Evaluación del nivel de presión sonora en la unidad de cuidados intensivos neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora y de los efectos fisiológicos producidos en los recién nacidos expuestos a los ruidos ambientales

Mónica Monserrath Vinueza Chafla[1]

[1]Médica de posgrado de Neonatología, Universidad San Francisco de Quito

PALABRAS CLAVE
Ruido;
Contaminación sonora;
Neonato;
Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales;
Salud ambiental

RESUMEN

Antecedentes: el nivel de ruido recomendado en las unidades de cuidados intensivos neonatales es menor a 45 dBA, para lo cual es necesario controlar sus fuentes y aplicar estrategias efectivas de auditoría e insonorización. Superar el valor recomendado expone al recién nacido a procesos de estrés continuo, que producen efectos adversos en el desarrollo posnatal.
Propósito: determinar los niveles de presión sonora y sus efectos fisiológicos en el recién nacido admitido en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales.
Materiales y métodos: este estudio es descriptivo, observacional, prospectivo y se realizó en el Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora. Un total de 66 recién nacidos fueron evaluados. Las mediciones con sonómetro integrador tipo B calibrado se realizaron en las áreas de la unidad, obteniendo los niveles diarios de presión sonora equivalente (Laeq, dBA). Se utilizó la frecuencia relativa y la prueba chi-cuadrado de Pearson para las variables categóricas. Se analizaron las diferencias de medias con el test U de Mann Whitney. Se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas. Finalmente, se diseñaron los diagramas de caja para la valoración de los resultados y la variación de los 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 cuidados neonatales es de carácter grave, con frecuencias críticas que varían entre 1000 y 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. En nuestro estudio encontramos una variación del 21 al 25,6% en la frecuencia cardiaca y al menos del 3 al 5 % en la saturación de oxígeno con respecto al nivel basal cuando el recién nacido fue expuesto a un nivel de presión sonora superior a 45 dBA.
Conclusiones: la exposición a niveles de presión ponderada continua sobre los 45 dBA produce efectos fisiológicos significativos en el recién nacido.

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: monicvinu@yahoo.es (Mónica Vinueza) / Teléfono: +593 99 394 8710.
Universidad San Francisco de Quito
Rev. Ecuat. Pediatr. 2019; 20 (1); 34 - 44

KEYWORDS
Noise;
Sound Pollution;
Neonate;
Neonatal Intensive Care;
Environmental Health

ABSTRACT

Background: The recommended noise level in the neonatal intensive care units is less than 45 dBA, for which it is important to control sources of sounds and apply effective soundproofing strategies. Exceeding the recommended value exposes the neonate to continuous stress which produces adverse effects in postnatal development.

Aim: To determine sound pressure levels and their physiological effects in the neonates admitted to the Neonatal Intensive Care Unit.

Materials and Methods: This is aprospective, observational and descriptive study, it was carried out in the Gynecological Obstetric Hospital Isidro Ayora. A total of 66 newborns were evaluated. Sound levels were measured with a calibrated Type B integrating sound level meter in different areas of the unit obtaining the daily equivalent sound pressure levels (Laeq, 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 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. We found a variation of 21 to 25.6% on the heart rate and at least 3 to 5% on the oxygen saturation level when neonates were exposed to a sound pressure level above 45 dBA.

Conclusions: Exposure to continuous weighted pressure levels above 45 dBA, produces significant physiological effects in the newborn.

INTRODUCCIÓN

El ruido es un fenómeno físico, derivado de la vibración y transmisión de las ondas sonoras por medio del aire que llega al oído humano, cuyo concepto se establece como un sonido desagradable, de intensidad variable a la que no es fácil adaptarse [1]. El ruido se mide mediante la determinación del nivel de la presión sonora (NPS), que incluye las variables de intensidad, frecuencia, periodicidad y duración. La frecuencia del sonido se mide en ciclos por segundo o hercios (Hertz: Hz). El rango normal de audición del oído humano se halla entre 20 y 20 000 Hz, que corresponden desde una voz susurrada hasta el sonido de un pito, respectivamente; sin embargo, los ruidos de baja frecuencia se escuchan mejor a una frecuencia de 2500 Hz [1].

