 23.0 y gráficas de medición con el software Noise Tool v1.8.3

Resultados

Tabla 1. Caracterización demográfica en recién nacidos ingresados en el área de Neonatología en el Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora

Variable	Sala de Ingreso						X ²	p<0.05
	Sala 204	Sala 205-1	Sala 205-2	Sala 205-3	Sala 205-4	Sala 206		
Sexo								
Masculino	2(20,0%)	8(53,3%)	4(80,0%)	9(56,3%)	4(50,0%)	8(66,7%)	6.833	0.233
Femenino	8(80,0%)	7(46,7%)	1(20,0%)	7(43,8%)	4(50,0%)	4(33,3%)		
Peso Basal (gramos)								
< 1500	0(0,0%)	0(0,0%)	3(60,0%)	4(25,0%)	7(87,5%)	8(66,7%)	48.931	0.001
1501 - 2000	3(30,0%)	2(13,3%)	1(20,0%)	1(6,3%)	1(12,5%)	3(25,0%)		
2001 - 2500	1(10,0%)	0(0,0%)	1(20,0%)	4(25,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)		
> 2500	6(60,0%)	13(86,7%)	0(0,0%)	7(43,8%)	0(0,0%)	1(8,3%)		
Edad Gestacional (semanas)								
< 27.6	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	1(6,3%)	0(0,0%)	4(33,3%)	53.293	0.001
28 a 31.6	0(0,0%)	0(0,0%)	1(20,0%)	0(0,0%)	4(50,0%)	2(16,7%)		
32 a 33.60	2(20,0%)	0(0,0%)	1(20,0%)	3(18,8%)	4(50,0%)	3(25,0%)		
34 a 36.60	2(20,0%)	3(20,0%)	2(40,0%)	4(25,0%)	0(0,0%)	2(16,7%)		
> 37	6(60,0%)	12(80,0%)	1(20,0%)	8(50,0%)	0(0,0%)	1(8,3%)		
Número de ocupantes								
< 5 ocupantes	0(0,0%)	0(0,0%)	5(100,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	132.00	0.001
5 a 10 ocupantes	10(100,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	8(100,0%)	0(0,0%)		
> 10 ocupantes	0(0,0%)	15(100,0%)	0(0,0%)	16(100,0%)	0(0,0%)	12(100,0%)		
Fuentes de emisión sonora								
Monitor	9(90,0%)	13(86,7%)	5(100,0%)	9(56,3%)	3(37,5%)	0(0,0%)	66.67	0.001
Ventilador + Monitor	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	2(25,0%)	6(50,0%)		
Ventilador + Monitor + Succión	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	0(0,0%)	5(41,7%)		
Monitor + Ruido Externo	0(0,0%)	1(6,7%)	0(0,0%)	2(12,5%)	0(0,0%)	0(0,0%)		
Oxígeno (Burbujeo) + Monitor	1(10,0%)	1(6,7%)	0(0,0%)	5(31,3%)	3(37,5%)	1(8,3%)		
Muestras sobre el límite recomendado								
> 45 dBA	8(80,0%)	11(73,3%)	1(20,0%)	13(81,3%)	6(75,0%)	9(75,0%)	7.916	0.161
=< 45 dBA	2(20,0%)	4(26,7%)	4(80,0%)	3(18,8%)	2(25,0%)	3(25,0%)		

Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En la Tabla 1, se muestra la caracterización demográfica de la población expuesta al ruido ambiente en el área de Neonatología del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora, misma que se subdivide en 6 salas. El género masculino en general predomina la

muestra observada total (n=35), en relación al género femenino (n=31), con un cociente de relación de 1.2:1.

Los recién nacidos de peso extremadamente bajo al nacer, se observa principalmente en las áreas de cuidado intensivo (salas 205-4 y 206), variante que es claramente diferenciada y estadísticamente significativa. Acorde a la edad gestacional, en el área de cuidado intensivo la población cuenta con prematuros extremos (menor a 27.6 semanas) (n=5) con una frecuencia relativa acumulada de 7.57%, en tanto que, prematuros tardíos, muy prematuros, y prematuros moderados alcanza un recuento de n=33 con una frecuencia acumulada de 50% y por tanto son la mayoría del tamaño muestra, mientras que los recién nacidos sobre de las 37 semanas alcanzan un recuento de n=28, con una frecuencia acumulada 42.43%.