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

Las mediciones del ruido ambiental requieren la selección de sistemas efectivos de atenuación que permitan definir las diversas frecuencias captadas por un instrumento. En este caso, los sistemas de atenuación con filtro A se asemejan al espectro auditivo del ser humano; por tanto, el nivel de presión sonora se reporta con la unidad dBA. Con el concepto anterior también es importante la determinación del espectro y el tipo de sonido encontrados en un ambiente, que deriva de la convergencia de los decibeles (eje "y") y los hercios (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 han indicado que el ruido es el mayor contaminante físico en las unidades de cuidados intensivos neonatales. En el 2007, la Academia Americana de Pediatría estableció un estándar de niveles equivalentes diarios de ruido en las unidades de cuidados intensivos, 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 los recién nacidos pretérmino extremos el efecto fisiológico adverso del ruido es mucho mayor, en especial, en los recién nacidos con peso menor a 1000 gramos, expuestos a niveles de ruido de entre 50 y 60 dBA en periodos superiores a dos horas

diarias; se encontró un incremento de hasta el 20 % de su valor basal y una variación en la presión sistólica sobre el percentil 90, lo 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 y 32 semanas y analizaron su impacto sobre las variables fisiológicas cardiovasculares. La exposición se realizó a fuentes de monitorización, a un oscilador y a la voz del personal sanitario en horas de la mañana y de la tarde, con un nivel de presión sonora medio de 67 dBA. En los dos grupos de estudio (el de aquellos a los que se les colocó orejeras y el grupo que no usó orejeras) se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el valor de la frecuencia cardiaca. En el grupo intervenido se encontró una frecuencia cardiaca media de 138.25 latidos/minuto (DE 6.12), mientras en el grupo de control esta frecuencia fue de 141.38 latidos/minuto (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.

Aita, M. et al. (2013) realizaron un estudio de intervención con orejeras en los recién nacidos de 28 a 32 semanas de edad gestacional, en un lapso de cuatro horas, expuestos a fuentes como monitores, sistemas de ventilación, osciladores y aparatos de succión. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el valor máximo de la frecuencia cardiaca; en el grupo intervenido la media fue de 193.57 lat/min (DE 12.76), mientras 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. y Ribas, A. (2015) –donde se evaluaron a 61 recién nacidos ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, cuyas fuentes de ruido constituían las alarmas de los monitores, el oscilador, la conversación del personal de salud y el burbujeo del CPAP nasal– se encontró un nivel mínimo de presión sonora de 47.8 dBA y 47.30 dBA, y un nivel máximo de presión sonora 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 o con algunas 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 la 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. y Marofi, M. (2014) ejecutaron un estudio donde se analizaron a 64 recién nacidos de entre 28 y 37 semanas de edad gestacional, ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, cuya exposición al ruido obtuvo un nivel medio de presión sonora de 65.4 dBA diarios: en la mañana, 75.9 dBA y en la tarde, 73.2 dBA. Se dividió la muestra en dos grupos: uno de ellos se intervino con orejeras y el otro grupo se evaluó de forma expectante. Se obtuvieron grabaciones del patrón motor exhibido durante la exposición en horas del día y de la tarde, tomando como referencia los movimientos de los brazos y las piernas, el patrón extensor, el patrón flexor, los movimientos de la cabeza y la respuesta táctil. En el grupo de intervención, además de encontrar elevación de la frecuencia cardiaca y disminución de la saturación de oxígeno, se halló un mejor patrón extensor y flexor, así como un mejor patrón de respuesta de la neurona motora superior, en relación con el grupo donde el patrón extensor se hallaba disminuido o errático, con una respuesta táctil aumentada. Estos hechos demuestran la afectación en el neurodesarrollo motor inicial relacionado con 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 las unidades de cuidados intensivos neonatales

Vendramini, P., Nabuco, M., Yoshiko, T. y 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 con un nivel de presión sonora superior a 50 dBA, y los días de mayor ruido en dos salas (A y B) de dicha unidad [8]. En el estudio encontraron que los niveles de presión sonora oscilaban entre 59 y 71 dBA; de estos, las fuentes que superaron el valor de 50 dBA son los 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), las alarmas de los monitores electrónicos (6.3 % de las mediciones de la sala A y 11.8 % de la sala B), los sonidos causados por las fuentes de oxígenos o burbujeo (5.9 % de las mediciones de la sala A y 6.6 % de la sala B), los sonidos producidos por los zapatos del personal (6.5 % de las mediciones de la sala A y 3.7 % de la sala B) e 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 están asociadas al personal y al equipamiento médico [9].