La ocupación por sala es variable en relación a la distribución física de los recién nacidos. Solamente una de las salas evaluadas (205-2) tiene menos de 5 ocupantes, en tanto que, la salas 205-1, 205-3 y 206 albergan a más de 10 ocupantes en su espacio físico, lo que implican además sumación de fuentes sonoras.

Las fuentes sonoras identificadas principalmente fue el monitor electrónico principalmente, mismo que tiene un ruido de carácter intermitente y crea un ruido base en los ambientes. Los sistemas de humidificación de aire se vieron principalmente en áreas de cuidado intensivo, asimismo se evidencia influencia del ruido externo en la sumación sonora en las salas 204, 205-1, 205-2 y 205-3.

Los muestreos realizados con sonómetro integrador, mostraron niveles de presión sonora en el rango recomendado en apenas el 27.27% de las mediciones, es decir, a menos de 45 dBA.

Tabla 2. Valoración de los rangos de variación y medias en relación al nivel de presión sonora límite en recién nacidos del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora

		Rangos				
Nivel de Presión Sonora		n	Rango promedio	Suma de rangos	U Mann Whitney	p
Frecuencia Cardíaca (Expuestos)	> 45 dBA	48	42.50	2040.00	0.0001	0.001
	=< 45 dBA	18	9.50	171.00		
Saturación de Oxígeno (Expuestos)	> 45 dBA	48	24.51	1176.50	0.50	0.001
	=< 45 dBA	18	57.47	1034.50		
Peso (Expuestos)	> 45 dBA	48	35.85	1721.00	319.00	0.104
	=< 45 dBA	18	27.22	490.00		

Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En la Tabla 2, se exponen los resultados de la aplicación del test de U de Mann Whitney, para la valoración de la diferencia de medias entre cada uno de las constantes fisiológicas y antropométricas, cuando los recién nacidos se exponen a un nivel de presión sonora sobre de 45 dBA. En el caso de la frecuencia cardíaca, se obtuvo un rango promedio de 9.50 cuando existe exposición a ruido sobre de 45 dBA con U de Mann Whitney de 0.0001 y significancia a $p=0.001$, que explica que en presencia de un nivel de presión sonora sobre de 45 dBA, hay variación de la frecuencia cardíaca en los expuestos.

En cuanto a la saturación de oxígeno, ocurre un hecho similar donde el rango promedio de 24.51, cuya suma de rango es significativamente mayor cuando hay exposición a un nivel de presión sonora superior de 45 dBA (1176 vs 1034) con U de Mann Whitney de 0.5 y $p=0.001$, que explica que hay variación significativa de la saturación de oxígeno cuando el nivel de presión sonora es mayor a 45 dBA.

En relación al peso, se obtuvo una U de Mann Whitney de 319, con un valor de $p=0.104$, hecho que explica que no hay variación significativa del peso en gramos cuando el nivel de presión sonora es mayor de 45 dBA.

Tabla 3. Niveles de presión sonora continua equivalente en salas de neonatología del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora

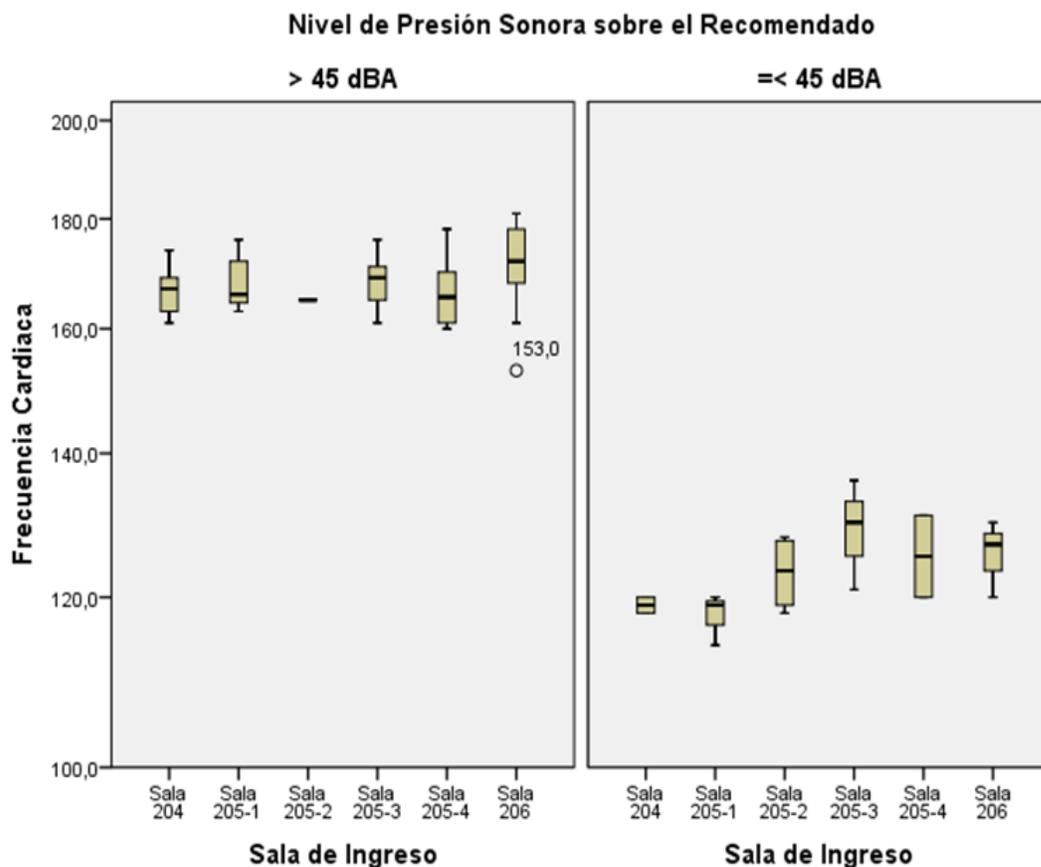
Nivel de Presión Sonora (Ponderado A - dBA)						
Sala de Ingreso	Media	DE (+/-)	Máximo	Mínimo	Laeq (dBA)	LEX, 8h (dBA)
Sala 204	51.4	4.1	56.4	44.6	57.8	45.8
Sala 205-1	56.6	7.8	66.5	44.8	62.1	50.1
Sala 205-2	44.4	2.2	48.0	42.1	56.9	44.9
Sala 205-3	55.1	5.4	61.0	44.6	59.3	47.3
Sala 205-4	48.1	2.3	51.0	44.7	59.7	47.7
Sala 206	51.4	4.9	58.9	44.6	57.6	45.6

Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En la Tabla 3, se evidencian los niveles de presión sonora obtenidos de los muestreos de ruido en las diversas salas. Además se presentan los valores de la suma logarítmica para la determinación del nivel de presión sonora continua equivalente diaria (Laeq, dBA) y el estimado de exposición en un ponderado de 8 horas (LEX, 8h).

En las salas evaluadas el rango de nivel de presión sonora continua equivalente diaria (Laeq) es de 56.9 a 62.1 dBA, los cuales están sobre del límite recomendado de 45 dBA. En la extrapolación logarítmica para exposición a 8 horas continua, el nivel equivalente continuo es de 44.9 a 50.1 dBA, por tanto, solo en la sala 205-2 hay un rango permisible de exposición en un continuo de ruido de 8 horas diarias, sin embargo, este valor es borderline.

Figura 1. Análisis de las variaciones en la frecuencia cardiaca en recién nacidos expuestos a ruido ambiente



Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En la Figura 1, se expone un diagrama de caja, en la cual se determina la comparativa entre los valores de frecuencia cardiaca obtenidos en cada una de las salas y la exposición a niveles de presión sonora equivalente superior a 45 dBA.