Könik, K., Stock, E. y Jarvis, M. (2013) dirigieron un estudio para determinar el nivel de presión sonora, relacionada tanto con la fuente de las cánulas nasales de alto flujo como con la CPAP (PEEP) para el tratamiento en los recién nacidos colocados en una 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]. Los valores obtenidos fueron: 78.8 dBA para un flujo de 4 latidos/minuto; 79.4 dBA para un flujo de 5 latidos/

minuto; 80 dBA para un flujo de 6 latidos/minuto; 80.7 dBA para un flujo de 7 latidos/minuto y 81.2 dBA para un flujo de 8 latidos/minuto, valores que superan ampliamente el máximo recomendado de 45 dBA en la cánula nasal de alto flujo [9]. Para la CPAP (PEEP) se obtuvo una medición de 73.9 dBA cuando la presión es de 4 cm H2O; 75.2 dBA a una presión de 5 cm H2O; 76.9 dBA a una presión de 6 cm H2O; 77.3 dBA a una presión de 7 cm H2O, y 77.4 dBA a una presión de 8 cm H2O, lo que sin duda lo cataloga como una fuente ruidosa en las salas de cuidados intensivos neonatales [9].

Kazemizadeh, M., Black, A. y Sidman, J. (2015) dirigieron un estudio para determinar la exposición al ruido (en los recién nacidos) proveniente del ventilador usado como terapia de soporte. El modo medido fue el relativo a la presión controlada (PSV), con los siguientes parámetros: frecuencia respiratoria de 60 resp/min; PEEP 5 cm H2O; tiempo inspiratorio de 0.30 segundos; presión inspiratoria de 15 cm H2O y aporte de oxígeno al 40% y su relación con la conducción ósea [10]. Se obtuvo una conducción alveolar de 59.2 dBA (DE 0.6) y una conducción por columna de aire de 94.92 dBA (DE 1.1), asociada a la 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 los ventiladores y sus elementos de presión y reclutamiento dan lugar a un nivel que supera el límite recomendado, pero aún más grave es que la conducción ósea en el oído del recién nacido supera incluso la dosis permitida [10].

Pineda, R. et al (2017) realizaron un estudio en 55 recién nacidos, ingresados en salas comunes y privadas en las unidades de cuidados intensivos neonatales; en dicho análisis se midió el porcentaje del tiempo diario de exposición a las diversas fuentes de ruido. El promedio de nivel de la 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 las conversaciones en tono alto, en los recién nacidos de 27 a 40 semanas, tuvo un equivalente de 7 horas ponderadas, con un tiempo de silencio de 1.8 horas. El tiempo ponderado de exposición a la fuente de monitores electrónicos y sus alarmas fue de 11 horas diarias y 2.4 horas de silencio. La exposición al ruido derivado de los equipos de aire fue de 6.8 horas y el tiempo de silencio de 4.4 horas. Este hecho, sin duda, explica que a mayor tiempo de exposición, los riesgos de los efectos adversos en la audición serán mayores [11].

Niveles de presión sonora en las unidades de cuidados intensivos neonatales

Es necesario contar con la evaluación y auditoría de los niveles de presión sonora en las unidades neonatales de cuidados intensivos, con la finalidad de no superar los valores recomendados (45 dBA). Parra, J., Suremain, A., Berne, F., Ego, A. y Debillon, T. (2017) realizaron un estudio de medición del ruido en 17 salas simples y dobles de una unidad de cuidados intensivos neonatales en un periodo de 24 horas [12]. El nivel diario de presión sonora equivalente fue de 59.5 dBA (56.5-62); el nivel 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). El nivel L10 en la incubadora fue 68.1 dBA (66.3-70.4). El nivel medio máximo de presión sonora obtenido en las salas fue de 85.2 dBA (79.7-92.2) y en las incubadoras, de 94.8 dBA (90.9-97), hecho que muestra que en las incubadoras la exposición al ruido puede ser mayor [12].

Garrido, A., Camargo, Y. y Vélez-Pereira, A. (2015) realizaron un análisis para establecer el nivel de ruido en la unidad de cuidados intensivos neonatales en un hospital de Colombia, determinando, además, las horas de mayor ruido [13]. En el estudio se obtuvo un nivel promedio de presión sonora en horas de la mañana de 64.84 dBA, siendo las 07h30 la hora que con mayor frecuencia presenta un nivel elevado de presión sonora (65. 3 dBA), mientras para la tarde el nivel medio fue de 64.97 dBA, siendo las 18h30 la hora con mayor nivel encontrado (64.9 dBA); para la noche este valor fue de 62.94 dBA, con un mayor nivel hacia las 06h30 (64.2 dBA); estos hechos 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. y Matsuo, H. (2016) analizaron la medición del nivel de la presión sonora en los recién nacidos ingresados a la incubadora y con 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 neonatales de cuidados intensivos [14]. El nivel medio de presión sonora, obtenido de la fuente relacionada con el dispositivo y las tomas de oxígeno que están junto a la incubadora, fue de 54.2 dBA (DE 1.3); el nivel máximo fue de 57.3 dBA (DE 4.4) y el nivel mínimo fue de 49.1 dBA (DE 2.5). Cuando la incubadora estaba abierta, el nivel medio de presión sonora en el interior fue de 52.6 dBA (DE 4.5); el nivel máximo fue de 56.5 dBA (DE 6.1) y el nivel mínimo, de 47.9 dBA (DE 2.3). En tanto que al estar cerrada la incubadora, el nivel medio de presión sonora en el interior fue de 49.3 dBA (DE 1.7); el nivel máximo fue de 51.8 dBA (DE 2.0) y el nivel mínimo, de 47.4 dBA (DE 1.5); estos niveles en todo momento superan la recomendación de 45 dBA [14].

Santos, J., Carvalhais, C., Xavier, A. y Silva, M. (2017) realizaron una medición del nivel de ruido en tres salas de cuidados intensivos neonatales (A, B, C), las cuales se dividieron en áreas consideradas como estación de trabajo, zona de tráfico e interior de las incubadoras, que es la organización general estándar de una unidad, con un muestreo de ocho horas ponderadas [15.] Para la sala A de cuidados intensivos, se obtuvo un nivel promedio de presión sonora en la estación de trabajo de 71.7 dBA (47.8-

114.6) y un nivel pico de 143.3 dBA; en la zona de tráfico el nivel medio de presión sonora fue de 60.4 dBA (43.6-91.5) y el nivel pico de 115.8 dBA; en el interior de la incubadora el valor del nivel medio de la presión sonora fue de 48.7 dBA (42.2-68.1) y el nivel pico, de 104.1 dBA [15]. Para la sala B de cuidados intensivos, el nivel de presión sonora en la estación de trabajo fue de 59.9 dBA (39.5-85.8) y el nivel pico, de 106.3 dBA; en la zona de tráfico el nivel medio fue de 58.1 dBA (43.8-82) y el nivel pico, de 113.2 dBA [15]. En la sala C de cuidados intensivos, en la primera estación de trabajo se obtuvo un nivel medio de 53.3 dBA (46.2-79.1) y un nivel pico de 112.2 dBA; en la segunda estación de trabajo el nivel medio fue de 57.8 dBA (42.6-77.4) y el nivel pico, de 109.2 dBA, mientras en el interior de la incubadora el nivel medio fue de 46.6 dBA (41.2-63.4) y el nivel pico, de 104.6 dBA [15].

MATERIALES Y MÉTODOS

Sujetos

En el momento de la medición se incluyeron a 66 pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Ginecológico Obstétrico Isidro Ayora: recién nacidos pretérmino y a término, ingresados a las unidades de cuidados intermedios e intensivos, con ventilación mecánica y monitoreo electrónico. Se excluyeron a los recién nacidos con defectos congénitos de oído, con infecciones Storch o con tamizaje auditivo reprobado.

Aspectos bioéticos

El protocolo de investigación fue sometido a revisión por parte de los comités de docencia e investigación en cada uno de los centros participantes y fue revisado 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 incluir un consentimiento informado, dado que el procedimiento de obtención de datos fue la observación de signos vitales y la medición con sonómetro integrado.

Método y análisis estadístico

Se diseñó un estudio epidemiológico observacional y prospectivo de las cohortes. El proceso de recolección de datos se realizó mediante un formulario con extensión de variables de estudio y registros de medición de sonómetro. La información se ingresó 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 para las variables cuantitativas discretas y continuas se usaron 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.

Además, se aplicó la prueba de chi-cuadrado para las variables categóricas, y el test U de Mann Whitney para la diferencia de rangos, utilizando la variable del nivel de presión sonora sobre el límite, como agrupador entre las determinaciones de la frecuencia cardiaca, la saturación de oxígeno y el peso. Se tomarán valores de $p<0.05$ para la significación estadística. También se diseñaron diagramas de caja para la presentación de los resultados de la variación de las constantes de la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno en relación con el nivel límite recomendado. El análisis estadístico fue realizado en el software IBM SPSS Statistics 23.0 y los gráficos de medición se hicieron con el software Noise Tool v1.8.3.

RESULTADOS

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, la cual se subdivide en seis salas. El género masculino en general predomina en la muestra total observada (n = 35) en comparación con el género femenino (n = 31), con un cociente de relación de 1.2:1.