En el diagrama hay una diferencia importante en las medias de frecuencia cardiaca post-exposición cuando el nivel de presión acústica es mayor a 45 dBA en cada una de las salas. En la sala 204, cuando el nivel de presión sonora muestreado es menor o igual a 45 dBA, la media es de 119 latidos/minutos, con un máximo de 120 latidos/minuto y un mínimo de 118 latidos/minuto, con mayor concentración de frecuencias en el segundo cuartil Q2 de 117 latidos/minuto, con moda de 118 latidos/minuto y mediana de 119 latidos/minutos, en tanto que, cuando el nivel de presión sonora es mayor a 45 dBA la media obtenida es de 166 latidos/minuto, con un máximo de 174 latidos/minuto, mínimo de 161 latidos/minuto, moda de 163 latidos/minuto y mediana de 167 latidos, que además coincide con los datos en el tercer cuartil Q3.

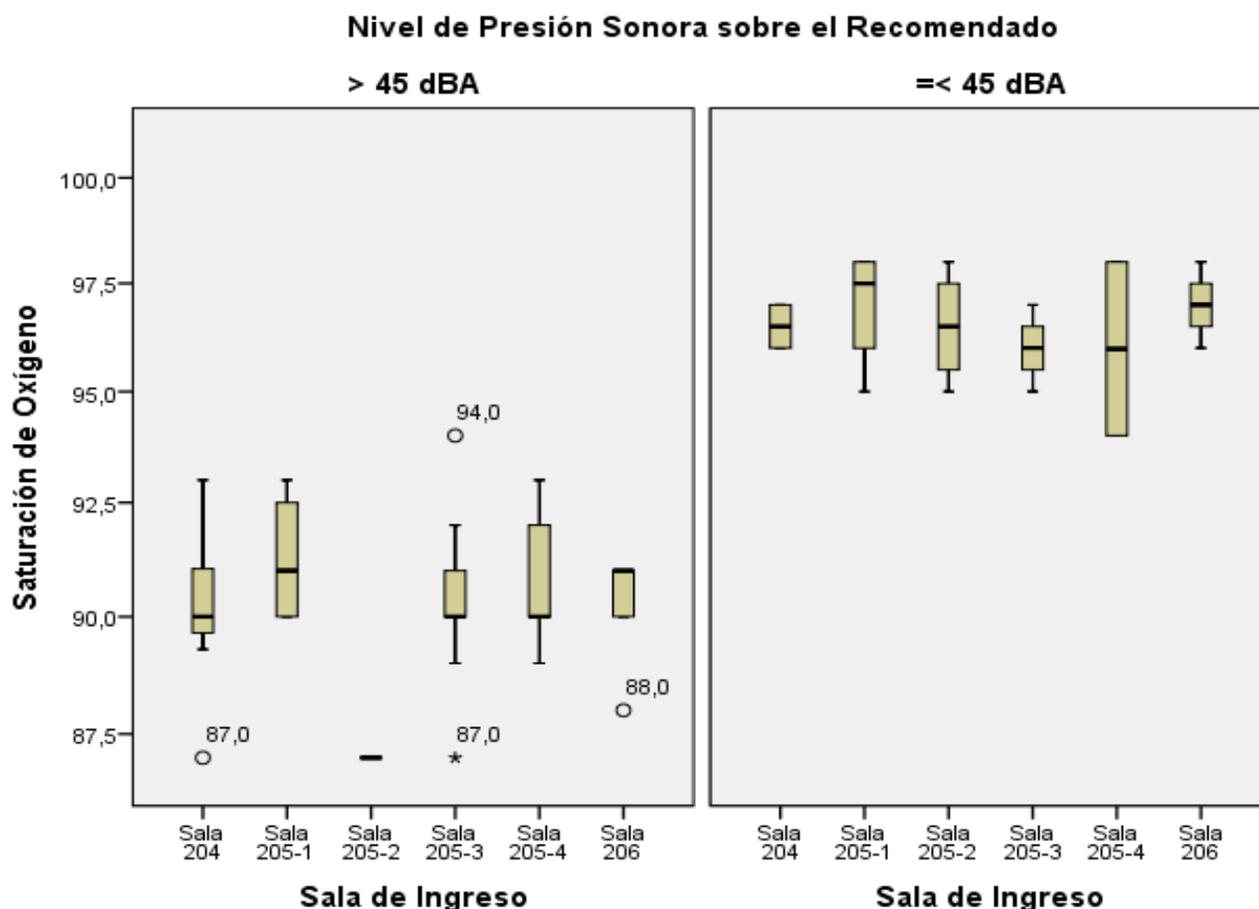
En la sala 205-1, a un nivel de presión sonora menor a 45 dBA, la media es de 118 latidos/minuto, con un máximo de 120 latidos/minutos y mínimo de 114 latidos/min,

mediana de 119 latidos/minuto y moda de 119 latidos/minuto, con datos concentrados principalmente en el primer cuartil Q1, en tanto que, a un nivel de presión sonora sobre de 45 dBA, la media es de 168 latidos/minuto, con un máximo de 176 latidos/min y un mínimo de 163 latidos/minutos, la mediana de la muestra es de 166 latidos/minuto. En la sala 205-2, se evidencia una media de frecuencia cardiaca de 123 latidos/minuto con un máximo y mínimo de 128 y 118 latidos/minuto, mediana de 123.5 latidos/minuto y moda de 118 latidos/minuto cuando el nivel de presión sonora es menor a 45 dBA, mientras que, a un nivel de presión sonora mayor de 45 dBA, la media es de 165 latidos/minuto.

En la sala 205-3, cuando el nivel de presión sonora se halla en el nivel recomendado, la media es de 129 latidos/minuto, mediana de 130 latidos/minuto, moda de 121 latidos/minuto, máximo y mínimo de 136 y 121 latidos/minuto respectivamente, en tanto que, a un nivel de presión sonora mayor a 45 dBA, la media es de 168.3 latidos/minuto, mediana de 169 latidos/minuto, moda de 161 latidos/minuto, máximo y mínimo de 176 y 161 latidos/minuto respectivamente.

En las salas 205-4 y 206, cuando el valor de nivel de presión sonora es mayor de 45 dBA, la media fue de 166.7 y 170.8 latidos/minuto, moda de 160 y 178 latidos/minuto, mediana de 165.5 y 172 latidos/minuto, con valores máximos de 178 y 181 latidos/minuto respectivamente, en contraste, con los valores medios encontrados cuando el nivel de presión sonora es menor de 45 dBA, cuyos valores son de 125.5 y 125.7 latidos/minuto respectivamente

Figura 2. Análisis de las variaciones en la saturación de oxígeno en recién nacidos expuestos a ruido ambiente



Fuente: base de datos del estudio – Elaboración: Autor

En el diagrama hay una diferencia importante en las medias de saturación de oxígeno post-exposición siempre y cuando el nivel de presión acústica es mayor a 45 dBA en cada una de las salas. En la sala 204, cuando el nivel de presión sonora muestreado es menor o igual a 45 dBA, la media es de 96%, con un máximo de 97% y un mínimo de 96%, con mayor concentración de frecuencias en el tercer cuartil Q3 de 96%, con moda de 96% y mediana de 96.5%, en tanto que, cuando el nivel de presión sonora es mayor a 45 dBA la media obtenida es de 90.2%, con un máximo de 93%, mínimo de 88%, moda de 90% y mediana de 90%.