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

La ocupación por sala es variable en relación con la distribución física de los recién nacidos. Solamente una de las salas evaluadas (205-2) tiene menos de cinco ocupantes, en tanto que las salas 205-1, 205-3 y 206 albergan a más de diez ocupantes, lo que implica más fuentes sonoras. Entre las fuentes sonoras identificadas, principalmente estuvo el monitor electrónico, que tiene un ruido de carácter intermitente y crea un sonido base en los ambientes; los sistemas de humidificación del aire se observaron sobre todo en las áreas de cuidados intensivos; asimismo, se evidenció la influencia del ruido externo en la suma de los sonidos en las salas 204, 205-1, 205-2 y 205-3. Finalmente, los muestreos realizados con sonómetro integrador mostraron niveles de presión sonora en el rango recomendado (es decir, de menos de 45 dBA) en apenas el 27.27 % de las mediciones.

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

	Salas de Neonatología													
	Sala 204		Sala 205-1		Sala 205-2		Sala 205-3		Sala 205-4		Sala 206			
Variable	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**X2**	**p**
Género														
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 %		
Ocupantes por sala														
<5 ocupantes	0	0.0 %	0	0.0 %	5	100%	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 %	8	100%	0	0.0 %		
>10 ocupantes	0	0.0 %	15	100%	0	0.0 %	16	100%	0	0.0 %	12	100%		
Fuente de emisión sonora														
Monitor	9	90.0 %	13	86.7 %	5	100%	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 %		

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

Rangos						
Nivel de presión sonora		n	Rango promedio	Suma de rangos	U Mann Whitney	p
Frecuencia cardiaca (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 eExpuestos)	>45 dBA	48	35.85	1721.00	319.00	0.104
	= <45 dBA	18	27.22	490.00		

Tabla 3: Niveles de presión sonora continua equivalente en las 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

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 diario de presión sonora continua equivalente (Laeq, DBA) y el estimado de exposición en un ponderado de ocho horas (LEX, 8h).

En las salas evaluadas el rango diario del nivel de presión sonora continua equivalente (Laeq) es de 56.9 a 62.1 dBA, lo cual está sobre el límite recomendado de 45 dBA. En la extrapolación logarítmica para exposición a ocho horas continuas, 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 ruido de ocho horas diarias; sin embargo, este valor está en el límite.

En la figura 1 se expone un diagrama de caja, en el cual se determina la comparación entre los valores de la frecuencia cardiaca obtenidos en cada una de las salas y la exposición a niveles de presión sonora equivalente superiores a 45 dBA. En el diagrama hay una diferencia importante en las medias de frecuencia cardiaca luego de la 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 de la muestra fue menor o igual a 45 dBA, la media fue 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 fue mayor a 45 dBA, la media obtenida fue de 166 latidos/minuto, con un máximo de 174 latidos/minuto, un mínimo de 161 latidos/minuto, con moda de 163 latidos/minuto y mediana de 167 latidos, que además coincide con los datos en el tercer cuartil Q3.