En la sala 205-1, a un nivel de presión sonora menor a 45 dBA, la media es de 98%, con un máximo de 97% y mínimo de 95%, mediana de 97.5% y moda de 98%, con datos concentrados principalmente en el segundo cuartil Q2, en tanto que, a un nivel de presión

sonora sobre de 45 dBA, la media es de 91.3%, con un máximo de 93% y un mínimo de 90%, la mediana de la muestra es de 91%. En la sala 205-2, se evidencia una media de saturación de oxígeno de 96.5% con un máximo y mínimo de 98 y 95%, mediana de 96.5% y moda de 95% cuando el nivel de presión sonora es menor a 45 dBA, mientras que, a un nivel de presión sonora mayor de 45 dBA, la media es de 87%

En la sala 205-3, cuando el nivel de presión sonora se halla en el nivel recomendado, la media es de 96%, mediana de 96%, moda de 95%, máximo y mínimo de 97 y 95% respectivamente, en tanto que, a un nivel de presión sonora mayor a 45 dBA, la media es de 90.4%, mediana de 90%, moda de 90%, máximo y mínimo de 94 y 87% respectivamente.

En las salas 205-4 y 206, cuando el valor de nivel de presión sonora es mayor de 45 dBA, la media fue de 90.7 y 90.4%, moda de 90 y 91%, mediana de 90 y 91%, con valores máximos de 93 y 91% respectivamente, en contraste, con los valores medios encontrados cuando el nivel de presión sonora es menor de 45 dBA, cuyos valores son de 96 y 97% latidos/minuto respectivamente

Discusión

Variaciones fisiológicas del ruido

Se ha establecido por la Asociación Americana de Pediatría que, en las unidades de cuidado neonatal, el nivel de presión sonora debe estar en un rango menor a 45 dBA, para evitar efectos fisiológicos en el recién nacido, dentro de los cuales se ha descrito la variación de la frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno cuando dichos niveles son superados.

En nuestro estudio, encontramos una variación del 21 a 25.6% en la frecuencia cardíaca y al menos del 3 a 5% en la saturación de oxígeno con respecto al basal cuando el recién nacido fue expuesto a un nivel de presión sonora superior a 45 dBA.

El rango de media de la frecuencia cardíaca en las diversas salas de cuidado neonatal en condiciones basales fue de 119 a 125 latidos/minuto y con una variación ante la exposición hasta un rango de 166.6 a 170.8 latidos/minuto, datos que se correlacionan a los obtenidos por en un estudio dirigido por Schefer-Cardoso et al (2015), en la que se describen a una presión sonora equivalente diaria de 61.34 a 67.90 dBA, variaciones de la frecuencia cardíaca desde un nivel basal de 137.74 a un máximo de 142.59 latidos/minuto, cuya significancia estadística fue demostrada, en este caso los hallazgos encontrados en este estudio son en un 6.1% menores a lo que se encontraron en nuestra evaluación (6) .

En el estudio de Schefer-Cardoso et al (2015), se evidencia además una variación en la saturación de oxígeno desde un basal de 95.58% hasta 91.60%, con significancia estadística ante un nivel de presión sonora mayor a 45 dBA. Estos datos, son equivalentes a los obtenidos en nuestra valoración, en la que, hay una variación desde un basal medio de 98% hasta un medio en el ambiente ruidoso de 90.5%, que sin duda muestra una brecha amplia en la variación de este parámetro en recién nacidos, en especial prematuros. (3)(6).

En relación al peso, no encontramos variaciones significativas ante la exposición a un nivel de presión sonora mayor a 45 dBA, dado que la condición es ampliamente susceptible de modificarse por otras variables no relacionadas al ruido. En nuestra muestra tuvimos una media de peso de 2257.2 gramos, cuya variación ante la exposición resultó en una media de 2045.3 gramos, mismos que son equiparables a lo encontrado en la revisión sistemática de Wachman (2011) y Schefer-Cardoso et al (2015), donde se hallaron variaciones de 1916,1 a 1891 gramos, y de 2282.50 gramos a 2190 gramos, sin ser en todos los casos significativo (3)(6).

Niveles de presión sonora en unidades de cuidado neonatal

En nuestra muestra, pudimos segmentar la población entre ambientes de ruido controlado y muy ruidosos, siendo estos últimos especialmente en las salas de cuidado intensivo neonatal. En un estudio ejecutado por Shoemark et al (2015), en unidades de cuidado intensivo neonatal (exceptuando salas de cuidados intermedios), se encontró una medición matutina de nivel equivalente diario ponderado de 61 dBA (DE: 4.5 dBA), dato que se relaciona con el encontrado en nuestra serie en unidad de terapia neonatal que fueron de 59.7 dBA (DE 6.1) y 57.6 dBA (DE 4.1), en todos los casos, superando el nivel recomendado de 45 dBA (16).