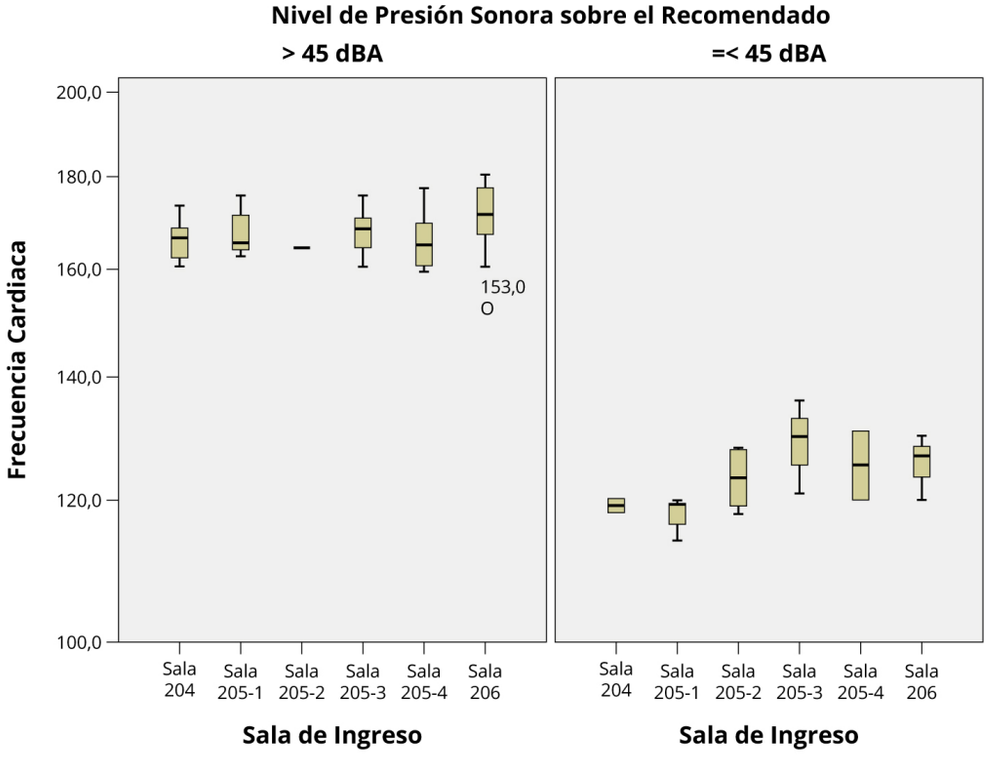
En la sala 205-1, con un nivel de presión sonora menor a 45 dBA, la media es de 118 latidos/minuto, con un máximo de 120 latidos/minutos y un mínimo de 114 latidos/min, mediana de 119 latidos/minuto y moda de 119 latidos/minuto, con datos concentrados principalmente en el primer cuartil Q1, en tanto que con un nivel de presión sonora de más de 45 dBA, la media fue de 168 latidos/minuto, con un máximo de 176 latidos/min y un mínimo de 163 latidos/minutos; la mediana de la muestra fue de 166 latidos/minuto.

En la sala 205-2 se evidenció una media de frecuencia cardiaca de 123 latidos/minuto, con un máximo y un 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 fue menor a 45 dBA, mientras con un nivel de presión sonora mayor a 45 dBA, la media fue de 165 latidos/minuto.

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

En las salas 205-4 y 206 cuando el valor del nivel de presión sonora fue mayor a 45 dBA, la media fue de 166.7 y 170.8 latidos/minuto, la moda de 160 y 178 latidos/minuto, la 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 fue menor a 45 dBA, cuyos puntajes fueron de 125.5 y 125.7 latidos/minuto, respectivamente.

Figura 1: Análisis de las variaciones en la frecuencia cardiaca en los recién nacidos expuestos al ruido ambiental



En la figura 2 se expone un diagrama de caja en el cual se determina la comparación entre los valores de saturación de oxígeno obtenidos en cada una de las salas y la exposición a los niveles de presión sonora equivalente, superiores a 45 dBA. En el diagrama hay una diferencia importante en las medias de saturación de oxígeno luego de la exposición, siempre y cuando el nivel de presión acústica sea mayor a 45 dBA en cada una de las salas.

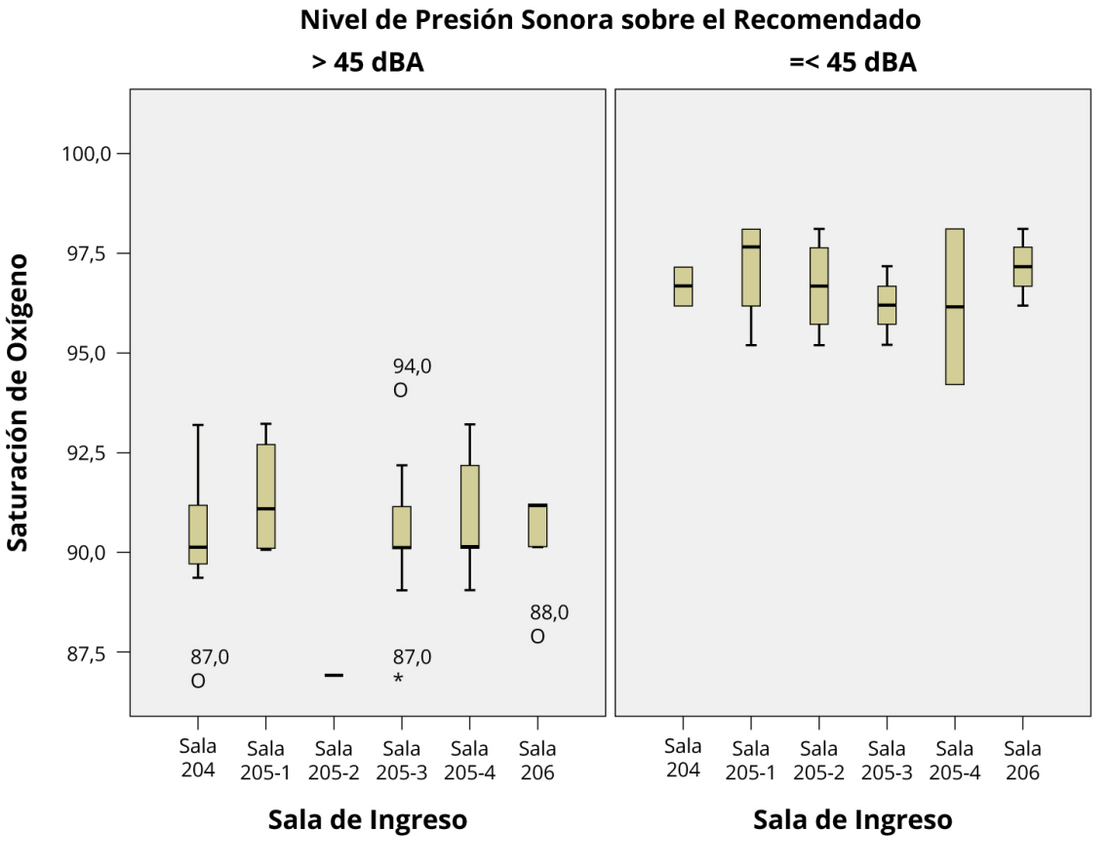
En la sala 204 cuando el nivel de presión sonora fue menor o igual a 45 dBA, la media fue de 96 %, con un máximo de 97 % y un mínimo de 96 %, con mayor concentración de frecuencias en el tercer cuartil Q3 de 96 %, con moda de 96 % y mediana de 96.5 %, en tanto que cuando el nivel de presión sonora fue mayor a 45 dBA, la media obtenida fue de 90.2 %, con un máximo de 93 %, un mínimo de 88 %, una moda de 90 % y una mediana de 90 %.

En la sala 205-1, con un nivel de presión sonora menor a 45 dBA, la media fue de 98 %, con un máximo de 97 % y mínimo de 95 %, una mediana de 97.5 % y una moda de 98%, con datos concentrados principalmente en el segundo cuartil Q2, en tanto que con un nivel de presión sonora de más de 45 dBA, la media fue de 91.3 %, con un máximo de 93 % y un mínimo de 90 %; la mediana de la muestra fue de 91 %.

En la sala 205-2 se evidenció una media de saturación de oxígeno de 96.5 %, con un máximo y un mínimo de 98 y 95 %, una mediana de 96.5 % y una moda de 95 % cuando el nivel de presión sonora fue menor a 45 dBA, mientras que con un nivel de presión sonora mayor a 45 dBA, la media fue de 87 %.

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

Figura 2: Análisis de las variaciones en la saturación de oxígeno en los recién nacidos expuestos al ruido ambiental



En las salas 205-4 y 206 cuando el valor de nivel de presión sonora fue mayor a 45 dBA, la media fue de 90.7 y 90.4 %; la moda, de 90 y 91 %; la 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 fue menor a 45 dBA, cuyos puntajes son del 96 y 97 % latidos/minuto, respectivamente.

DISCUSIÓN

Variaciones fisiológicas del ruido

Se ha establecido, por medio de la Asociación Americana de Pediatría, que en las unidades de cuidados neonatales el nivel de presión sonora debe estar en un rango menor a 45 dBA para evitar los efectos fisiológicos negativos en el recién nacido, dentro de los cuales se han descrito la variación de la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno cuando dichos niveles se superan. En nuestro estudio encontramos una variación del 21 al 25.6% en la frecuencia cardiaca y al menos del 3 al 5 % en la saturación de oxígeno con respecto al nivel basal cuando el recién nacido fue expuesto a un nivel de presión sonora superior a 45 dBA.

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

En el análisis de Schefer-Cardoso et al. (2015) se evidencia, además, una variación en la saturación de oxígeno, desde un nivel basal de 95.58 % hasta el 91.60 %, con significación 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 nivel basal medio del 98 % hasta un nivel medio en el ambiente ruidoso de 90.5 %, lo cual, sin duda, muestra una brecha amplia en la variación de este parámetro en los recién nacidos, en especial en los prematuros [3, 6].

En relación con el 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 con el ruido. En la muestra de nuestro estudio tuvimos una media de peso de 2257.2 gramos, cuya variación ante la exposición resultó en una media de 2045.3 gramos, datos equiparables a los encontrados en la revisión sistemática de Wachman (2011) y Schefer-Cardoso et al. (2015), en donde se hallaron variaciones de 1916,1 a 1891 gramos, y de 2282.50 a 2190 gramos, sin ser en todos los casos significativas [3, 6].