En otra serie de mediciones realizado por Sánchez-Rodríguez et al (2012), en unidades de cuidado intensivo y cuidado intermedio neonatal, encontraron un nivel equivalente ponderado diario (L_{aeq}) de 59.90 dBA en las áreas de cuidado crítico u de 55.35 dBA en muestreo de jornada matutina y vespertina, los cuales, se relacionan a nuestros hallazgos en áreas críticas de 59.7 dBA (DE 6.1) y 57.6 dBA (DE 4.1), y en intermedios de 57.8, 62.1, 56.9 y 59.3 dBA respectivamente, que en consecuencia con la serie de Sánchez-Rodríguez et al (2012), nuestras áreas son relativamente más ruidosas (17)

Garrido-Galindo et al (2017), ejecutan una medición en tres jornadas en una unidad de cuidado intensivo neonatal, en la que se exponen valores de medición en muestreos matutinos y nocturnos, con un valor de nivel de presión equivalente ponderado de 64 dBA con un máximo de 76.04 dBA, donde además se determinaron fuentes como los monitores, equipos de vibración y ventiladores como fuentes de sumación entre 16.8 a 63.8 dBA, mismos que se contrastan con nuestro estudio, donde obtuvimos niveles de presión sonora equivalente diaria de 57.8 dBA, 62.1 dBA, 56.9 dBA, 59.3 dBA, 59.7 dBA y 57.6 dBA, siendo las fuentes determinadas los monitores eléctricos y equipos de succión como principales sumadores acústicos (18).

Un estudio brasileño ejecutado por Reis-Jordao et al (2016), determinaron los posibles estresores en áreas de cuidado neonatal, encontrando niveles de presión sonora equivalente de 88.6 a 92.4 dBA, que en consecuencia son notablemente mayores a los encontrados en nuestra serie donde el valor más alto encontrado es 62.1 dBA. Esto se debe a que las fuentes probables eran equipos médicos antiguos y además la gran influencia de ruido externo y de conversación del personal en áreas de cuidado intermedio especialmente, en todo caso, todas las medidas se hallan fuera del rango recomendado de 45 dBA (19).

En un análisis realizado por Lahav (2014), determinó niveles de presión sonora equivalente 63.1 dBA en el horario de medición matutino y de 59.8 dBA en el horario nocturno, que se relacionan en cuanto a las mediciones del horario matutino a lo encontrado en nuestras series. Además mencionan que la caracterización del ruido es de tono agudo y las bandas de frecuencia de mayor criticidad se hallan entre 1000 a 4000 Hz, y que acorde a nuestra serie, en la que las bandas de frecuencia críticas se hallan

comúnmente en 2000 Hz, podemos determinar que el ruido de tipo grave, con influencia externa y reverberación da lugar a ruidos agudos en las áreas de cuidado neonatal a una frecuencia de percepción mínima pero lesiva al oído (20).

Conclusiones

Los niveles de presión sonora sobre de 45 dBA, producen variaciones significativas sobre la frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno y recién nacidos ingresados a áreas de cuidado neonatal. La correcta identificación de las fuentes sonoras y la intervención por ingeniería pueden mejorar el panorama. Los efectos a largo plazo aún no son por completo determinados.