Niveles de presión sonora en las unidades de cuidados neonatales

En nuestra muestra pudimos segmentar la población entre los ambientes de ruido controlado y los muy ruidosos, encontrando estos últimos especialmente en las salas de cuidados intensivos neonatales. En un estudio ejecutado por Shoemark et al. (2015) en las unidades de cuidados intensivos neonatales (exceptuando las 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 la unidad de terapia neonatal, que fue de 59.7 dBA (DE 6.1) y 57.6 dBA (DE 4.1); en todos los casos superó el nivel recomendado de 45 dBA [16].

En otra serie de mediciones realizada por Sánchez-Rodríguez et al. (2012) en las unidades de cuidados intensivos y cuidados intermedios neonatales, se encontró un nivel equivalente ponderado diario (Laeq) de 59.90 dBA en las áreas de cuidado crítico y de 55.35 dBA en el muestreo de la jornada matutina y vespertina, los cuales concuerdan con nuestros hallazgos en las áreas críticas: 59.7 dBA (DE 6.1) y 57.6 dBA (DE 4.1) y en las intermedias, de 57.8, 62.1, 56.9 y 59.3 DBA, respectivamente; estos datos, al compararlos con los de la serie de Sánchez-Rodríguez et al. (2012) mostraron que nuestras áreas son relativamente más ruidosas [17].

Garrido-Galindo et al. (2017) ejecutaron una medición en tres jornadas en una unidad de cuidados intensivos neonatales, en la que se expusieron 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, los equipos de vibración y ventiladores como fuentes adicionales de ruido entre 16.8 y 63.8 dBA, las cuales 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 los equipos de succión como los principales sumadores acústicos [18].

Un estudio brasileño realizado por Reis-Jordao et al. (2016) determinó los posibles estresores en las áreas de cuidados neonatales, 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 es 62.1 dBA. Esto se debe a que las fuentes probables eran equipos médicos antiguos, además de la gran influencia del ruido externo y de conversación del personal en las áreas de cuidados intermedios especialmente; en todo caso, todas las medidas se hallan fuera del rango recomendado de 45 dBA [19].

En un análisis realizado por Lahav (2014) se determinaron los niveles de presión sonora equivalentes a 63.1 dBA en el horario matutino y de 59.8 dBA en el horario nocturno, que se relacionan (en cuanto a las mediciones del horario matutino) con lo encontrado en nuestras series. Además, se menciona que la caracterización del ruido es de tono agudo y las bandas de frecuencia de mayor criticidad se hallan entre 1000 y 4000 Hz, lo cual concuerda con nuestra serie, en la que las bandas de frecuencia críticas se hallan comúnmente en 2000 Hz. Podemos determinar que el sonido de tipo grave, con influencia externa y reverberación, da lugar a ruidos agudos en las áreas de cuidados neonatales con una frecuencia de percepción mínima, pero lesiva para el oído[20].

CONCLUSIONES

Los niveles de presión sonora de más de 45 dBA producen variaciones significativas en la frecuencia cardiaca y en la saturación de oxígeno en los recién nacidos ingresados a las áreas de cuidados neonatales. La correcta identificación de las fuentes sonoras y la intervención con ingeniería pueden mejorar el panorama. Los efectos a largo plazo aún no se han determinado por completo.

CONFLICTO DE INTERÉS

La autora declara no tener conflicto de interés.

FINANCIAMIENTO

Propio de la autora.

BIBLIOGRAFÍA

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. Available from: http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4161105&tool=pmcentrez&rendertype=abstract
2. Krueger (Associate professor) C, Adam (Crosland Pre-med student) B. Safe Sound Exposure in the Fetus and Preterm Infant. 2013; Available from: https://www.ncbi.nlm. nih.gov/pmc/articles/PMC3665292/pdf/nihms467258.pdf
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. Available from: http://dx.doi. org/10.1016/j.ijporl.2017.04.028
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. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.11.008
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. Available from: http:// dx.doi.org/ 10.1016/j.jpeds.2016.12.072
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. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.pedn.2015.10.011
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. Available from: http://dx.doi.org/10.1080/19338244.2017.1304883
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. Available from: www.elsevier.es/en/node/2090153
18. Garrido Galindo AP, Camargo Caicedo Y, Vélez-Pereira AM. "Noise level in a neonatal intensive care unit in Santa Marta - Colombia". Colomb Médica (Cali, Colombia. 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.