Referencias

1. Valizadeh S, Bagher Hosseini M, Alavi N, Asadollahi M, Kashefimehr S. Assessment of sound levels in a neonatal intensive care unit in tabriz, iran. *J caring Sci [Internet]*. 2013;2(1):19–26.
2. Krueger Associate professor C, Adam Crosland Pre-med student B. *Safe Sound Exposure in the Fetus and Preterm Infant*. 2013.
3. Wachman EM, Lahav A. The effects of noise on preterm infants in the NICU. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2011;96(4):305–10.
4. Khalesi N, Khosravi N, Ranjbar A, Godarzi Z, Karimi A. The effectiveness of earmuffs on the physiologic and behavioral stability in preterm infants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol [Internet]*. Elsevier Ltd; 2017;98:43–7.
5. Aita M, Johnston C, Goulet C, Oberlander TF, Snider L. Intervention Minimizing Preterm Infants' Exposure to NICU Light and Noise. *Clin Nurs Res*. 2013;22(3):337–58.
6. Cardoso SMS, Kozlowski L de C, de Lacerda ABM, Marques JM, Ribas A. Newborn physiological responses to noise in the neonatal unit. *Braz J Otorhinolaryngol [Internet]*. Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial; 2015;81(6):583–8.
7. Abdeyazdan Z, Ghasemi S, Marofi M, Berjis N. Motor responses and weight gaining in neonates through use of two methods of earmuff and receiving silence in NICU. *Sci World J*. 2014;2014.
8. Peixoto PV, de Araújo MAN, Kakehashi TY, Pinheiro EM. Sound pressure levels in the neonatal intensive care unit. *Rev da Esc Enferm*. 2011;45(6):1309–14.
9. König K, Stock EL, Jarvis M. Noise levels of neonatal high-flow nasal cannula devices- an in-vitro study. *Neonatology*. 2013;103(4):264–7.

10. Kazemizadeh Gol MA, Black A, Sidman J. Bone conduction noise exposure via ventilators in the neonatal intensive care unit. *Laryngoscope*. 2015;125(10):2388–92.
11. Pineda R, Durant P, Mathur A, Inder T, Wallendorf M, Schlaggar BL. Auditory Exposure in the Neonatal Intensive Care Unit: Room Type and Other Predictors. *J Pediatr* [Internet]. Elsevier Inc.; 2017;183:56–66.e3.
12. Parra J, Suremain A, Audeoud FB, Ego A, Debillon T. Sound levels in a neonatal intensive care unit significantly exceeded recommendations, especially inside incubator. *ARPN J Eng Appl Sci*. 2017;12(10):3218–21.
13. Garrido Galindo AP, Camargo Caicedo Y, Vélez-Pereira AM. Nivel de ruido en unidades de cuidado intensivo de un hospital público universitario en Santa Marta (Colombia). *Med Intensiva*. 2016;40(7):403–10.
14. Shimizu A, Matsuo H. Sound Environments Surrounding Preterm Infants Within an Occupied Closed Incubator. *J Pediatr Nurs* [Internet]. Elsevier Inc.; 2016;31(2):e149–54.
15. Santos J, Carvalhais C, Xavier A, Silva M V. Assessment and characterization of sound pressure levels in Portuguese neonatal intensive care units. *Arch Environ Occup Heal* [Internet]. Taylor & Francis; 2018;73(2):121–7.
16. Shoemark H, Harcourt E, Arnup SJ, Hunt RW. Characterising the ambient sound environment for infants in intensive care wards. *J Paediatr Child Health*. 2016;52(4):436–40.
17. Sánchez-Rodríguez G, Rodríguez-Balderrama I, Quintero-Villegas L, Nieto-Sanjuanero A, Cantú-Moreno D, Zapata-Castillo A. Comparación de los niveles de decibeles (ruido) en las áreas de atención neonatales. *Med Univ* [Internet]. 2012;14(56):127–33.
18. Garrido Galindo AP, Camargo Caicedo Y, Velez-Pereira AM. Noise level in a neonatal intensive care unit in Santa Marta - Colombia. *Colomb medica (Cali, Colomb)*.

2017;48(3):120–5.

19. Jordão KR, Pinto LDAP, Machado LR, Costa LBVDL, Trajano ETL. Possible stressors in a neonatal intensive care unit at a university hospital. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2016;28(3):310–4.
20. Lahav A. Questionable sound exposure outside of the womb: Frequency analysis of environmental noise in the neonatal intensive care unit. *Acta Paediatr Int J Paediatr*. 2015;104(1):e14–9.